

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 774 089**

51 Int. Cl.:

**C10G 53/04** (2006.01)

**C10G 53/12** (2006.01)

**C10G 19/02** (2006.01)

**C10G 19/08** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **26.02.2018** **E 18158555 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **25.12.2019** **EP 3369799**

54 Título: **Proceso mejorado para regenerar una solución alcalina utilizada en un proceso para extraer compuestos sulfurosos que comprende una etapa de lavado**

30 Prioridad:

**01.03.2017 FR 1751678**

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

**16.07.2020**

73 Titular/es:

**AXENS (100.0%)  
89 Bd. Franklin Roosevelt, B.P. 50802  
92508 Rueil-Malmaison Cedex , FR**

72 Inventor/es:

**BESNAULT, JEAN-MICHEL;  
FERRERO, SEBASTIEN y  
DO, MAI PHUONG**

74 Agente/Representante:

**ISERN JARA, Jorge**

ES 2 774 089 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

Proceso mejorado para regenerar una solución alcalina utilizada en un proceso para extraer compuestos sulfurosos que comprende una etapa de lavado

5 La invención se refiere al campo de la extracción de compuestos de azufre tales como mercaptanos, COS, H<sub>2</sub>S o CS<sub>2</sub> de una fracción de hidrocarburos. Esta extracción selectiva se lleva a cabo poniendo en contacto la fracción de hidrocarburos en fase líquida con una solución alcalina, por ejemplo hidróxido de sodio, para formar especies de tipo mercaptídico y sales. Después de la extracción, la solución alcalina cargada con mercáptidos se regenera.

10 La regeneración de la solución alcalina consiste en una reacción de oxidación exotérmica en presencia de un catalizador que convierte las especies de tipo mercaptídico en disulfuros. Dichos disulfuros constituyen una fase de hidrocarburo escasamente soluble en la solución alcalina. La separación de los efluentes del reactor produce, por un lado, una solución alcalina parcialmente regenerada, y por otro, una fase de hidrocarburos rica en disulfuros.

15 La solución alcalina parcialmente regenerada se puede usar directamente de nuevo en la sección de extracción, o se puede tratar para extraer los disulfuros residuales que contiene antes de volver a introducirla en el extractor.

20 El proceso según la invención consiste en mejorar el proceso para la regeneración de la solución alcalina, reduciendo el exceso de solución alcalina utilizada para controlar el aumento de temperatura debido a la reacción de oxidación. El proceso según la invención permite así reducir la cantidad de solución alcalina en la sección de regeneración y, por lo tanto, reducir la inversión, los costes operativos, el inventario de la solución alcalina y el catalizador en la sección de regeneración. Al final, el proceso de acuerdo con la invención hace posible aumentar la eficiencia energética del proceso.

25 Los procesos de eliminación de mercaptano se utilizan en refinerías para fracciones de hidrocarburos que comprenden esencialmente fracciones ligeras que van desde la fracción de metano hasta la de queroseno para transformarlas en productos recuperables. De hecho, la presencia de mercaptanos hace que el hidrocarburo sea oloroso e inestable con una tendencia a formar sulfuro de hidrógeno. Los mercaptanos se encuentran en una gran cantidad de materias primas de hidrocarburos, entre las cuales se pueden mencionar las materias primas resultantes de la destilación de petróleo crudo, por ejemplo, GLP, nafta, gasolina o queroseno, o cargas de extracción de gas de campo o extracción de esquisto bituminoso. Además, las cargas en cuestión también pueden provenir de una unidad de craqueo. Esta lista no es exhaustiva.

35 Descripción resumida de las figuras

La Figura 1 muestra el diagrama de la sección de regeneración de la solución alcalina usada procedente de la sección de extracción de compuestos de azufre de acuerdo con la técnica anterior.

40 La Figura 2 muestra el diagrama de la sección de regeneración de la solución alcalina usada procedente de la sección de extracción según la invención en una primera variante.

La Figura 3 muestra el diagrama de la sección de regeneración de la solución alcalina usada procedente de la sección de extracción según la invención en una segunda variante.

45 La Figura 4 muestra el diagrama de la sección de regeneración de la solución alcalina usada procedente de la sección de extracción según la invención en una tercera variante.

Examen de la técnica anterior

50 La extracción de compuestos de azufre de una fracción de hidrocarburos (gasolina, GLP, etc.) mediante extracción líquido-líquido con una solución alcalina es bien conocida en el estado de la técnica. Cuando la mayoría de las especies de azufre son mercaptanos, o tioles, un tipo de proceso muy extendido consiste en llevar a cabo una extracción preferente a contra corriente de las especies de azufre utilizando una solución alcalina acuosa, generalmente hidróxido de sodio, que gira en bucle a través del proceso, como se describe en la patente US 4.081.354.

55 La solución alcalina que sale de la sección de extracción se denomina solución alcalina enriquecida en compuestos de azufre y se envía a la sección de regeneración. En el resto del texto la denominamos solución alcalina a regenerar o solución alcalina regenerada o usada.

60 En la sección de regeneración, la solución alcalina a regenerar se pone en contacto en el reactor de oxidación con un agente oxidante, generalmente aire u oxígeno puro, o un gas oxidante, en presencia de un catalizador disuelto, por ejemplo, a base de ftalocianina de cobalto para convertir especies de tipo mercaptídico en disulfuros.

65 Los mercáptidos se pueden definir generalmente como sales de mercaptano que contienen el ion RS<sup>-</sup>, donde R es un grupo alquilo o arilo.

Los parámetros asociados con la reacción de oxidación se seleccionan para oxidar casi todos los mercáptidos

presentes en la solución alcalina a disulfuros que son escasamente solubles en la fase alcalina. Opcionalmente, la solución alcalina puede ponerse en contacto simultáneamente en el reactor de oxidación con una fracción de hidrocarburo, en la que se disuelven los disulfuros formados por la reacción.

5 La reacción de oxidación es exotérmica y se debe controlar la temperatura del fluido del proceso en el reactor de oxidación. En los procesos de acuerdo con la técnica anterior, el medio de enfriamiento utilizado es una tubería que permite recircular al menos parte de la solución alcalina regenerada desde la salida de la sección de regeneración hasta la entrada de la sección de regeneración, "evitando", es decir, eludiendo por completo la sección de extracción. Por lo tanto, un exceso de solución alcalina regenerada alimenta el reactor de oxidación y se utiliza para  
10 absorber parte del calor liberado por la reacción de oxidación, lo que hace posible controlar el aumento de temperatura en el reactor de oxidación.

En el resto del texto, la cantidad de solución alcalina utilizada para controlar el aumento de temperatura en el reactor se denominará "solución alcalina en exceso" y opcionalmente "solución alcalina recirculada en exceso" cuando la  
15 solución alcalina utilizada para controlar el aumento de temperatura del reactor proviene de una tubería de recirculación interna a la sección de regeneración.

Cuando el contenido de compuestos de azufre en la alimentación aumenta, el exceso de solución alcalina utilizada para absorber las calorías liberadas por la oxidación de la reacción aumenta y se vuelve relativamente grande en  
20 comparación con la cantidad de solución alcalina usada de la extracción.

El exceso de solución alcalina utilizada en el reactor de oxidación tiene un impacto en la cantidad total de solución alcalina que circula en la sección de regeneración, y en particular en la sección de lavado. Esta cantidad total influye en el inventario de solución alcalina en la sección de regeneración, y por lo tanto, en el coste de las inversiones y el  
25 coste de las operaciones.

La patente US 9.422.483 propone reemplazar el lavado con un hidrocarburo, la última etapa opcional de la regeneración de la solución alcalina a regenerar, mediante una etapa de extracción en una columna de extracción que pone en contacto un hidrocarburo distinto de la carga a tratar, seguido de una etapa de oxidación de disulfuro. Esta patente desvela una solución alternativa al lavado con un hidrocarburo.  
30

El documento WO 2005/121279 A1 desvela un aparato y proceso para extraer compuestos de azufre de una corriente de hidrocarburos.

35 Ninguno de los documentos de la técnica anterior desvela una solución que permita reducir el exceso de solución alcalina regenerada, al tiempo que retiene una exotermicidad idéntica en el reactor de oxidación.

La invención difiere de la técnica anterior en que:

- 40 • Se reduce el caudal de la solución alcalina en la sección de regeneración en comparación con la técnica anterior.
- Se reduce el tamaño del equipo, se minimiza la inversión y se mejora el rendimiento energético del proceso.
- Se reduce la cantidad de fracción de hidrocarburos necesaria para la sección de lavado de la solución alcalina, lo que reduce el consumo de esta fracción y el impacto en la unidad aguas abajo que la retira una vez cargada con compuestos de azufre.
- 45 • Se reduce el inventario de la solución alcalina de la unidad, lo que reduce el consumo y la purga de la solución alcalina durante las fases transitorias, por ejemplo, iniciar y detener la unidad.
- Se reduce el inventario de catalizador de la unidad, lo que reduce el consumo de catalizador y la purga durante las fases transitorias, por ejemplo, iniciar y detener la unidad.
- 50 • Según las variantes de la invención, se mejora el control de la exotermicidad en el reactor de oxidación.

Descripción resumida de la invención

55 El principio de la presente invención consiste en mejorar el proceso para la regeneración de la solución alcalina, reduciendo el exceso de solución alcalina recirculada, mientras se mantiene una exotermicidad idéntica en el reactor de oxidación de dicha sección de regeneración.

De acuerdo con la invención, para controlar la temperatura del reactor de oxidación preferiblemente se usa como medio de enfriamiento un exceso de solución alcalina recirculada que consiste en una solución alcalina parcialmente regenerada. Dicha solución parcialmente regenerada está agotada en mercáptidos, pero contiene disulfuros residuales. Por ejemplo, puede ser una solución alcalina tal como sale del reactor de oxidación, después de la separación de la fase de hidrocarburos rica en disulfuros y el enfriamiento.  
60

De hecho, a la salida del reactor de oxidación, la fase alcalina se separa de la fase de hidrocarburos rica en disulfuro. Dicha fase consiste solo en disulfuros, o en una fracción de hidrocarburos rica en disulfuros, si una fracción de hidrocarburos se inyecta simultáneamente en el reactor de oxidación que da lugar a la disolución de los disulfuros  
65

en esta fracción.

La solución alcalina, resultante de la separación, ya no contiene mercáptidos sino disulfuros residuales del orden de 200 ppm (peso). Se denomina solución alcalina parcialmente regenerada o, en caso de que la solución alcalina sea hidróxido de sodio, hidróxido de sodio parcialmente regenerado.

Después de la separación, dicha solución alcalina parcialmente regenerada se enfría y a continuación se somete a un tratamiento que permite reducir su contenido de disulfuro residual.

Este tratamiento generalmente consiste en poner en contacto una fracción de hidrocarburo que no contiene compuestos de azufre, habitualmente un hidrocarburo desulfurado como una fracción de nafta o una fracción de gasolina desulfurada. La mezcla obtenida se separa a continuación en una fase de hidrocarburo y una fase acuosa en un matraz de lavado o un medio de separación equivalente. La fase acuosa constituye la solución alcalina completamente regenerada y la fase de hidrocarburos es una fracción de hidrocarburos parcialmente enriquecida en compuestos de azufre que pueden enviarse al reactor de oxidación.

La sección que implementa dicho tratamiento se denomina habitualmente sección de lavado.

La solución alcalina que sale de la sección de regeneración se denomina solución alcalina regenerada o solución alcalina agotada en compuestos de azufre ("Lean caustic" según la terminología inglesa). En el resto del texto la denominamos solución alcalina regenerada, o más precisamente, solución alcalina totalmente regenerada.

De acuerdo con la invención, el exceso de solución alcalina parcialmente regenerada recirculada al reactor de oxidación (4) para controlar el aumento de temperatura, generalmente está disponible a una temperatura menor o igual a 45 °C, habitualmente entre 10 °C y 45 °C, preferiblemente entre 35 °C y 45 °C, aguas abajo de los medios de enfriamiento (14), habitualmente un intercambiador.

En general, la purga de solución alcalina parcialmente regenerada y la solución alcalina fresca correspondiente se preparan aguas arriba del enfriamiento (14). Este suministro y esta purga pueden ser continuos o intermitentes. Por lo tanto, el exceso de solución alcalina recirculada también puede ser una mezcla de solución alcalina fresca y solución alcalina parcialmente regenerada.

Según una primera variante de la invención, un exceso de solución alcalina recirculada (21a) se envía al reactor de oxidación, por el circuito que alimenta el reactor, ya sea corriente arriba del intercambiador de precalentamiento (2) de la solución alcalina para regenerarse en la tubería (1a) que sale de la sección de extracción, ya sea aguas abajo (1b) y (1c) del intercambiador (2). Por lo tanto, el exceso de solución alcalina recirculada se envía al reactor de oxidación como una mezcla con la solución alcalina usada para regenerar.

Según esta primera variante, la cantidad total de solución alcalina presente en el reactor de oxidación (4) se reduce en comparación con la técnica anterior, así como el inventario de solución alcalina en toda la sección de regeneración. Además, la sección de lavado solo procesa la solución alcalina que debe usarse en la sección de extracción y, por lo tanto, ve reducido su tamaño y sus costes operativos.

Según una segunda variante de la invención, se envía un exceso de solución alcalina (22a) al reactor de oxidación (4), directamente en uno o más puntos de dicho reactor.

Cada punto de inyección puede estar equipado ventajosamente con un dispositivo de distribución, tal como una rampa de inyección, u opcionalmente un dispositivo de mezcla, del tipo de caja de enfriamiento. Hablamos de una caja de "quench" en la terminología anglosajona. Un dispositivo de distribución permite distribuir el exceso de solución alcalina de manera homogénea en el reactor. Un dispositivo de mezcla también permitirá mezclar el exceso de solución alcalina y la corriente contenida en el reactor. Cada punto de inyección puede equiparse con otro tipo de dispositivo equivalente. El reactor de oxidación puede estar provisto de uno o más termopares o cualquier medio equivalente para medir la temperatura, con el fin de ajustar el exceso de caudal(es) de solución alcalina a introducir en cada uno de los puntos de inyección, de acuerdo con una ley que permita controlar el aumento de la temperatura en el reactor.

La velocidad de inyección de la solución alcalina recirculada se puede controlar utilizando las mediciones de temperatura ubicadas aguas arriba y aguas abajo del reactor de oxidación.

Según esta variante de la invención, el exceso de solución alcalina inyectada en el reactor puede provenir de una recirculación de solución alcalina o de una corriente procedente del exterior de la sección de regeneración.

Según una tercera variante de la invención, el reactor de oxidación está provisto de un medio de enfriamiento adicional, habitualmente un equipo (23), que permite enfriar directamente la corriente en circulación en el reactor de oxidación (4) para reducir aún más el exceso de solución alcalina utilizada.

Este equipo (23) habitualmente puede ser un intercambiador o cualquier medio equivalente, por ejemplo, un intercambiador lateral, un pasador o un serpentín instalado en el reactor, un reflujo circulante, o una camisa doble alrededor del reactor. Esta lista no es exhaustiva. El fluido refrigerante puede ser una corriente interna a la unidad, o una corriente externa a la unidad o una utilidad fría, por ejemplo agua, o un fluido refrigerante específico. Esta tercera variante es compatible con la primera variante y la segunda variante de la presente invención.

Según otra variante de la invención, el exceso de solución alcalina recirculada se puede enfriar, por medios de enfriamiento adicionales tales como un intercambiador adicional o cualquier otro equipo equivalente, a una temperatura que es al menos 5 °C más baja que la de la solución alcalina parcialmente regenerada enfriada (15), habitualmente a una temperatura entre 10 °C y 40 °C, preferiblemente entre 10 °C y 35 °C.

Por último, según otra variante de la invención, el exceso de solución alcalina se reemplaza por la adición de un exceso de agente oxidante, por ejemplo aire u oxígeno corriente arriba o directamente en el reactor de oxidación (4) por al menos un punto de inyección.

Las diferentes variantes de la invención se pueden combinar durante el diseño de la unidad. Se pueden operar simultánea o alternativamente. Así, la unidad puede estar provista, por un lado, de una tubería de recirculación que permita enviar un exceso de solución alcalina recirculada en el circuito aguas arriba del reactor de oxidación y, por otro, de una tubería de recirculación para enviar un exceso de solución alcalina recirculada en uno o más puntos del reactor de oxidación. Independientemente de cuál sea la variante de la invención, el reactor de oxidación (4) puede estar provisto de un medio de enfriamiento (23).

Según la invención, para un aumento idéntico de la temperatura en el reactor de oxidación, el exceso de solución alcalina en la sección de regeneración se reduce en comparación con la técnica anterior, lo que hace posible minimizar la inversión necesaria para construir estas unidades y mejorar la eficiencia energética del proceso y, por lo tanto, los costes operativos correspondientes.

La invención se puede usar ventajosamente en el contexto de una unidad de "descongestionamiento", es decir un aumento en su capacidad de producción.

En resumen, la invención puede definirse como un proceso para la regeneración de una solución alcalina usada utilizada en una unidad para extraer compuestos de azufre de una fracción de hidrocarburos, que comprende la siguiente secuencia de etapas:

- a) La solución alcalina usada (1a) se envía a un reactor de oxidación (4) en el que se pone en contacto con un agente oxidante (5) y un catalizador (3), dicha solución alcalina usada se calienta previamente por medio de un intercambiador (2) a una temperatura entre 40 °C y 50 °C.
- b) Los efluentes (7) del reactor de oxidación (4) se envían a un separador (8) del cual se extrae una fase de hidrocarburos rica en disulfuros (10), y una solución alcalina parcialmente regenerada (11),
- c) La solución alcalina parcialmente regenerada (11) de la etapa b) se enfría a una temperatura menor o igual a 45 °C,
- d) La solución alcalina parcialmente regenerada enfriada (15) en la etapa c) se divide en dos corrientes:
  - una corriente que constituye el exceso de solución alcalina recirculada que se envía aguas arriba (21a), o directamente (21b), en el reactor de oxidación (4), y que constituye el medio de enfriamiento utilizado para controlar el aumento de temperatura de dicho reactor, y
  - una corriente (21b) o (22b) que continúa el proceso de regeneración,
- e) La corriente (21b) o (22b), resultante de la etapa d), se mezcla con una fracción de hidrocarburo sin compuestos de azufre (16),
- f) La mezcla de la etapa e) se envía a un separador (18) del cual se extrae una solución alcalina totalmente regenerada (19) y una fracción de hidrocarburo parcialmente enriquecida en disulfuros (6).

Según una primera variante preferida del proceso de regeneración según la invención, el exceso (21a) de solución alcalina recirculada se envía al reactor de oxidación (4), por el circuito aguas arriba de dicho reactor de oxidación (4), mezclado con la solución alcalina usada (1a).

Según otra variante preferida del proceso de regeneración según la invención, el exceso (22a) de solución alcalina recirculada se envía al reactor de oxidación (4), directamente en uno o más puntos de dicho reactor de oxidación (4).

Según otra variante preferida del proceso de regeneración según la invención, el punto o puntos de introducción del exceso de solución alcalina recirculada en el reactor de oxidación (4) están provistos de un medio de difusión o un medio de mezcla.

De acuerdo con otra variante preferida del proceso de regeneración de acuerdo con la invención, el punto o puntos de introducción del exceso de solución alcalina recirculada en el reactor de oxidación (4) se colocan de manera que

se pueda controlar el aumento de temperatura del reactor de oxidación (4).

Generalmente, el catalizador utilizado en el reactor de oxidación es del tipo de ftalocianina de cobalto o de vanadio.

5 Generalmente, el catalizador utilizado en el reactor de oxidación se añade a la solución alcalina en la entrada del reactor de oxidación para alcanzar una concentración de catalizador en la solución alcalina de entre 10 y 1000 ppm en peso, preferiblemente entre 10 y 500 ppm en peso.

10 Según otra variante preferida del proceso de regeneración según la invención, el reactor de oxidación (4) está equipado con un medio de enfriamiento (23).

15 Según otra variante preferida del proceso de regeneración según la invención, el exceso de solución alcalina recirculada (21a) o (22a) se enfría a una temperatura al menos 5 °C inferior a la de la solución alcalina parcialmente regenerada, antes de ser devuelta al reactor de oxidación (4).

En el proceso de regeneración de acuerdo con la presente invención, la fracción de hidrocarburos tratada en la unidad de extracción de compuestos de azufre puede variar generalmente de metano a queroseno.

20 La instalación para regenerar una solución alcalina usada utilizada en una unidad para extraer compuestos que contienen azufre de una fracción de hidrocarburo, de acuerdo con la invención, comprende al menos:

– un equipo (2) que permite calentar la solución alcalina usada antes de su introducción en el reactor de oxidación a una temperatura entre 40 °C y 50 °C,

25 – un reactor de oxidación (4), en el que la solución alcalina usada se pone en contacto con un agente oxidante (5) y un catalizador (3),

– un separador (8) alimentado por el efluente del reactor de oxidación (4), del cual se extrae una fase de hidrocarburos rica en disulfuros (10), y una solución alcalina parcialmente regenerada (11),

30 – un medio de enfriamiento (14) para enfriar la solución alcalina parcialmente regenerada (11) desde el separador a una temperatura menor o igual a 45 °C,

– un medio para dividir la solución alcalina parcialmente regenerada enfriada (15) en dos corrientes:

35 – una corriente que constituye el exceso de solución alcalina recirculada que se envía aguas arriba (21a), o directamente (22a), al reactor de oxidación (4), y

– una corriente (21b) o (22b) que continúa el proceso de regeneración

40 – un medio de enfriamiento que consiste en el exceso de solución alcalina recirculada que se envía aguas arriba (21a), o directamente (22a), al reactor de oxidación (4),

45 – un medio para mezclar la corriente (21b) o (22b), con una fracción de hidrocarburo sin compuestos de azufre (16),

– un separador (18) alimentado por la mezcla, del cual se extrae una solución alcalina totalmente regenerada (19), y una fracción de hidrocarburo parcialmente enriquecida en disulfuros (6).

50 Según una primera variante preferida de la instalación para regenerar la solución alcalina usada según la invención, el reactor de oxidación está equipado con un medio de enfriamiento adicional (23).

55 Según otra variante preferida de la planta de regeneración para solución alcalina usada según la invención, un medio de enfriamiento adicional hace posible enfriar el exceso de solución alcalina recirculada (21a) o (22a) a una temperatura inferior en el menos 5 °C a la de la solución alcalina parcialmente regenerada enfriada (15).

#### Descripción detallada de la invención

60 La presente invención se refiere a un proceso para extraer compuestos de azufre presentes en una fracción de hidrocarburos, en caso de que la mayoría de las especies de azufre sean mercaptanos, denotados como RSH, por ejemplo, metanotiol CH<sub>3</sub>SH, etanotiol C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>SH, propanotiol C<sub>3</sub>H<sub>7</sub>SH, y donde también pueden estar presentes otras especies de azufre, como el sulfuro de hidrógeno H<sub>2</sub>S o el oxisulfuro de carbono COS.

65 La carga de la solución alcalina usada a tratar se introduce continuamente a la sección de regeneración y se devuelve continuamente a la sección de extracción. Opcionalmente puede provenir de diferentes secciones de

extracción separadas y volver a ella después de la regeneración. En la sección de regeneración, la solución alcalina se suministra y purga de manera discontinua (proceso en lotes o discontinuo) o de forma permanente (proceso continuo) para mantener su calidad constante.

5 Esta parte de la descripción proporciona información sobre la sección de extracción que no es el objeto de la presente invención, pero permite una mejor comprensión de la misma.

10 La carga a tratar, que comprende compuestos de azufre, puede entrar primero en una sección de pretratamiento que consiste, por ejemplo, en un recinto de pretratamiento precargado con una solución alcalina, habitualmente hidróxido de sodio diluido a una concentración de entre el 2 y el 10 % en peso.

15 La solución alcalina en el recinto de pretratamiento se renueva de acuerdo con un ciclo operativo de entre 3 y 30 días, dependiendo de la antigüedad de la solución. El pretratamiento extrae una cantidad variable de especies de azufre, incluidos los mercaptanos. Dependiendo de las unidades, es posible tener diferentes esquemas de pretratamiento con, por ejemplo, al menos dos pretratamientos operando en paralelo o un sistema de purga continua adicional en esta sección. Esta lista no es exhaustiva.

20 La carga de hidrocarburos a continuación ingresa a una sección de extracción, convencionalmente una columna de extracción a contracorriente. La fracción de hidrocarburos se introduce en el fondo de la columna. Dicha columna de extracción también se suministra con una solución alcalina regenerada, habitualmente hidróxido de sodio, en la parte superior de la columna. La concentración de hidróxido de sodio se encuentra entonces entre el 5 % y el 25 % en peso, preferiblemente entre el 13 y el 17 % en peso. La solución alcalina también puede contener disolventes orgánicos polares, por ejemplo del tipo dialquil sulfóxido, aminoalcoholes, aminohidroxialquiléteres, alquilaminas, alquilpoliaminas, alquilamidas, solos o como una mezcla. La solución alcalina puede contener, más en general, hidróxidos de metales alcalinos, pero también hidróxidos de metales alcalinotérreos y bases débiles.

25 La función de la sección de extracción es extraer la mayoría de los mercaptanos presentes en la carga de hidrocarburos. De hecho, los mercaptanos forman mercáptidos en presencia de la solución alcalina que se disuelve preferentemente en la solución alcalina acuosa y, en consecuencia, se extrae de la carga de hidrocarburos. La carga de hidrocarburos así refinada sale de la columna en la cabeza de la columna.

30 La solución alcalina que sale de la sección de extracción se carga con mercáptidos, por ejemplo, especies de tiolato de sodio de tipo RS-Na, correspondientes a mercaptanos extraídos, disociados y recombinados con iones de sodio Na<sup>+</sup> si la solución alcalina es hidróxido de sodio.

35 La oxidación de la solución alcalina cargada con mercáptidos que sale de la extracción puede llevarse a cabo en diferentes tipos de equipos denominados reactor de oxidación. Dicho reactor generalmente es un matraz vertical alimentado desde el fondo, diseñado para poner en contacto el agente oxidante, generalmente gaseoso, con la solución alcalina cargada con mercáptidos en la fase líquida, y opcionalmente con una fase de hidrocarburo, también en fase líquida.

40 La tecnología que se encuentra a menudo para el reactor de oxidación es la de una columna empaquetada, por ejemplo con anillos Raschig o anillos Pall u otros tipos de empaquetamiento. La reacción de oxidación es exotérmica y se debe controlar la temperatura del fluido del proceso en el reactor de oxidación. De hecho, es necesaria una temperatura mínima para que se inicie la reacción de oxidación. Sin embargo, la temperatura del proceso debe controlarse para que se encuentre dentro del rango de operación óptimo.

45 Las figuras adjuntas son diagramas de la sección de regeneración de acuerdo con la técnica anterior (Figura 1) y según la invención en sus diferentes variantes (figuras 2, 3 y 4).

50 Las corrientes o equipos que tienen el mismo significado en la técnica anterior y de acuerdo con la presente invención tienen el mismo número.

55 La Figura 1 ilustra el diagrama de la sección de regeneración según la técnica anterior.

60 La corriente de solución alcalina a regenerar (1a) se calienta habitualmente entre 40 y 50 °C, y preferiblemente entre 42 °C y 47 °C en un intercambiador (2), generalmente con vapor industrial, o en un equipo equivalente, antes de la adición de aire a través de la línea (5) y de catalizador a través de la tubería (3), y a continuación la corriente (1c) entra en un reactor de oxidación (4). La presencia de un catalizador disuelto (3) en la solución alcalina promueve la reacción de oxidación de mercáptidos a disulfuros denominados RSSR'. El catalizador utilizado puede ser de la familia de las ftalocianinas. Se pueden usar las ftalocianinas de metales como cobalto, hierro, manganeso, molibdeno o vanadio.

65 Preferiblemente, se usan ftalocianinas de cobalto o vanadio. Como las ftalocianinas metálicas no son solubles en el medio acuoso, sus derivados sulfonados como el trisulfonato o tetrasulfonato de ftalocianina se usan generalmente en el reactor de oxidación.

También se pueden usar otros catalizadores. El catalizador se añade a la solución alcalina en la entrada del reactor de oxidación para alcanzar una concentración de catalizador en la solución alcalina de entre 10 y 1000 ppm en peso, preferiblemente entre 10 y 500 ppm en peso. Los disulfuros son insolubles en la fase alcalina. La corriente de hidrocarburos que proviene del matraz de lavado (18) se inyecta en la solución alcalina usada, por ejemplo aguas arriba del reactor de oxidación (4), por la línea (6) en la corriente (1b). Esta corriente de hidrocarburos concentra los disulfuros producidos durante la reacción de oxidación.

La presión en la cabeza del reactor de oxidación está entre 0,1 y 1,0 MPa, preferiblemente entre 0,45 y 0,65 MPa.

El medio multifásico que sale del reactor de oxidación (4) a través de la tubería (7) se envía a un matraz separador (8) ("Disulfures Separator Drum" en terminología inglesa). El matraz separador (8) puede reemplazarse por cualquier medio físico de separación entre una fase gaseosa, una fase de hidrocarburo y una fase acuosa. En dicho matraz, se separan una fase gaseosa, una fase de hidrocarburo rica en especies de azufre de tipo disulfuro que se purga a través de la tubería (10), y una fase de solución alcalina parcialmente regenerada (11) que contiene una cantidad de disulfuros residuales, habitualmente del orden de 200 ppm en peso. El exceso de agente oxidante empobrecido en oxígeno sale del matraz separador (8) a través de la tubería (9).

Parte de la solución alcalina parcialmente regenerada (11) se purga a través de la tubería (12) para mantener constante la concentración de la solución alcalina a fin de mantener la calidad de la extracción. De hecho, parte de la solución alcalina es consumida por las reacciones secundarias que producen en particular sales, por ejemplo sales de  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  y  $\text{Na}_2\text{S}$ . La adición de solución alcalina fresca correspondiente se lleva a cabo a través de la tubería (13).

Después de purgar y añadir, la solución alcalina parcialmente regenerada se enfría a continuación por un medio de enfriamiento (14), habitualmente un intercambiador que funciona con agua de enfriamiento o un equipo equivalente, como, por ejemplo, un enfriador de aire o un intercambiador que usa un refrigerante distinto al agua industrial, a una temperatura menor o igual a 45 °C, preferiblemente entre 35 °C y 45 °C, y a continuación se envía a la sección de lavado.

A continuación, la sección de lavado procesa la solución alcalina parcialmente regenerada enfriada (15) para extraer disulfuros residuales de la misma. Dicha sección consiste convencionalmente en una inyección de una fracción de hidrocarburo (16) que no contiene compuestos que contienen azufre, generalmente un hidrocarburo de tipo nafta o una fracción de gasolina que se ha desulfurado previamente. Opcionalmente, un mezclador en línea (17) permite poner la solución alcalina parcialmente regenerada bien en contacto con el hidrocarburo limpio (16). A continuación, los dos fluidos se separan en un matraz separador denominado matraz de lavado (18). Dicho matraz de lavado se puede reemplazar por cualquier medio físico de separación entre una fase de hidrocarburo y una fase acuosa. La solución alcalina totalmente regenerada (19) puede enviarse a la sección de extracción, y la fracción de hidrocarburo parcialmente enriquecida en disulfuros puede enviarse a la alimentación del reactor de oxidación a través de la línea (6). Dependiendo de las unidades, es posible tener diferentes diagramas de secciones de lavado con, por ejemplo, varias secciones de lavado que funcionan en serie.

La solución alcalina completamente regenerada que sale de la sección de lavado se divide en dos corrientes:

- una corriente (19) que puede devolverse a la sección de extracción, y
- una corriente (20) que se envía a la entrada de la sección de regeneración, "evitando", es decir, eludiendo por completo la sección de extracción.

La corriente (20) constituye un exceso de solución alcalina completamente regenerada que alimenta el reactor de oxidación y que se usa como un medio de enfriamiento para absorber parte del calor liberado por la reacción de oxidación y para controlar el aumento de temperatura en dicho reactor.

La Figura 2 ilustra una primera variante del proceso según la invención. El proceso según la invención elimina la tubería de recirculación de la solución alcalina completamente regenerada (20) cuyo punto de partida en la técnica anterior se encuentra, a la salida de la sección de regeneración, aguas abajo del matraz de lavado (18) de acuerdo con la Figura 1. De acuerdo con la invención, el exceso de solución alcalina recirculada, que consiste en solución alcalina parcialmente regenerada enfriada (15), se elimina, aguas abajo del intercambiador (14) y aguas arriba del matraz de lavado (18). Dicho exceso se devuelve al reactor de oxidación (4), en mezcla con la corriente de solución alcalina usada, por la nueva línea de recirculación (21a). Es decir que dicha nueva línea de recirculación (21a) permite inyectar el exceso de solución alcalina en el circuito aguas arriba del reactor de oxidación (4). El punto final de dicha línea también se puede colocar aguas arriba del intercambiador de precalentamiento (2) en la tubería (1a) o aguas abajo en las tuberías (1b) y (1c). El caudal en esta línea (21a) se ajusta en función del aumento de temperatura en el reactor de oxidación (4), a fin de controlar el aumento de temperatura en el mismo.

La Figura 3 ilustra una variante de la presente invención en la que la línea (21a) para recircular la solución alcalina parcialmente regenerada se reemplaza por una línea (22a) que desempeña el mismo papel, es decir, devuelve un exceso de solución alcalina recirculada al reactor de oxidación (4) para controlar su aumento de temperatura, y con

el mismo punto de partida, pero cuyo punto final se encuentra en el propio reactor de oxidación (4) a la llegada de uno o más puntos. En el caso de que se utilicen varios puntos de introducción, opcionalmente es posible variar el exceso de corriente de solución alcalina recirculada en cada uno de los puntos de acuerdo con una ley que permite controlar el aumento de temperatura en todo el reactor de oxidación (4).

5 La Figura 4 ilustra una variante de la presente invención que reduce aún más el exceso de solución alcalina recirculada utilizada para controlar la temperatura en el reactor de oxidación (4). De hecho, al equipar este reactor con un medio de enfriamiento adicional, como un intercambiador (23) o cualquier otro medio equivalente, es posible reducir aún más el exceso de caudal de solución alcalina recirculada devuelta al reactor de oxidación (4) por la línea (22a), o aguas arriba del reactor (4) por la línea (21a), dependiendo de la variante elegida.

Ejemplos según la invención

15 La invención se entenderá mejor al leer los ejemplos comparativos que siguen. Consideramos una unidad para extraer mercaptanos presentes en una fase de hidrocarburos de tipo LPG, una mezcla de alcanos con 2, 3, 4 y 5 átomos de carbono. La solución alcalina utilizada para llevar a cabo esta extracción consiste en hidróxido de sodio. La carga de hidrocarburos a tratar proviene de una unidad de destilación de condensados. Tiene un rendimiento de 13,2 t/h y la composición que se muestra en la Tabla 1 a continuación:

20

Tabla 1: Propiedades de la carga

Propiedades		% en peso
Etano,	% en peso	0,3
Propano	% en peso	18,3
Butano,	% en peso	77,2
Pentano,	% en peso	2,2
<u>Impurezas</u>		
H <sub>2</sub> S,	ppm en peso	5000
COS	ppm en peso	225
metil-mercaptanos,	ppm en peso	9000
etil-mercaptanos,	ppm en peso	5625
propilo-mercaptanos,	ppm en peso	150

Para los ejemplos, se considerará que la carga, antes de la sección de extracción, pasa a través de la denominada sección de prelavado que permite eliminar completamente el H<sub>2</sub>S y el COS.

25 En la sección de lavado y en el reactor de oxidación, se usa una fracción a base de hidrocarburos que consiste en una fracción del tipo de nafta desulfurada, cuyas propiedades se dan en la Tabla 2 a continuación:

Tabla 2: Propiedades de la fracción de hidrocarburos utilizado en la sección de lavado

TBP		°C
Temperatura de ebullición inicial		50
5		74
10		80
30		103
50		118
70		136
90		162
95		175
Temperatura de ebullición final		198
Peso molecular,	kg/kmol	110,6
Densidad,	kg/m <sup>3</sup>	730
Azufre total,	ppm en peso	< 5

30 Para todos los ejemplos, el caudal de hidróxido de sodio regenerado (19) que alimenta la sección de extracción es de 3,9 t/h con un contenido de hidróxido de sodio del 15 % en peso y a una temperatura de 40 °C. Después de la reacción con los compuestos que contienen azufre, el hidróxido de sodio usado (1a), es decir, enriquecido en compuestos que contienen azufre, obtenido a la salida de la sección de extracción (por lo tanto, a la entrada de la sección de regeneración) tiene un contenido en hidróxido de sodio del 10,7 % en peso y un caudal de 4,1 t/h.

35 Para todos los ejemplos, el consumo de hidróxido de sodio fresco (13) es cero, y la cantidad de hidróxido de sodio parcialmente regenerado (12) purgado también es cero (operación intermitente de la purga adicional).

Ejemplo 1:

40

Este ejemplo se realiza de acuerdo con la técnica anterior. El proceso de acuerdo con la técnica anterior está representado por el diagrama de la Figura 1.

5 Para controlar el aumento de temperatura en el reactor y obtener una diferencia de temperatura de 9 °C se utiliza un exceso de hidróxido de sodio recirculado de 9,1 t/h que consiste en hidróxido de sodio completamente regenerado a 40 °C "que evita" la sección de extracción por la línea (20) entre la entrada y la salida del reactor de oxidación (4).

10 El exceso de hidróxido de sodio que "evita" la sección de extracción por la línea (20) se mezcla con el hidróxido de sodio usado procedente de la sección de extracción (1a). La mezcla se calienta a continuación a 45 °C en un intercambiador (2) antes de la adición de aire a través de la línea (5) (0,2 t/h) y del catalizador (3), y a continuación ingresa al reactor de oxidación (4). La cantidad de catalizador inyectado tiene como objetivo mantener una concentración de catalizador de 250 ppm en peso en la solución alcalina que ingresa al reactor.

15 El reactor de oxidación (4) funciona a 0,59 MPa, en la cabeza del reactor. A la salida del reactor de oxidación, el hidróxido de sodio ya no contiene tiolatos de sodio y está saturado con oxígeno disuelto.

20 El intercambiador (2) utilizado para calentar la mezcla de hidróxido de sodio usado y la solución alcalina completamente regenerada a 45 °C consume 70 kW y el intercambiador (14) para enfriar el hidróxido de sodio parcialmente regenerado, utilizado para enfriarlo de 54 °C a 40 °C, consume 200 kW.

El caudal de la fracción de hidrocarburo inyectada a través de la tubería (16) aguas arriba del matraz de lavado (18) y posteriormente inyectada en el reactor de oxidación a través de la línea (6) es de 1,6 t/h. La cantidad de fracción de hidrocarburo (10) rica en disulfuros purgada es de 1,8 t/h.

25 La corriente que ingresa al reactor de oxidación, que consiste en el hidróxido de sodio a regenerar, el exceso de hidróxido de sodio completamente regenerado recirculado, y la fracción de hidrocarburos tiene un caudal de 15,0 t/h. En la sección de lavado, el caudal del hidróxido de sodio parcialmente regenerado (11) que ingresa a la sección de lavado es de 13,0 t/h.

### 30 Ejemplo 2:

El proceso de acuerdo con la invención se simula de acuerdo con el diagrama descrito en la Figura 2.

35 Un exceso de hidróxido de sodio recirculado (21a) de 9,1 t/h, que consiste en hidróxido de sodio parcialmente regenerado a 40 °C, se envía al circuito aguas arriba del reactor de oxidación (4) a través de la línea (21a) para verificar el aumento de temperatura en el reactor de oxidación (4) y obtener una diferencia de temperatura de 9 °C entre la entrada y la salida del reactor de oxidación.

40 El exceso de hidróxido de sodio recirculado (21a) se mezcla con la corriente que ingresa al reactor de oxidación (4), que consiste en hidróxido de sodio usado precalentado en el intercambiador (2) antes de la adición de aire por la línea (5) (0,2 t/h) y catalizador (3). El producto de la mezcla de la corriente (1c) y el exceso de hidróxido de sodio parcialmente regenerado recirculado se introduce a 45 °C en el reactor de oxidación (4), bajo las mismas condiciones de presión y temperatura que en el Ejemplo 1.

45 El intercambiador (2) utilizado para calentar el hidróxido de sodio usado para tener una temperatura de 45 °C en la entrada del reactor de oxidación (4) consume 70 kW, y el intercambiador (14) para enfriar el hidróxido de sodio parcialmente regenerado, utilizado para enfriarlo de 54 °C a 40 °C, consume 200 kW, como en el Ejemplo 1. El caudal de la fracción de hidrocarburos inyectada a través de la tubería (16) aguas arriba del matraz de lavado (18) y enviado a continuación al reactor de oxidación a través de la línea (6) es de 0,5 t/h comparado con 1,6 t/h en el Ejemplo 1. La cantidad de hidrocarburo de tipo nafta (10) rico en disulfuros purgados es de 0,7 t/h.

50 El caudal del hidróxido de sodio parcialmente regenerado en la sección de lavado (21b) es de 3,9 t/h en lugar de 13 t/h en el Ejemplo 1. Por lo tanto, el caudal del hidróxido de sodio parcialmente regenerado a tratar en la sección de lavado y el caudal de los hidrocarburos de tipo nafta asociados se reducen en un 70 % en comparación con el Ejemplo 1, lo que en consecuencia reduce el tamaño del equipo en esta sección y reduce el inventario de hidróxido de sodio y catalizadores en la unidad.

55 El caudal de hidróxido de sodio e hidrocarburos que circula en el reactor de oxidación y en la entrada a la sección de sedimentación es de 13,9 t/h. Así, el caudal que circula en esta sección se reduce en un 7 % en comparación con el Ejemplo 1.

### 60 Ejemplo 3:

El proceso según la invención se simula según la variante descrita en la Figura 3.

65 El reactor de oxidación (4) funciona bajo las mismas condiciones de presión y temperatura que en el Ejemplo 1.

El hidróxido de sodio usado (1a) se calienta a 45 °C en el intercambiador (2) antes de la adición de aire a través de la línea (5) (0,2 t/h) y del catalizador (3), y a continuación ingresa al reactor de oxidación por la tubería (1c).

5 Un exceso de hidróxido de sodio recirculado (22a) de 6,7 t/h, que consiste en hidróxido de sodio parcialmente regenerado, se envía directamente al reactor de oxidación para controlar el aumento de temperatura en el reactor y obtener una diferencia de temperatura de 9 °C entre la entrada y la salida del reactor de oxidación (4).

10 El intercambiador (2) utilizado para calentar el hidróxido de sodio usado a 45 °C consume 23 kW y el intercambiador de enfriamiento (14) de hidróxido de sodio parcialmente regenerado, utilizado para enfriar de 54 °C a 40 °C, consume 161 kW. La ganancia en utilidad para los intercambiadores de calor es del 33 % en comparación con la utilidad consumida en el Ejemplo 1.

15 El caudal de la fracción de hidrocarburo inyectada a través de la tubería (16) aguas arriba del matraz de lavado (18) y posteriormente enviada al reactor de oxidación a través de la línea (6) es de 0,5 t/h, en comparación con 1,6 t/h en el Ejemplo 1. La cantidad de fracción de hidrocarburo (10) rica en disulfuros purgada es de 0,7 t/h.

20 El caudal de hidróxido de sodio y de hidrocarburos que circula en el reactor de oxidación y en la entrada del matraz separador (8) es de 11,5 t/h. Por lo tanto, el caudal que circula en estas secciones se reduce en un 23 % en comparación con el caudal en el Ejemplo 1. El tamaño del equipo en estas secciones, por lo tanto, se reduce en un 23 %, lo que reduce el inventario de catalizador y solución alcalina de la unidad.

25 Además, el caudal de hidróxido de sodio parcialmente regenerado en la sección de lavado es de 3,9 t/h en lugar de 13 t/h en el Ejemplo 1. Por lo tanto, el caudal de hidróxido de sodio parcialmente regenerado a tratar en la sección de lavado y el caudal de los hidrocarburos de tipo nafta asociados se reducen en un 70 % en comparación con el Ejemplo 1, lo que reduce correspondientemente el tamaño del equipo en esta sección.

#### Ejemplo 4:

30 El proceso según la invención en esta variante está representado en la Figura 4.

Un exceso de hidróxido de sodio recirculado, que consiste en hidróxido de sodio parcialmente regenerado, a través de la línea (22a) se fija a 0,1 t/h.

35 El hidróxido de sodio usado se calienta a 45 °C en un intercambiador (2) antes de la adición de aire a través de la línea (5) (0,2 t/h) y del catalizador (3), y a continuación ingresa al reactor de oxidación (4). El intercambiador (2) consume 23 kW. El reactor de oxidación (4) funciona bajo las mismas condiciones de presión y temperatura que en el Ejemplo 1. El reactor de oxidación está provisto de un serpentín (23) ubicado en el reactor de oxidación (4) y se suministra con agua industrial que permite enfriar el fluido del proceso. Este serpentín absorbe 99 kW de calor.

40 El uso del serpentín (23) y el exceso de hidróxido de sodio recirculado (22a) permite controlar el aumento de temperatura en el reactor y obtener una diferencia de 9 °C entre la entrada y la salida del reactor, como en los ejemplos anteriores.

45 El caudal de la fracción de hidrocarburo inyectada a través de la tubería (16) aguas arriba del matraz de lavado (18) y posteriormente enviada al reactor de oxidación a través de la línea (6) es de 0,5 t/h en comparación con 1,6 t/h en el Ejemplo 1. La cantidad de fracción de hidrocarburo rica en disulfuro purgada (10) es de 0,7 t/h.

50 El caudal de hidróxido de sodio y de hidrocarburos que circulan en el reactor de oxidación (4) y en la entrada del matraz separador (8) es de 4,9 t/h. Por lo tanto, el caudal que circula en estas secciones se reduce en un 67 % en comparación con el caudal en el Ejemplo 1, y en un 57 % en comparación con el caudal en el Ejemplo 3. Por lo tanto, en consecuencia, se reduce el tamaño del equipo en estas secciones. Se reduce el inventario de catalizadores y soluciones alcalinas de la unidad.

55 El intercambiador de enfriamiento de hidróxido de sodio parcialmente regenerado (14), utilizado para enfriar de 54 °C a 40 °C, consume 61 kW.

60 La ganancia en las utilidades consumidas en los intercambiadores de calor de la unidad es del 33 % en comparación con las utilidades consumidas en el Ejemplo 1, e idéntica a la del Ejemplo 3.

Además, el caudal de hidróxido de sodio parcialmente regenerado en la sección de lavado es de 3,9 t/h en lugar de 13 t/h en el Ejemplo 1. Por lo tanto, el caudal de hidróxido de sodio parcialmente regenerado a tratar en la sección de lavado y el caudal de los hidrocarburos de tipo nafta asociados se reducen en un 70 % en comparación con el Ejemplo 1, lo que reduce correspondientemente el tamaño del equipo en esta sección.

65

**REIVINDICACIONES**

1. Proceso para la regeneración de una solución alcalina usada utilizada en una unidad para la extracción de los compuestos que contienen azufre de una fracción que contiene hidrocarburos, que comprende la siguiente secuencia de etapas:
- a) Enviar la solución alcalina usada (1a) a un reactor de oxidación (4) en el que se pone en contacto con un agente oxidante (5) y un catalizador (3), dicha solución alcalina usada que se calienta previamente a una temperatura comprendida entre 40 °C y 50 °C.
  - b) Enviar los efluentes (7) del reactor de oxidación (4) a un separador (8) del cual se extraen una fase de hidrocarburos rica en disulfuros (10) y una solución alcalina parcialmente regenerada (11).
  - c) Enfriar la solución alcalina parcialmente regenerada (11) que se origina en la etapa b) a una temperatura menor o igual a 45 °C,
  - d) Dividir la solución alcalina parcialmente regenerada enfriada (15) en la etapa c) en dos corrientes:
    - una corriente que constituye el exceso de solución alcalina recirculada que se envía corriente arriba (21a), o directamente (22a), al reactor de oxidación (4), y que constituye el medio de enfriamiento utilizado para controlar el aumento de temperatura de dicho reactor, y,
    - una corriente (21b) o (22b) que continúa el proceso de regeneración,
  - e) Mezclar la corriente (21b) o (22b), que se origina en la etapa d) con una fracción que contiene hidrocarburos sin compuestos que contienen azufre (16),
  - f) Enviar la mezcla originada en la etapa e) a un separador (18) del cual se extrae una solución alcalina totalmente regenerada (19) y una fracción que contiene hidrocarburos parcialmente enriquecida con disulfuros (6).
2. Proceso para la regeneración de una solución alcalina usada según la reivindicación 1, en la que el exceso (21a) de solución alcalina recirculada se envía al reactor de oxidación (4), a través del circuito aguas arriba de dicho reactor de oxidación (4), en una mezcla con la solución alcalina usada (1a).
3. Proceso para la regeneración de una solución alcalina usada según la reivindicación 1, en la que el exceso (22a) de solución alcalina recirculada se envía al reactor de oxidación (4), directamente a uno o más puntos de dicho reactor de oxidación (4).
4. Proceso para la regeneración de una solución alcalina usada según la reivindicación 3, en el que el punto o puntos de introducción del exceso de solución alcalina recirculada en el reactor de oxidación (4) están provistos de un medio de difusión o un medio de mezcla.
5. Proceso para la regeneración de una solución alcalina usada de acuerdo con la reivindicación 3, en el que el punto o puntos de introducción del exceso de solución alcalina recirculada en el reactor de oxidación (4) se colocan de manera que permita el control del aumento de temperatura del reactor de oxidación (4).
6. Proceso para la regeneración de una solución alcalina usada según la reivindicación 1, en el que el catalizador empleado en el reactor de oxidación (4) es del tipo de ftalocianinas de cobalto o vanadio.
7. Proceso para la regeneración de una solución alcalina usada según la reivindicación 1, en el que el catalizador empleado en el reactor de oxidación (4) se añade a la solución alcalina en la entrada del reactor de oxidación (4), para lograr una concentración de catalizador en la solución alcalina comprendida entre 10 y 1000 ppm en peso, preferentemente entre 10 y 500 ppm en peso.
8. Proceso para la regeneración de una solución alcalina usada según la reivindicación 1, en la que el reactor de oxidación (4) está equipado con un medio de enfriamiento adicional (23).
9. Proceso para la regeneración de una solución alcalina usada según la reivindicación 1, en la que el exceso de solución alcalina recirculada (21a) o (22a) se enfría a una temperatura inferior en al menos 5 °C a la de la solución alcalina parcialmente regenerada, antes de ser devuelta al reactor de oxidación (4).
10. Proceso para la regeneración de una solución alcalina usada según la reivindicación 1, en la que la fracción que contiene hidrocarburos a desulfurar puede oscilar de metano a queroseno.
11. Instalación para la regeneración de una solución alcalina usada utilizada en una unidad para la extracción de los compuestos que contienen azufre de una fracción que contiene hidrocarburos, de acuerdo con la invención, que comprende al menos:
- un equipo (2) que permite calentar la solución alcalina utilizada, antes de su introducción en el reactor de oxidación a una temperatura comprendida entre 40 °C y 50 °C,

- un reactor de oxidación (4), en el que la solución alcalina utilizada se pone en contacto con un agente oxidante (5) y un catalizador (3),
  - un separador (8) alimentado con el efluente procedente del reactor de oxidación (4), del que se extraen una fase de hidrocarburos rica en disulfuros (10) y una solución alcalina parcialmente regenerada (11),
  - 5 - un medio de enfriamiento (14) que permite enfriar la solución alcalina parcialmente regenerada (11) que se origina en el separador (8) a una temperatura inferior o igual a 45 °C,
  - un medio que permite dividir la solución alcalina parcialmente regenerada enfriada (15) en dos corrientes:
    - una primera corriente que constituye el exceso de solución alcalina recirculada que se envía aguas arriba (21a), o directamente (22a), al reactor de oxidación (4), y
    - 10 - una segunda corriente (21b) o (22b) que continúa el proceso de regeneración,
    - un medio de enfriamiento constituido por el exceso de solución alcalina recirculada que se envía aguas arriba (21a), o directamente (22a), al reactor de oxidación (4),
    - un medio para mezclar la corriente (21b) o (22b), con una fracción que contiene hidrocarburos sin compuestos que contienen azufre (16),
    - 15 - un separador (18) suministrado con la mezcla, del cual se extraen una solución alcalina totalmente regenerada (19) y una fracción que contiene hidrocarburos parcialmente enriquecida con disulfuros (6).
12. Instalación para la regeneración de solución alcalina usada según la reivindicación 11, en la que el reactor de oxidación está equipado con un medio de enfriamiento adicional (23).
- 20
13. Instalación para la regeneración de la solución alcalina usada según la reivindicación 11, en la que un medio de enfriamiento adicional permite enfriar el exceso de solución alcalina recirculada (21a) o (22a) a una temperatura inferior en al menos 5 °C a la de la solución alcalina parcialmente regenerada enfriada (15).

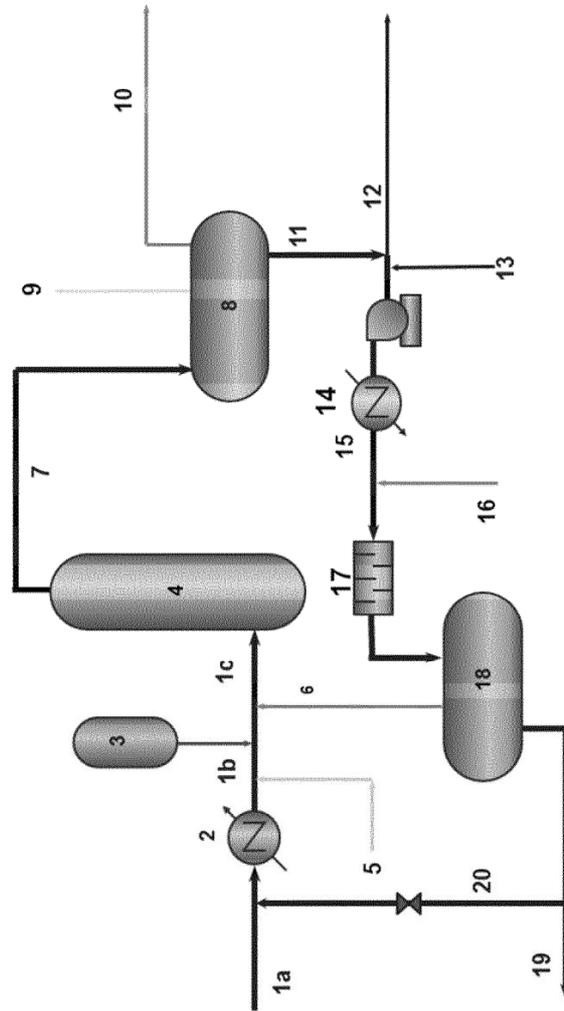


Figura 1 (Técnica anterior)

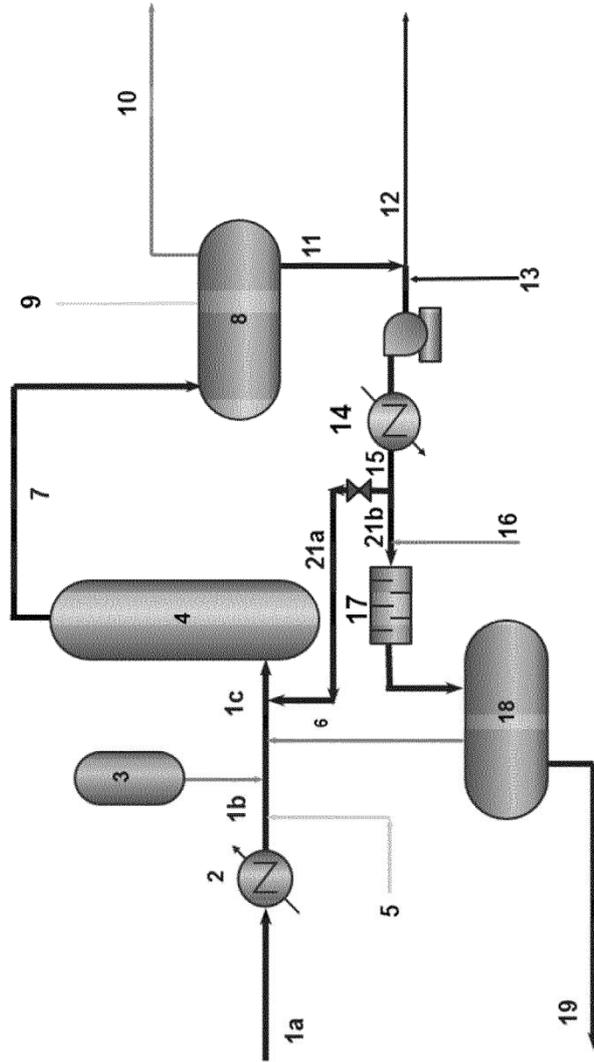


Figura 2

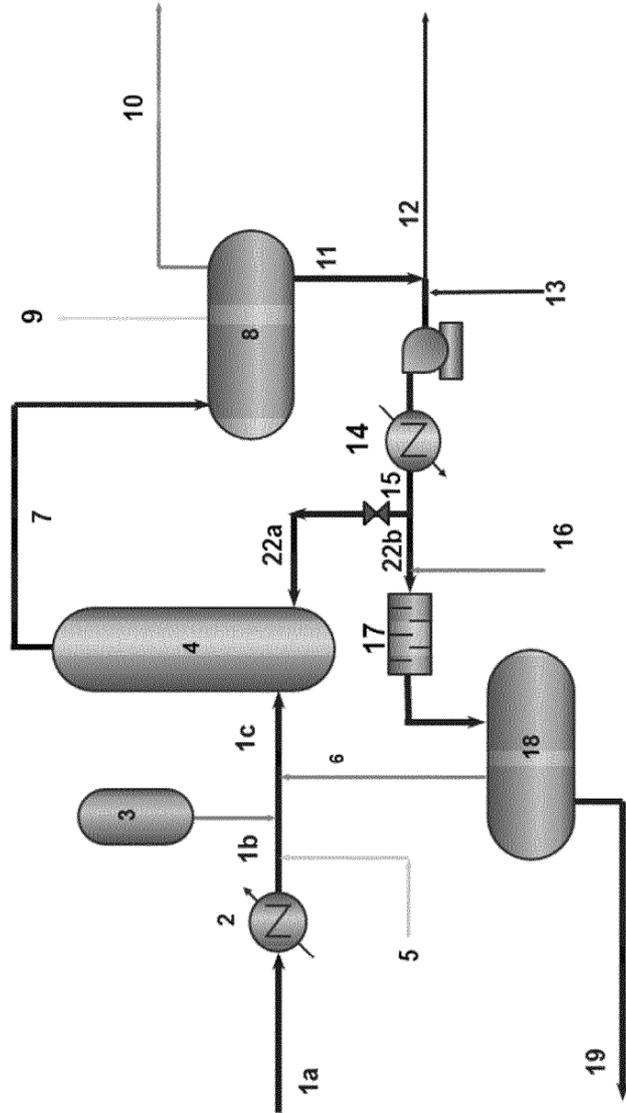


Figura 3

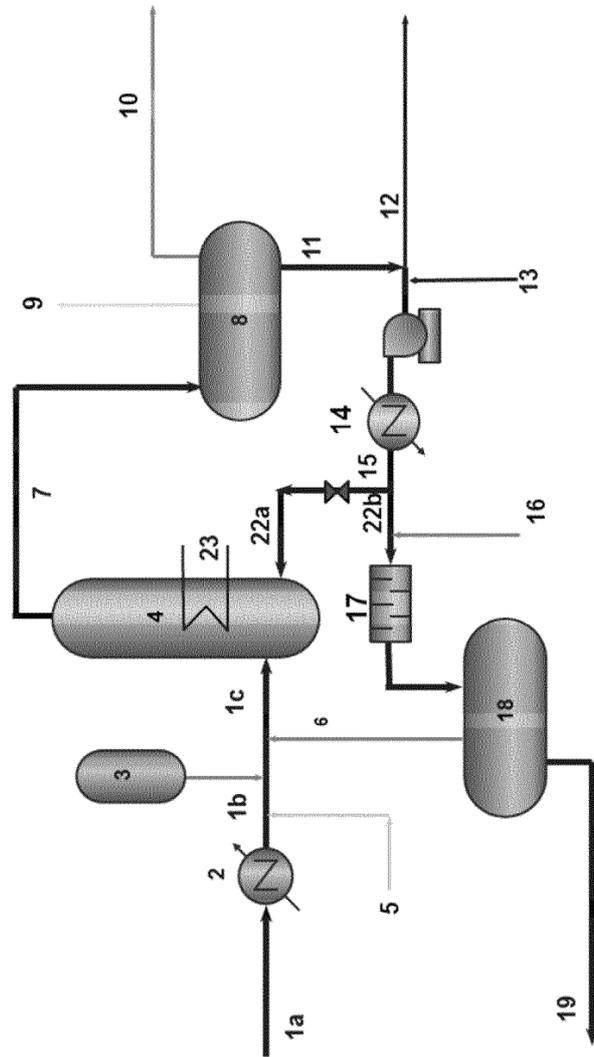


Figura 4