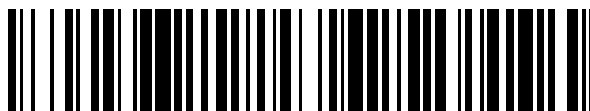


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 719 684**

51 Int. Cl.:

<b>C10G 33/08</b>	(2006.01)
<b>C10G 31/08</b>	(2006.01)
<b>G01N 23/204</b>	(2006.01)
<b>G01F 23/288</b>	(2006.01)
<b>G01T 3/00</b>	(2006.01)
<b>C10G 32/04</b>	(2006.01)
<b>G01N 33/28</b>	(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **12.04.2016 PCT/US2016/027082**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **27.10.2016 WO16171952**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **12.04.2016 E 16724490 (4)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.03.2019 EP 3286286**

54 Título: **Procedimiento y aparato de desalinización**

30 Prioridad:

**21.04.2015 US 201562150333 P**

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

**12.07.2019**

73 Titular/es:

**BP CORPORATION NORTH AMERICA INC.  
(100.0%)  
501 Westlake Park Boulevard  
Houston, TX 77079, US**

72 Inventor/es:

**HACKETT, CRAIG y  
ENGLISH, JASON**

74 Agente/Representante:

**SALVÀ FERRER, Joan**

**ES 2 719 684 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

Procedimiento y aparato de desalinización

5 CAMPO DE LA INVENCION

**[0001]** La invención se refiere a la desalinización de una materia prima de hidrocarburo, tal como petróleo crudo. En particular, la invención se refiere a un procedimiento y aparato para optimizar un proceso de desalinización.

10 ANTECEDENTES DE LA INVENCION

**[0002]** Cuando el petróleo crudo se extrae de un depósito, contiene agua y sales. A las altas temperaturas que pueden encontrarse en una refinería durante el procesamiento del petróleo crudo, el agua puede hidrolizar las sales para formar ácidos corrosivos. Las sales de cloruro se encuentran típicamente en el petróleo crudo y plantean un problema particular, ya que pueden formar ácido clorhídrico. También se pueden encontrar sales de bromuro, y pueden formar ácido bromhídrico.

**[0003]** Con el tiempo, los ácidos corrosivos pueden causar daños importantes a los equipos de la refinería. Los daños se observan comúnmente en las líneas que transportan petróleo crudo de un área de una refinería a otra. Es posible que se requiera mucho tiempo y costes para reemplazar el equipo de la refinería dañado. En algunos casos, por ejemplo, donde no se ha proporcionado una tubería de derivación, el procesamiento del petróleo crudo deberá detenerse completamente para que se pueda reemplazar el equipo de la refinería.

**[0004]** Por lo tanto, es deseable que las sales se eliminen de los fluidos de hidrocarburo como el petróleo crudo antes del procesamiento de la refinería. Para resolver este problema, los aceites crudos se pasan típicamente por un desalador antes de ser procesados en una refinería.

**[0005]** Los aceites crudos se mezclan típicamente con agua de lavado antes de pasarlos a un desalador. Una vez introducido en el desalador, se forma una fase de petróleo crudo desalado y una fase acuosa. La fase acuosa contiene agua (la que estaba presente en el petróleo crudo extraído, así como el agua que se ha agregado al flujo de hidrocarburos durante el procesamiento, así como agua de lavado) y sal. Una capa de trapo separa las dos fases. La capa de trapo es una mezcla de la fase acuosa y la fase de petróleo crudo desalado.

**[0006]** Un flujo de petróleo crudo desalado y un flujo acuoso se retiran del desalador a través de líneas separadas. Los flujos se retiran típicamente en puntos en el desalador que están a una distancia de la capa de trapo para minimizar la presencia de cualquier componente acuoso en el flujo de petróleo crudo desalado y viceversa.

**[0007]** Se conocen procedimientos para optimizar procedimientos de desalinización. Por ejemplo, a menudo se agregan demulsificadores para minimizar la capa de trapo y fomentar la formación de fases de hidrocarburo y acuosas separadas. La aplicación de un campo electrostático a la unidad de desalinización también se puede utilizar para fomentar la formación de fases separadas.

**[0008]** Se sabe que la desalinización puede optimizarse aumentando el nivel de contacto entre un flujo de hidrocarburos y agua de lavado para mejorar la eficacia de un procedimiento de desalinización. Las técnicas para mejorar la mezcla entre un flujo de hidrocarburos y agua de lavado incluyen pasar el flujo de hidrocarburos y el agua de lavado a través de una válvula de mezcla. El documento US 2014/0202929 describe un procedimiento para optimizar un procedimiento de desalinización.

**[0009]** Los procedimientos actuales para evaluar la mezcla entre el petróleo crudo y el agua de lavado en la alimentación de un desalador se basan en cálculos teóricos. Sin embargo, dichos procedimientos están limitados por la precisión de los datos de entrada.

**[0010]** En consecuencia, sigue existiendo la necesidad de mejoras adicionales en los procedimientos de desalinización.

55 RESUMEN DE LA INVENCION

**[0011]** La presente invención proporciona un procedimiento para optimizar un proceso de desalinización en el que una materia prima de hidrocarburo pasa por un desalador a través de una línea en un conjunto de condiciones, conteniendo la materia prima de hidrocarburo un fluido de hidrocarburo, agua y una sal, comprendiendo dicho procedimiento:

obtener espectros de la materia prima de hidrocarburos en una pluralidad de entornos en la línea;

65 comparar los espectros; y

basado en la comparación de los espectros, ya sea modificar o mantener el conjunto de condiciones bajo las cuales la materia prima de hidrocarburo pasa al desalador;

5 donde los espectros se obtienen utilizando retrodispersión de neutrones.

**[0012]** En un aspecto adicional, se proporciona un aparato que comprende:

un desalador;

10

una línea a través de la cual se pasa una materia prima hidrocarbonada al desalador, conteniendo la materia prima hidrocarbonada un fluido hidrocarbonado, agua y una sal; y

un espectrómetro de retrodispersión de neutrones posicionado para obtener un espectro de la materia prima de  
15 hidrocarburo en la línea.

**[0013]** En un aspecto adicional, se proporciona el uso de la retrodispersión de neutrones como se define en la reivindicación 15.

20 BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

**[0014]**

La **fig. 1** representa una línea que alimenta un desalador, comprendiendo la línea dos entradas de agua de lavado y dos válvulas de mezcla;

25

Las **figs. 2a-e** representan espectros obtenidos a lo largo de la línea mostrada en la **fig. 1**;

Las **figs. 3a-b** representan espectros obtenidos de alrededor de las válvulas de agua de lavado que se muestran en la **fig. 1**;

30

La **fig. 4** representa una línea que alimenta un desalador, comprendiendo la línea una sola entrada de agua de lavado y dos válvulas de mezcla; y

Las **figs. 5a-c** representan espectros obtenidos de la línea mostrada en la **fig. 4**.

35

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION

**[0015]** Ahora se ha reconocido que la retrodispersión de neutrones se puede utilizar para determinar hasta qué punto se mezclan un flujo de hidrocarburos y el agua antes de introducirlos en un desalador.

40

**[0016]** La retrodispersión de neutrones es una técnica en la que los neutrones de alta energía se emiten desde un espectrómetro de retrodispersión de neutrones y se dirigen a un material. Cuando los neutrones de alta energía chocan con los núcleos de hidrógeno en un material, su energía se reduce. El grado en que se reduce la energía de los neutrones depende de la naturaleza del material con el que colisionan. Un detector en el espectrómetro de  
45 retrodispersión de neutrones detecta los neutrones de energía reducida. Por consiguiente, la retrodispersión de neutrones se puede utilizar para medir la "riqueza de hidrógeno" de un material.

**[0017]** Como el agua y los fluidos de hidrocarburos tienen una riqueza de hidrógeno diferente, al comparar los espectros obtenidos utilizando la retrodispersión de neutrones, se puede obtener una indicación del grado de mezcla  
50 entre el fluido de hidrocarburo y el agua en diferentes ambientes. Por consiguiente, la retrodispersión de neutrones permite analizar el proceso de desalinización y, si es necesario, su optimización. Además, al utilizar la retrodispersión de neutrones, el grado de mezcla entre el fluido de hidrocarburo y el agua puede evaluarse durante la operación de un proceso de desalinización, y sin tener que tomar una muestra de materia prima de hidrocarburo de la línea.

**[0018]** La materia prima de hidrocarburo puede ser cualquier materia prima de refinería. La materia prima de hidrocarburo puede seleccionarse de entre un petróleo crudo, un crudo sintético, un biocomponente, un flujo intermedio tal como un residuo, gasóleo, gasóleo al vacío, nafta y craqueado almacenado, y mezclas de los mismos. Por ejemplo, se puede utilizar una mezcla de uno o más aceites crudos o una mezcla de uno o más aceites crudos con un crudo sintético. Típicamente, la materia prima de hidrocarburo comprenderá un petróleo crudo.

60

**[0019]** El agua que está presente en la materia prima de hidrocarburo puede ser agua residual que está presente en la materia prima de hidrocarburo. Por ejemplo, cuando la materia prima de hidrocarburo comprende petróleo crudo, la salmuera puede estar presente en el petróleo crudo a partir de la extracción desde un depósito. Alternativamente, el agua residual puede estar presente en la materia prima de hidrocarburo, por ejemplo, de un  
65 proceso de desalinización previo.

- 5 **[0020]** Típicamente, el agua estará presente en la materia prima de hidrocarburo en una cantidad inferior al 10 % en peso, inferior al 5 %, tal como aproximadamente el 3 % en peso de la materia prima de hidrocarburo. Se apreciará que estas cantidades no incluyen agua de lavado adicional que se agrega típicamente a la materia prima de hidrocarburo a lo largo de la línea hasta el desalador.
- 10 **[0021]** La materia prima de hidrocarburo también comprende una sal. La sal puede ser una sal inorgánica. La sal se puede seleccionar de entre sales de metales alcalinos y alcalinotérreos, tales como haluros de metales alcalinos y alcalinotérreos. Las sales típicas que se pueden encontrar en las materias primas de hidrocarburo incluyen cloruro de sodio, cloruro de potasio y cloruro de magnesio. El petróleo crudo contiene típicamente cloruro de sodio. El cloruro de potasio y el cloruro de magnesio también se pueden encontrar en el petróleo crudo, aunque típicamente en cantidades más pequeñas que el cloruro de sodio. En los casos de la invención, la materia prima de hidrocarburo comprende cloruro de sodio.
- 15 **[0022]** La cantidad de sal que está presente variará entre las diferentes materias primas de hidrocarburo. La materia prima de hidrocarburo contendrá típicamente uno o más cloruros inorgánicos en una cantidad total de 1-300 ppm, tal como 2-100 ppm.
- 20 **[0023]** Otros componentes que normalmente se encuentran en una materia prima de refinería también pueden estar presentes en la materia prima de hidrocarburo. Por ejemplo, cuando la materia prima de hidrocarburo comprende petróleo crudo, los asfaltenos estarán típicamente presentes.
- 25 **[0024]** Según la invención, los espectros se obtienen utilizando retrodispersión de neutrones. Un espectrómetro de retrodispersión de neutrones tiene un generador de neutrones y un detector de neutrones. Durante el uso, los neutrones se dirigen a través de la materia prima de hidrocarburo. A medida que los neutrones pasan a través del material hidrogenado, la energía de los neutrones disminuye. El grado en que la energía disminuye depende del material hidrogenado encontrado por los neutrones. Como el agua y los fluidos de hidrocarburos modifican la dispersión de los neutrones de manera diferente, se puede utilizar la retrodispersión de neutrones para evaluar el grado de mezcla entre el agua y un fluido de hidrocarburo.
- 30 **[0025]** Los espectros pueden obtenerse colocando el espectrómetro de retrodispersión de neutrones contra la línea a través de la cual pasa el fluido de hidrocarburo. La línea a través de la cual pasa el fluido de hidrocarburo tendrá típicamente una sección transversal sustancialmente circular. En algunos casos, los neutrones emitidos por el espectrómetro de retrodispersión de neutrones penetrarán en la línea a través de la cual el fluido de hidrocarburo pasa a una profundidad de 30 a 100 % del diámetro de la línea. De esta manera, la mezcla puede evaluarse en una proporción significativa, si no en toda, de la sección transversal de la línea.
- 35 **[0026]** Según la invención, los espectros se obtienen en una pluralidad de entornos. Un entorno se define por ubicación y tiempo. Por consiguiente, los entornos difieren en virtud de la ubicación y/o en virtud del tiempo en una ubicación particular. Se entenderá que una referencia a una pluralidad de entornos significa dos o más entornos que difieren en virtud de su ubicación y/o el tiempo en una ubicación particular. Una referencia a, por ejemplo, cuatro entornos significa que los cuatro entornos son diferentes entre sí en virtud de su ubicación y/o el tiempo en una ubicación particular. Los espectros pueden tomarse en dos entornos en la línea o más de dos entornos en la línea. Los espectros se pueden obtener en cuatro o más entornos en la línea, como en ocho o más entornos en la línea. Un mayor número de espectros proporciona una imagen más completa de la mezcla entre el fluido de hidrocarburo y el agua.
- 40 **[0027]** Los espectros se pueden obtener en una pluralidad de ubicaciones en la línea. En este caso, se puede colocar una pluralidad de espectrómetros de retrodispersión de neutrones en la línea en el aparato. Alternativamente, se puede utilizar un único espectrómetro de retrodispersión de neutrones para obtener espectros en una pluralidad de ubicaciones en la línea.
- 45 **[0028]** En algunos casos, los espectros se obtienen en ubicaciones espaciadas longitudinalmente a lo largo de la línea. Se entenderá que las ubicaciones espaciadas longitudinalmente son ubicaciones separadas entre sí a lo largo de la línea, en la dirección del flujo del fluido de hidrocarburo.
- 50 **[0029]** Las ubicaciones espaciadas longitudinalmente pueden estar sustancialmente en la misma posición radial en la línea. Por ejemplo, las ubicaciones espaciadas longitudinalmente se pueden colocar sustancialmente en la parte superior de la línea, o las ubicaciones espaciadas longitudinalmente se pueden colocar sustancialmente en la parte inferior de la línea.
- 55 **[0030]** Una pluralidad de espectrómetros de retrodispersión de neutrones se pueden colocar en la línea en ubicaciones espaciadas longitudinalmente. Alternativamente, se puede utilizar un único espectrómetro de retrodispersión de neutrones para obtener espectros en cada una de las ubicaciones espaciadas longitudinalmente. En este caso, el espectrómetro debe moverse para cada espectro. Esto significa que los espectros espaciados

longitudinalmente se obtendrán durante un período de tiempo.

- [0031]** Los espectros obtenidos en ubicaciones espaciadas longitudinalmente pueden dar una indicación de cómo varía el grado de mezcla entre el fluido de hidrocarburo y el agua a lo largo de la línea. Esto es particularmente útil cuando hay un cambio en el flujo a lo largo de la línea, por ejemplo, debido a una válvula de mezcla o una entrada de agua de lavado.
- [0032]** La línea que alimenta el desalador típicamente comprenderá una entrada de agua de lavado.
- 10 **[0033]** El agua de lavado se puede introducir en la línea a través de la entrada de agua de lavado en una cantidad de 1 - 30 %, preferentemente 3 - 20 %, y más preferentemente 5 - 10 % en peso de flujo de hidrocarburo.
- [0034]** En algunos casos, una pluralidad de entradas de agua de lavado puede introducir el agua de lavado en la línea. En estos casos, las cantidades mencionadas anteriormente se relacionan con la cantidad total de agua de lavado que se introduce en la línea.
- 15 **[0035]** En algunos casos, los espectros se obtienen en una ubicación aguas arriba de una entrada de agua de lavado y en una ubicación aguas abajo de una entrada de agua de lavado. Cuando el agua de lavado y el fluido de hidrocarburos se hayan mezclado para que no haya fases distintas, se deben observar diferencias mínimas entre los espectros. Por consiguiente, las diferencias espectrales más pequeñas indican una mejor mezcla, mientras que las diferencias espectrales más grandes indican una mezcla inferior.
- [0036]** En algunos casos, la línea puede comprender una válvula de mezcla.
- 25 **[0037]** El flujo a través de la válvula de mezcla puede ser a una velocidad de 0,01 - 30 m / s, preferentemente de 0,1 - 20 m / s, más preferentemente de 0,5 - 10 m / s.
- [0038]** En algunos casos, una pluralidad de válvulas mezcladoras puede estar presente a lo largo de la línea. En estos casos, las velocidades de flujo mencionadas anteriormente representan la velocidad de flujo a través de cada una de las válvulas mezcladoras.
- 30 **[0039]** Los espectros se pueden obtener en una ubicación aguas arriba de una válvula de mezcla y en una ubicación aguas abajo de la válvula de mezcla. Si el grado de mezcla entre el agua de lavado y el fluido de hidrocarburo es el mismo aguas arriba y aguas abajo de la válvula de mezcla, entonces deben observarse diferencias mínimas entre los espectros. Esto puede indicar que la válvula de mezcla es ineficaz. Alternativamente, puede indicar que la válvula de mezcla es innecesaria ya que la mezcla completa del fluido de hidrocarburo y el agua se logra aguas arriba de la válvula de mezcla. Para determinar más sobre el sistema, puede ser deseable obtener espectros adicionales.
- [0040]** Por consiguiente, en algunos casos, la línea puede comprender una válvula de mezcla y una entrada de agua de lavado. La entrada de agua de lavado normalmente se colocará aguas arriba de la válvula de mezcla.
- 40 **[0041]** Los espectros se pueden obtener en una ubicación aguas arriba de la entrada de agua de lavado y en una ubicación aguas abajo de la válvula de mezcla. En algunos casos, los espectros pueden obtenerse en lugares espaciados longitudinalmente, incluso aguas arriba de una entrada de agua de lavado, aguas abajo de la entrada de agua de lavado, pero aguas arriba de una válvula de mezcla, y aguas abajo de la válvula de mezcla. Al comparar los espectros, se puede evaluar la eficacia de la válvula de mezcla. Como se mencionó anteriormente, cuando el agua de lavado y el fluido de hidrocarburo se han mezclado de modo que no haya fases distintas, deben observarse diferencias mínimas en comparación con un espectro del fluido de hidrocarburo aguas arriba de la entrada de agua de lavado.
- 45 **[0042]** En algunos casos, los espectros se obtienen en ubicaciones espaciadas radialmente a lo largo de la línea. Se entenderá que las ubicaciones espaciadas radialmente son ubicaciones situadas en sustancialmente el mismo plano de la sección transversal de la línea. El plano de la sección transversal se encuentra sustancialmente perpendicular al flujo del fluido de hidrocarburo.
- 50 **[0043]** Se puede colocar un espectrómetro de retrodispersión de neutrones en la línea en cada una de una pluralidad de ubicaciones espaciadas radialmente en el aparato. Alternativamente, se puede utilizar un único espectrómetro para obtener los espectros. En este caso, el espectrómetro debe moverse para cada espectro. Esto significa que los espectros espaciados radialmente se obtendrán durante un período de tiempo.
- 55 **[0044]** Los espectros obtenidos en ubicaciones espaciadas radialmente pueden dar una indicación de cómo varía el grado de mezcla entre el fluido de hidrocarburo y el agua en diferentes ubicaciones en una sección transversal en la línea. Por ejemplo, los espectros podrían utilizarse para determinar si hay la misma proporción de agua en la materia prima de hidrocarburo en una porción superior de la línea y en una porción inferior de la línea. Las diferencias entre los espectros obtenidos en ubicaciones espaciadas radialmente indican que no hay una mezcla uniforme a través de una sección transversal de la línea.
- 60  
65

**[0045]** Típicamente, los espectros espaciados radialmente se obtendrán en una ubicación aguas abajo de una entrada de agua de lavado, ya que aquí es donde a menudo ocurrirán variaciones en la sección transversal en la mezcla.

5

**[0046]** Se pueden obtener al menos cuatro espectros en ubicaciones espaciadas radialmente alrededor de la línea, como al menos ocho espectros. Un mayor número de espectros espaciados radialmente proporciona una imagen más completa de la mezcla del fluido de hidrocarburo y el agua a través de una sección transversal de la línea.

10 **[0047]** Los espectros pueden obtenerse en ubicaciones espaciadas radialmente que están espaciadas igualmente alrededor de la línea. Por ejemplo, cuando se obtienen dos espectros, se pueden obtener en lados opuestos de la línea entre sí, es decir, separados por un ángulo de 180°. Cuando se obtienen cinco espectros, se pueden obtener desde ubicaciones alrededor de la línea que están separadas entre sí por un ángulo de 72°. Los espectros pueden obtenerse en lugares separados entre sí por 1 - 20 cm, como por ejemplo entre 3 - 10 cm.

15

**[0048]** En algunos casos, es posible que no se pueda acceder a la línea desde todos los lados, en cuyo caso los espectros se pueden obtener en ubicaciones espaciadas radialmente alrededor de una parte de la línea. Los espectros pueden obtenerse en ubicaciones espaciadas radialmente, por lo que cada una de las ubicaciones espaciadas radialmente cae dentro de un ángulo de 45 - 360°, preferentemente de 90 - 360° y más preferentemente de 180 - 360°.

20

**[0049]** Con el fin de obtener una imagen más completa del fluido de hidrocarburo y la mezcla de agua a lo largo de la línea, se puede obtener una pluralidad de conjuntos de espectros en ubicaciones separadas longitudinalmente en la línea, cada conjunto de espectros obtenido en ubicaciones radialmente espaciadas en la línea. De esta manera, se puede obtener una indicación de cómo el grado de mezcla entre el fluido de hidrocarburo y el agua varía a lo largo de la línea y en una sección transversal de la línea.

25

**[0050]** En algunos casos, los espectros pueden obtenerse en ubicaciones espaciadas radialmente aguas arriba de una entrada de agua de lavado y en ubicaciones espaciadas radialmente aguas abajo de una entrada de agua de lavado. De manera similar, los espectros pueden obtenerse en ubicaciones espaciadas radialmente aguas arriba de una válvula de mezcla y en ubicaciones espaciadas radialmente aguas abajo de una válvula de mezcla.

30

**[0051]** Los espectros obtenidos en ubicaciones espaciadas radialmente aguas arriba de una entrada de agua de lavado y en ubicaciones espaciadas radialmente aguas abajo de una válvula de mezcla son particularmente útiles. En casos, los espectros se pueden obtener en ubicaciones espaciadas radialmente aguas arriba de una entrada de agua de lavado, en ubicaciones espaciadas radialmente aguas abajo de la entrada de agua de lavado, pero aguas arriba de una válvula de mezcla, y en ubicaciones espaciadas radialmente aguas abajo de la válvula de mezcla.

35

**[0052]** Los espectros también se pueden obtener desde la misma ubicación en la línea. En estos casos, los espectros se obtienen en diferentes puntos en el tiempo. Esto es particularmente útil cuando ha habido un cambio en el sistema, y los espectros se obtienen antes y después del cambio. Los cambios incluyen ajustes en la cantidad de agua de lavado que se agrega a la línea, ajustes en el funcionamiento de la válvula de mezcla, como cambios en la caída de presión o el diseño de la cuchilla, y ajustes en la temperatura de la línea.

40

45 **[0053]** En algunos casos, los espectros se obtendrán desde la misma ubicación en la línea antes y después de la adición de agua de lavado a la línea. Se apreciará que, en estos casos, es útil obtener los espectros aguas abajo de la entrada de agua de lavado. Las diferencias mínimas entre los espectros indican una buena mezcla del agua de lavado y el fluido de hidrocarburo.

45

50 **[0054]** Cuando los espectros se obtienen de una pluralidad de ubicaciones en las líneas, por ejemplo, como se describe anteriormente, entonces se puede obtener una pluralidad de espectros en cada ubicación en diferentes puntos en el tiempo.

50

**[0055]** Se pueden obtener espectros para evaluar la influencia de las características de la línea que no sean la entrada de agua de lavado y la válvula de mezcla en la mezcla del fluido de hidrocarburo con agua. Por ejemplo, los aditivos que controlan la emulsión pueden introducirse en la línea a través de una entrada de aditivo. Los espectros se pueden obtener aguas arriba y aguas abajo de la entrada del aditivo. Los espectros también se pueden obtener en una ubicación aguas abajo de la entrada del aditivo, antes y después de que los aditivos que controlan la emulsión se hayan introducido en la línea.

55

60

**[0056]** La etapa de comparar los espectros implica identificar diferencias en los espectros. Como se ha descrito anteriormente, las diferencias entre los espectros pueden indicar que se está produciendo una mezcla inadecuada del fluido de hidrocarburo y el agua. Si se identifican diferencias, entonces se puede modificar el conjunto de condiciones bajo las cuales la materia prima de hidrocarburo pasa al desalador. Las condiciones se modifican en un intento por mejorar la mezcla del fluido de hidrocarburo y el agua.

65

**[0057]** Se apreciará que las diferencias en los espectros se pueden interpretar más fácilmente cuando hay menos diferencias entre los entornos en los que se toman los espectros.

5 **[0058]** En algunos casos, es posible que no se identifiquen diferencias sustanciales al comparar los espectros. Sin embargo, en estos casos, el conjunto de condiciones bajo las cuales la materia prima de hidrocarburo pasa al desalador puede modificarse. Como se apreciará, si las diferencias no se identifican entre los espectros, es posible que ya se haya logrado una mezcla adecuada entre el fluido de hidrocarburo y el agua. Por consiguiente, las condiciones se modifican en un intento por mejorar la eficiencia del proceso de desalinización (por ejemplo, reduciendo el coste del proceso) mientras se mantiene la mezcla adecuada del fluido de hidrocarburo con agua.

**[0059]** El coste del proceso de desalinización se puede reducir al disminuir la entrada de energía a la línea. Esto se puede lograr reduciendo la caída de presión en una válvula de mezcla o reduciendo la temperatura en la línea a través de la cual se pasa la materia prima de hidrocarburo.

15 **[0060]** Una vez que se ha modificado el conjunto de condiciones bajo las cuales la materia prima de hidrocarburo pasa al desalador, el procedimiento de la invención puede comprender probar el efecto de las condiciones modificadas. Las pruebas pueden comprender obtener espectros adicionales de la materia prima de hidrocarburo. Los espectros se pueden utilizar para determinar si las condiciones modificadas tienen un efecto sobre la mezcla del fluido de hidrocarburo con agua.

**[0061]** Alternativamente, el efecto de las condiciones modificadas se puede probar midiendo el contenido de sal del petróleo crudo que sale del desalador. Una reducción en el contenido de sal indica que las condiciones modificadas han mejorado la mezcla del fluido de hidrocarburo con agua. Los procedimientos para medir el contenido de sal del petróleo crudo que sale de un desalador son conocidos en la técnica. Un incremento en el contenido de sal indica que las condiciones modificadas han mejorado la mezcla del fluido de hidrocarburo con agua.

**[0062]** Si las condiciones modificadas afectan la mezcla del fluido de hidrocarburo con agua, las condiciones modificadas pueden mantenerse, revertirse o modificarse aún más. Por consiguiente, se puede ver que el procedimiento de la invención puede ser un proceso iterativo para optimizar la desalinización de una materia prima de hidrocarburo. En un caso, las etapas para obtener espectros, comparar espectros y modificar las condiciones se repiten al menos 3 veces, como mínimo 5 veces. Se entenderá que pueden modificarse diferentes condiciones en cada iteración.

35 **[0063]** El conjunto de condiciones bajo las cuales la materia prima de hidrocarburo pasa al desalador puede modificarse haciendo cambios en la entrada de agua de lavado o haciendo cambios en la válvula de mezcla. Los cambios en la entrada de agua de lavado incluyen ajustar la cantidad de agua de lavado que se agrega y ajustar el dispositivo de inyección de agua de lavado (por ejemplo, la forma del tamaño o la forma de la boquilla, el tipo de dispositivo). Otro cambio potencial en la entrada de agua podría estar modificando su ubicación, por ejemplo, su ubicación respecto a la válvula de mezcla. Los cambios en la válvula de mezcla incluyen ajustar la caída de presión de la válvula de mezcla, ajustar la ubicación de la válvula de mezcla, ajustar el número de válvulas de mezcla, ajustar el dispositivo de válvula de mezcla (por ejemplo, tamaño o tipo de dispositivo), ajustar el grado en que las válvulas de mezcla se abren, la adición o retirada de un mezclador estático, además de la válvula de mezcla, etc.

45 **[0064]** Otros cambios en el conjunto de condiciones pueden incluir ajustes a los componentes aditivos (por ejemplo, aditivos de control de emulsión) introducidos en la línea. Dichos cambios pueden incluir ajustes en la composición química de los componentes aditivos, ajustes en la cantidad de componentes aditivos introducidos, ajustes en la ubicación en la que los componentes aditivos se introducen en la línea.

50 **[0065]** Otros cambios en el conjunto de condiciones pueden incluir ajustes a la temperatura y presión en la línea.

**[0066]** También se pueden hacer cambios en la materia prima de hidrocarburo, por ejemplo, la velocidad a la que la materia prima de hidrocarburo pasa a través de la línea o la cantidad de materia prima de hidrocarburo que se pasa al desalador.

**[0067]** El procedimiento de la presente invención se puede utilizar para optimizar la desalinización de una materia prima de hidrocarburo en un proceso de desalinización. En algunos casos, el procedimiento de la presente invención optimiza la desalinización aumentando la proporción de sal que se elimina del fluido de hidrocarburo durante el proceso de desalinización. Un proceso de desalinización optimizado reduce preferentemente la concentración total de cloruro inorgánico a menos de 5 ppm. Cuando el proceso de desalinización es un proceso de dos etapas, la concentración total de cloruro inorgánico puede reducirse a menos de 2 ppm. El proceso de desalinización también puede optimizarse mediante mejoras en la eficiencia. Las mejoras en la eficiencia incluyen aumentos en el rendimiento, disminución de la energía utilizada para llevar a cabo el proceso de desalinización y disminución del coste del aparato utilizado para llevar a cabo el proceso de desalinización.

**[0068]** Cualquier diseño de desalador convencional puede utilizarse en la invención. Un desalador tendrá típicamente una entrada de materia prima, una salida de hidrocarburo y una salida acuosa. En el proceso de la invención, el fluido de hidrocarburo, el agua y la sal se introducen en el desalador a través de la entrada de materia prima. Se elimina una fase de hidrocarburo del desalador a través de la salida de hidrocarburos. Se elimina una fase acuosa del desalador a través de la salida acuosa.

**[0069]** Puede aplicarse un campo eléctrico al desalador. Esto mejora la separación de la fase acuosa de la fase de hidrocarburo.

**[0070]** La materia prima de hidrocarburo se puede pasar al desalador en una cantidad de 100 a 100 000 barriles por hora, preferentemente de 500 a 50 000 barriles por hora, más preferentemente de 1 000 a 20 000 barriles por hora.

**[0071]** Múltiples etapas de desalinización pueden estar presentes en el proceso de desalinización. El procedimiento en esta invención puede implicar las etapas de obtención de espectros, comparación de espectros y opcionalmente, modificación de las condiciones, como se describe en este documento, en dos o más líneas, cada línea alimentando un desalador. El aparato de la presente invención puede comprender dos o más desaladores, cada uno alimentado por una línea y un espectrómetro de retrodispersión de neutrones.

**[0072]** La invención se describirá ahora con referencia a las figuras y ejemplos adjuntos, en los cuales:

**[0073]** La línea 10 que se muestra en la fig. 1 alimenta un desalador en un proceso de desalinización. La línea 10 comprende una entrada de materia prima de hidrocarburo 12, dos entradas de agua de lavado 14a, 14b y dos válvulas de mezcla 20a, 20b. El petróleo crudo pasa al desalador a través de una tubería (16).

**[0074]** La línea 110 que se muestra en la fig. 4 alimenta un desalador en un proceso de desalinización. La línea 110 comprende una entrada de materia prima de hidrocarburo 112, una única entrada de agua de lavado 114 y dos válvulas de mezcla 120a, 120b. El petróleo crudo pasa al desalador a través de una tubería (116). Un tubo de derivación 118 también está presente en la línea 110.

## EJEMPLOS

**[0075]** Para comprender el contacto del agua de lavado con el petróleo crudo en bruto, los espectros se obtuvieron utilizando retrodispersión de neutrones en una línea que alimenta un desalador de primera etapa y una línea que alimenta un desalador de segunda etapa. El flujo de producto de petróleo crudo del desalador de la primera etapa sirvió como la materia prima de petróleo crudo para el desalador de la segunda etapa. La línea al desalador de la primera etapa tenía una disposición como se muestra en la fig. 1 y la línea al desalador de la segunda etapa tenía una disposición como se muestra en la fig. 4.

**[0076]** Los espectros se obtuvieron en varias ubicaciones (1-7 en la fig. 1; 101-106 en la fig. 4) a lo largo de las líneas, incluyendo aguas arriba de las entradas de agua de lavado, aguas abajo de las entradas de agua de lavado, aguas arriba de las válvulas de mezcla y aguas abajo de las válvulas de mezcla. Las lecturas se tomaron en un punto en el tiempo antes de que se agregara agua de lavado a la línea y en un punto en el tiempo después de que se agregara agua de lavado a la línea.

**[0077]** Para obtener los espectros, el espectrómetro de retrodispersión de neutrones se mantuvo contra el lado de la línea bajo inspección. Para espectros de ubicaciones espaciadas radialmente, el espectrómetro de retrodispersión de neutrones se movió alrededor de la circunferencia de la línea. Las lecturas se tomaron aproximadamente a intervalos de 5 - 7,5 cm alrededor de la línea. En algunos casos, los recuentos solo se pudieron tomar a 180° desde la parte superior de la línea debido al acceso limitado. Las líneas tenían un diámetro de 40 cm y el espectrómetro de retrodispersión de neutrones era capaz de obtener datos de aproximadamente 20 cm en la línea.

**[0078]** Los resultados de las exploraciones de retrodispersión de neutrones en las distintas ubicaciones se muestran como recuentos, que representan los neutrones detectados. Los recuentos de retrodispersión se compararon utilizando gráficas de radar. Las gráficas de radar se graficaron con los recuentos de retrodifusión trazados alrededor de la línea.

**[0079]** Cuando el petróleo crudo y el agua de lavado se mezclaron íntimamente, la diferencia entre el número de neutrones detectados en el petróleo crudo en bruto (es decir, antes de la adición del agua de lavado) y el número de neutrones detectados en el petróleo crudo que contiene agua de lavado era pequeña. Un aumento en la diferencia de conteo indica que la mezcla fue deficiente y podría mejorarse.

**[0080]** Ejemplo 1: análisis de la línea en el primer proceso de desalinización. En la Tabla 1 se muestran las condiciones operativas en el momento del muestreo en la primera etapa:



	Tasa de agua de lavado (barriles / hora)	Cantidad de agua de lavado agregada (% por volumen de petróleo crudo)	Presión delta (psi)	Válvula abierta (%)	Flujo de crudo (barriles / hora)	Velocidad de crudo (m / s)
Válvula de mezcla este	255	5,5	16	19,5	4625	1,55
Válvula de mezcla oeste	264	5,7	15,8	16,5	4625	1,55

**[0081]** La gráfica de radar que se muestra en la fig. 2a muestra los resultados de los espectros obtenidos en la entrada de petróleo crudo (véase la ubicación 1 de la fig. 1), es decir, aguas arriba de la entrada de agua de lavado. El petróleo crudo contenía un 3 % de agua residual. Esta agua se inyectó aguas arriba de los intercambiadores de precalentamiento fríos. La gráfica de radar muestra que el petróleo y el agua se mezclaron uniformemente, sin agua clara o fase de petróleo crudo.

**[0082]** Las gráficas de radar mostradas en las figs. 2b-e muestran los resultados de los espectros obtenidos en varias ubicaciones (ubicaciones 5, 2, 6 y 7 como se muestra en la fig. 1, respectivamente). Los espectros se obtuvieron en un momento en el tiempo antes de la adición de agua de lavado al sistema (indicado en las figs. 2b-e por 'B'), así como en un momento posterior a la adición de agua de lavado en el sistema (indicado en las figs. 2b-e por 'A').

**[0083]** Se puede ver en las figs. 2b-c que el agua de lavado y el petróleo crudo no se mezclaron bien en las ubicaciones 5 y 2, respectivamente, es decir, aguas abajo de una entrada de agua de lavado pero aguas arriba de una válvula de mezcla.

**[0084]** Se puede ver en las figs. 2d-e que el agua de lavado y el petróleo crudo se mezclaron todavía imperfectamente en las ubicaciones 6 y 7, respectivamente, es decir, aguas abajo de una válvula de mezcla.

**[0085]** Las gráficas de radar mostradas en las figs. 2b-e también muestran que los recuentos más altos fueron generalmente hacia la parte inferior de la línea, lo que indica que la concentración de agua fue mayor en la parte inferior de la línea antes y después de las válvulas de mezcla.

**[0086]** Las gráficas de radar mostradas en la fig. 3a muestran los resultados de los espectros obtenidos alrededor de la válvula de mezcla este (20b en la fig. 1), y las gráficas de radar mostradas en la fig. 3b muestran los resultados de los espectros obtenidos alrededor de la válvula de mezcla oeste (20a en la fig. 1). Las gráficas de radar mostradas en las Figs. 3a-b muestran los resultados de los espectros obtenidos en un punto en el tiempo antes de la adición de agua de lavado al sistema (indicado en las figs. 3a-b por 'B'), en un punto en el tiempo después de la adición de agua de lavado al sistema, aguas abajo de la entrada de agua de lavado pero aguas arriba de la válvula de mezcla (indicado en las figs. 3a-b por 'M'), y en un punto en el tiempo posterior a la adición de agua de lavado al sistema, aguas abajo de la válvula de mezcla (indicado en las figs. 3a-b por 'D').

**[0087]** Las gráficas de radar que se muestran en la fig. 3a-b muestran que hay una fase de agua distinta en la parte inferior de la línea después de la inyección de agua de lavado y después de la válvula de mezcla.

**[0088]** Estos resultados sugieren que la mezcla podría mejorarse. Se decidió que el sistema podría modificarse mediante el uso de una válvula de mezcla más pequeña y una boquilla de inyección de agua de lavado.

**[0089]** Ejemplo 2: análisis de la línea en el segundo proceso de desalinización. En la Tabla 2 se muestran las condiciones operativas en el momento del muestreo en la segunda etapa:

	Tasa de agua de lavado (barriles / hora)	Cantidad de agua de lavado agregada (% por volumen de petróleo crudo)	Presión delta (psi)	Válvula abierta (%)	Flujo de crudo (barriles / hora)	Velocidad de crudo (m / s)
Válvula de mezcla	475	5,1	16-16,5	25,0	9250	3,14

**[0090]** La gráfica de radar que se muestra en la fig. 5a muestra los resultados de los espectros obtenidos en la entrada de petróleo crudo (véase la ubicación 4 de la fig. 4), es decir, aguas arriba de la entrada de agua de lavado. Se puede ver que los recuentos obtenidos de la línea en la segunda etapa fueron más bajos que los obtenidos de la

línea en la primera etapa. Esta diferencia se debió a la cantidad de agua en la alimentación de crudos. Mientras que el petróleo sin procesar de la primera etapa incluía un 3 % de agua residual, la alimentación del petróleo crudo de la segunda etapa contenía una cantidad menor de agua (solo la que se transfirió del desalador de la primera etapa).

- 5 **[0091]** Las gráficas de radar mostradas en la Fig. 5b se obtuvieron aguas arriba de una entrada de agua de lavado (en la ubicación 4 como se muestra en la fig. 4, indicada en la fig. 5b por 'U') y aguas abajo de una entrada de agua de lavado pero aguas arriba de una válvula de mezcla (en la ubicación 5 como se muestra en la fig. 4, indicada en la fig. 5b por 'M'). En la gráfica se puede ver que hay dos fases distintas de agua y petróleo.
- 10 **[0092]** Las gráficas de radar mostradas en la Fig. 5c se obtuvieron aguas arriba de una entrada de agua de lavado (en la ubicación 4 como se muestra en la fig. 4, indicada en la fig. 5c por 'U') y aguas abajo de una válvula de mezcla (aguas abajo de la válvula de mezcla 120b como se muestra en la fig. 4, indicada en la fig. 5c por 'D'). Hay una diferencia mínima entre los recuentos de retrodispersión sin agua de lavado y con agua de lavado en el petróleo crudo. Esto indica que la mezcla óptima ya está teniendo lugar en la línea en la segunda etapa.
- 15 **[0093]** Dado que los resultados indican que se produce una buena mezcla entre el petróleo crudo y el agua de lavado, no hay necesidad de mejorar la mezcla. No obstante, los estudios de optimización pueden llevarse a cabo con vistas a mejorar la eficiencia del proceso de desalinización.
- 20 **[0094]** Los resultados demuestran que el uso de la retrodispersión de neutrones es una herramienta eficaz para optimizar un proceso de desalinización.

## REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento para optimizar un proceso de desalinización en el que una materia prima de hidrocarburo pasa por un desalador a través de una línea en un conjunto de condiciones, conteniendo la materia prima de hidrocarburo un fluido de hidrocarburo, agua y una sal, comprendiendo dicho procedimiento:
- 5 obtener espectros de la materia prima de hidrocarburos en una pluralidad de entornos en la línea;
- 10 comparar los espectros; y
- basado en la comparación de los espectros, ya sea modificar o mantener el conjunto de condiciones bajo las cuales la materia prima de hidrocarburo pasa al desalador;
- 15 donde los espectros se obtienen utilizando retrodispersión de neutrones.
2. El procedimiento de la reivindicación 1, donde la materia prima de hidrocarburo comprende petróleo crudo y/o cloruro de sodio.
3. El procedimiento de la reivindicación 1 o la reivindicación 2, donde los espectros se obtienen en una pluralidad de ubicaciones en la línea.
- 20 4. El procedimiento de la reivindicación 3, donde los espectros se obtienen en ubicaciones espaciadas longitudinalmente a lo largo de la línea.
- 25 5. El procedimiento de la reivindicación 4, donde la línea comprende una entrada de agua de lavado y los espectros se obtienen en una ubicación aguas arriba de la entrada de agua de lavado y en una ubicación aguas abajo de la entrada de agua de lavado.
- 30 6. El procedimiento de la reivindicación 4 o la reivindicación 5, donde la línea comprende una válvula de mezcla y los espectros se obtienen en una ubicación aguas arriba de la válvula de mezcla y en una ubicación aguas abajo de la válvula de mezcla.
7. El procedimiento de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, donde los espectros, preferentemente al menos cuatro espectros, se obtienen en ubicaciones espaciadas radialmente alrededor de la línea.
- 35 8. El procedimiento de la reivindicación 7, donde se obtiene una pluralidad de conjuntos de espectros en ubicaciones espaciadas longitudinalmente en la línea, cada conjunto de espectros obtenido en ubicaciones espaciadas radialmente en la línea.
- 40 9. El procedimiento de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, donde los espectros se obtienen en diferentes puntos en el tiempo desde la misma ubicación en la línea, preferentemente donde los espectros se obtienen en un punto en el tiempo antes de la adición de agua de lavado a la línea y en un punto en el tiempo después de la adición de agua de lavado a la línea.
- 45 10. El procedimiento de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, donde, basándose en la comparación de los espectros, se modifica el conjunto de condiciones en las que la materia prima de hidrocarburo se pasa al desalador.
11. El procedimiento de la reivindicación 10, donde el procedimiento comprende además probar el efecto de las condiciones modificadas, donde la prueba comprende preferentemente obtener espectros adicionales de la materia prima de hidrocarburo para determinar si las condiciones modificadas tienen un efecto sobre la mezcla del fluido de hidrocarburo con agua y, si realmente las condiciones modificadas tienen un efecto en la mezcla del fluido de hidrocarburo con agua, manteniendo, invirtiendo o modificando aún más el conjunto de condiciones bajo las cuales la materia prima de hidrocarburo se pasa al desalador; y donde las etapas de obtener espectros, comparar espectros y modificar condiciones se repiten preferentemente al menos tres veces.
- 50 55 12. El procedimiento de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11, donde el conjunto de condiciones bajo las cuales la materia prima de hidrocarburo pasa al desalador se modifica haciendo cambios en la entrada de agua de lavado, haciendo cambios en la válvula de mezcla, ajustando la introducción de componentes aditivos en la línea, ajustando la temperatura y la presión en la línea o realizando cambios en la materia prima de hidrocarburo.
- 60 13. El procedimiento de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 12, donde múltiples etapas de desalinización están presentes en el proceso de desalinización, y las etapas de obtener espectros, comparar espectros y modificar opcionalmente condiciones se llevan a cabo en cada una de las etapas de desalinización.
- 65 14. Un aparato que comprende:

un desalador;

una línea a través de la cual se pasa una materia prima hidrocarbonada al desalador, conteniendo la materia prima  
5 hidrocarbonada un fluido hidrocarbonado, agua y una sal; y

un espectrómetro de retrodispersión de neutrones posicionado para obtener un espectro de la materia prima de hidrocarburo en la línea.

- 10 15. El uso de la retrodispersión de neutrones se realiza en una línea a través de la cual se pasa una materia prima de hidrocarburo a un desalador para optimizar la desalinización de una materia prima de hidrocarburo en un proceso de desalinización, conteniendo la materia prima de hidrocarburo un fluido de hidrocarburo, agua y una sal.

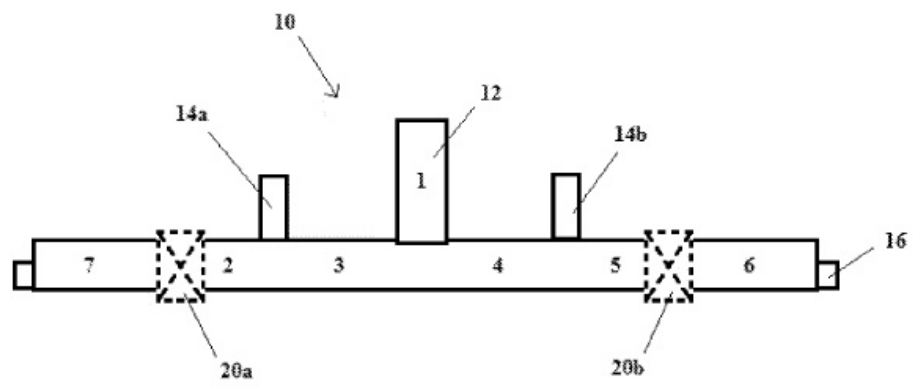


Fig. 1

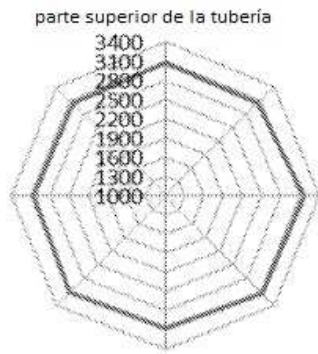


Fig. 2a

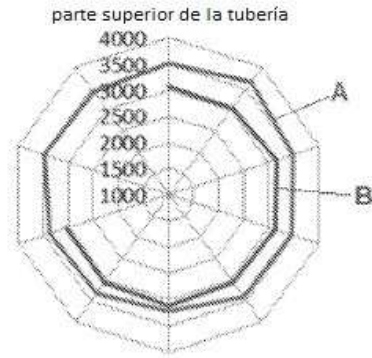


Fig. 2b

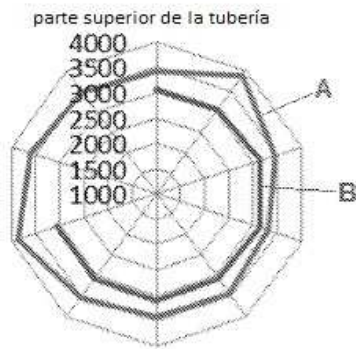


Fig. 2c

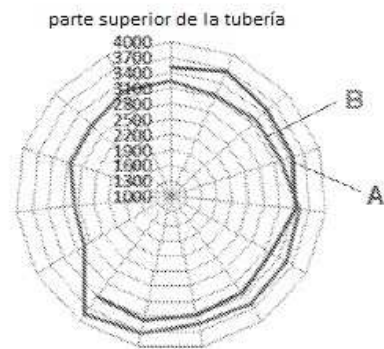


Fig. 2d

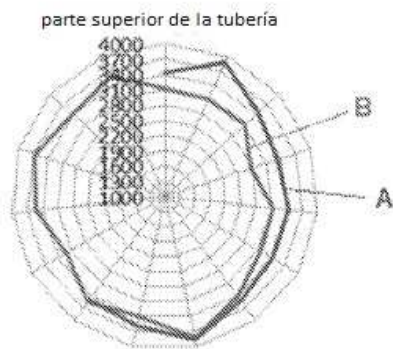


Fig. 2e

parte superior de la tubería

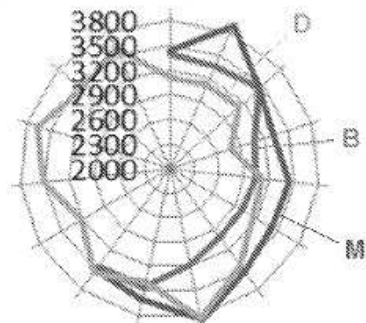


Fig. 3a

parte superior de la tubería

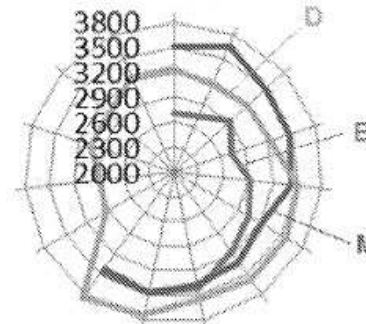


Fig. 3b

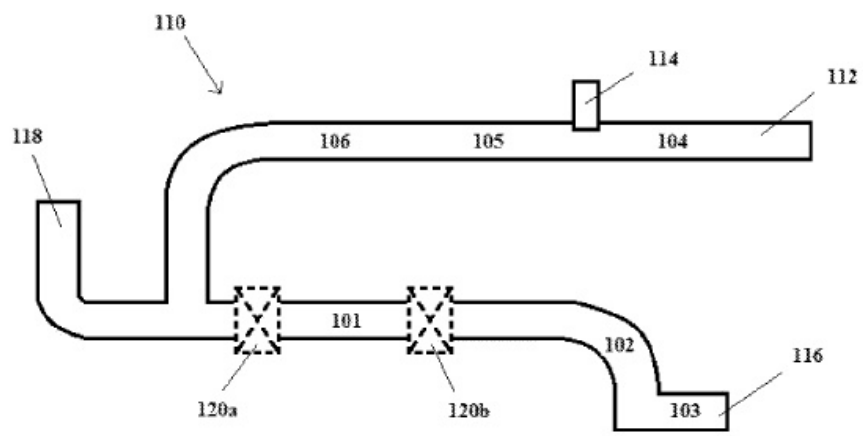


Fig. 4



parte superior de la tubería

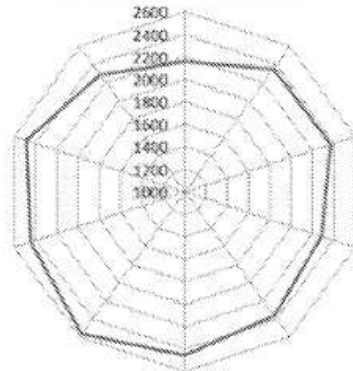


Fig 5a

parte superior de la tubería

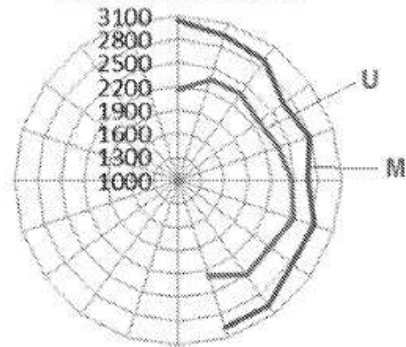


Fig 5b

parte superior de la tubería

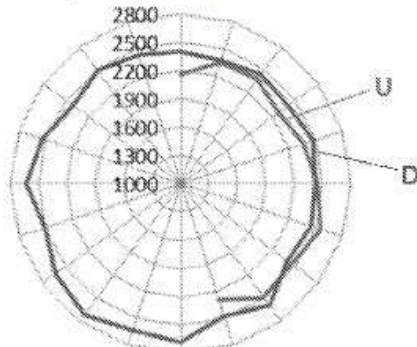


Fig. 5c