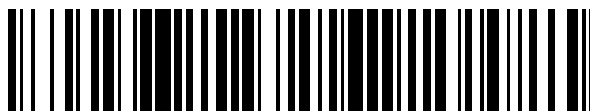


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 368 268**

51 Int. Cl.:  
**B01D 53/14** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **07731126 .4**  
96 Fecha de presentación: **09.03.2007**  
97 Número de publicación de la solicitud: **1996313**  
97 Fecha de publicación de la solicitud: **03.12.2008**

54 Título: **PROCESO DE DESACIDIFICACIÓN DE UN GAS POR SOLUCIÓN ABSORBENTE CON  
REGENERACIÓN FRACCIONADA POR CALENTAMIENTO.**

30 Prioridad:  
**10.03.2006 FR 0602138**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**15.11.2011**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**15.11.2011**

73 Titular/es:  
**IFP ENERGIES NOUVELLES  
1 & 4 AVENUE DE BOIS-PRÉAU  
92852 RUEIL MALMAISON CÉDEX, FR**

72 Inventor/es:  
**ROJEY, Alexandre;  
CADOURS, Renaud;  
CARRETTE, Pierre-Louis y  
BOUCOT, Pierre**

74 Agente: **Ungría López, Javier**

**ES 2 368 268 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 de desacidificación de un gas por solución absorbente con regeneración fraccionada por calentamiento

5 La presente invención se refiere al campo de la desacidificación de un efluente gaseoso mediante una solución absorbente. La invención propone un nuevo modo de regeneración de la solución absorbente.

10 El proceso, de acuerdo con la invención, permite eliminar los compuestos ácidos, tales como el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) y el sulfuro de hidrógeno (H<sub>2</sub>S) contenidos en un efluente gaseoso. Puede aplicarse al tratamiento de un gas natural, un gas de síntesis o a los vapores resultantes de un proceso de combustión.

15 La regeneración de la solución absorbente cargada de compuestos ácidos es costosa, particularmente en cuanto a consumo de energía. Esto representa un inconveniente importante, particularmente cuando se pone a aplicar la solución absorbente para capturar el CO<sub>2</sub> presente en los vapores de combustión. Efectivamente, si el calor necesario para regenerar la solución absorbente se obtiene por combustión de un combustible fósil, esto podría llevar a producir una cantidad suplementaria de CO<sub>2</sub> lo que devolvería la captura de CO<sub>2</sub> por absorción sin interés. El documento FR 2 036 167 describe un proceso para eliminar el CO<sub>2</sub> contenido en un gas utilizando una emulsión que contiene una fase acuosa y un disolvente insoluble en agua. A la salida de la zona de absorción, el disolvente se separa de la fase acuosa y la fase acuosa se envía a la etapa de regeneración térmica.

20 La presente invención propone fraccionar la solución absorbente cargada de compuestos ácidos en dos partes, una fracción rica en compuestos ácidos y una parte pobre en compuestos ácidos, y regenerar por destilación sólo la fracción enriquecida en compuestos ácidos con objeto de minimizar la energía necesaria para la regeneración de la solución absorbente.

25 La presente invención se refiere a un proceso de desacidificación de un efluente gaseoso que comprende al menos un compuesto ácido del grupo constituido por sulfuro de hidrógeno (H<sub>2</sub>S), y dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) de acuerdo con la reivindicación 1.

30 De acuerdo con la invención, en la etapa b), la solución absorbente cargada de compuestos ácidos se puede calentar a una temperatura comprendida entre 60 °C y 100 °C.

35 En la etapa d), se puede destilar la segunda fracción de solución absorbente de manera que produzca una solución absorbente regenerada empobrecida en compuestos ácidos, liberando los compuestos ácidos en forma gaseosa.

La etapa a) se puede efectuar en una columna, introduciéndose la primera fracción de solución absorbente y la solución absorbente regenerada en la parte superior de la columna.

40 La etapa a) se puede efectuar en una columna, introduciéndose la solución absorbente regenerada en la parte superior de la columna, introduciéndose la primera fracción de la solución absorbente en un nivel intermedio entre la base y la parte superior de la columna.

En la etapa c), se puede utilizar una de las siguientes técnicas de separación: decantación, centrifugación, filtración.

45 Se pueden efectuar las etapas b) y c) en un contactor de membrana. El compuesto reactivo de la solución absorbente se puede seleccionar del grupo constituido por: aminas, alcanolaminas, poliaminas, aminoácidos, sales alcalinas de aminoácidos, amidas, ureas, fosfatos, carbonatos y boratos de metales alcalinos.

50 La solución absorbente puede comprender, además, una sal que favorezca la propiedad de formar dos fases separables cuando dicha solución haya absorbido una cantidad de compuestos ácidos y cuando esté caliente.

55 La solución absorbente puede comprender, además un compuesto orgánico seleccionado del grupo constituido por: amina, alcohol, cetona, alcohol vinílico, vinilcetona, éteralcohol, étercetona, glicol, polietilenglicol, polipropilenglicol, copolímero de etilenglicol-propilenglicol, éteres de glicol, tioglicol, tioalcohol, sulfona, sulfóxido, N-alquil pirrolidona, N-alquil piperidona, ciclotetrametilsulfona, N-alquilformamida, N-alquilacetamida, fosfato de alquilo, carbonato de alquileo y carbonato de dialquilo.

60 El proceso de acuerdo con la invención se puede aplicar a uno de los siguientes efluentes gaseosos: gas natural, gas de síntesis, vapores de combustión, gases de refinación, gases de cola del proceso Claus, gases de fermentación de biomasa.

65 En el proceso, de acuerdo con la invención, una fracción de la solución absorbente proveniente de la etapa de absorción se recicla hacia la etapa de absorción, sin pasar del estado líquido al estado gaseoso. Esto permite reducir de manera considerable los costes asociados con la etapa de regeneración por destilación.

Otras características y ventajas de la invención se entenderán mejor y aparecerán claramente tras la lectura de la

descripción realizada más adelante en este documento con referencia a los dibujos entre los cuales:

- la figura 1 presenta un modo de realización del proceso de acuerdo con la invención,
- las figuras 2 y 3 representan otros dos modos de realización de la invención.

En la figura 1, el efluente gaseoso que circula en el conducto 1 se pone en contacto en la columna de absorción C1 con la solución absorbente que llega por el conducto 4. El proceso de desacidificación, de acuerdo con la invención, se puede aplicar a diferentes efluentes gaseosos. Por ejemplo, el proceso permite descarboxilar vapores de combustión, desacidificar gas natural o un gas de cola del proceso Claus. El proceso también permite eliminar los compuestos ácidos contenidos en los gases de síntesis, en los gases de conversión en las centrales integradas de combustión de carbón o gas natural, y en los gases resultantes de la fermentación de biomasa.

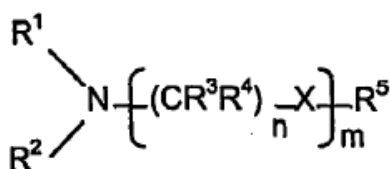
En la columna C1, los compuestos reactivos de la solución absorbente reaccionan con los compuestos ácidos que se desean capturar para formar una sal soluble en una fase acuosa. El gas empobrecido en compuestos ácidos se evacua de C1 a través del conducto 2. La solución absorbente enriquecida en compuestos ácidos, en forma de sales disueltas en el agua, se evacua de C1 por el conducto 3. No obstante, esta solución absorbente enriquecida en compuestos ácidos comprende una proporción, que puede ser considerable, de compuestos reactivos que no hayan reaccionado.

La solución absorbente es una solución acuosa que comprende uno o varios compuestos reactivos o que presenta una afinidad físico-química con los compuestos ácidos. Preferentemente, se selecciona una solución absorbente que comprende compuestos que reaccionan de manera reversible con los compuestos ácidos H<sub>2</sub>S y CO<sub>2</sub>. De acuerdo con la invención, se selecciona un compuesto reactivo que, en fase acuosa, presente la propiedad de formar dos fases líquidas separables cuando ha absorbido una cantidad determinada de compuestos ácidos y cuando la temperatura es superior a una temperatura crítica. En otros términos, el compuesto reactivo se selecciona de tal manera que la solución absorbente cargada en compuestos ácidos forme dos fases líquidas cuando su temperatura sobrepase una temperatura crítica de separación de la mezcla.

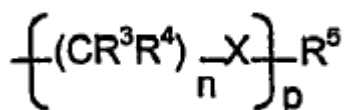
La naturaleza de los compuestos reactivos puede seleccionarse en función de la naturaleza del compuesto (o compuestos) ácido a tratar para permitir una reacción química reversible con el compuesto (o compuestos) ácido a tratar. La estructura química de los compuestos reactivos también puede seleccionarse para obtener además una estabilidad aumentada de la solución absorbente en las condiciones de uso.

Los compuestos reactivos pueden ser, por ejemplo, y de manera no limitativa, aminas (primarias, secundarias, terciarias, cíclicas o no, aromáticas o no, saturadas o no), alcanolaminas, poliaminas, aminoácidos, sales alcalinas de aminoácidos, amidas, ureas, fosfatos, carbonatos o boratos de metales alcalinos.

Los compuestos reactivos que comprenden una función amina tienen preferentemente la siguiente estructura:



- X representa una función amina (N-R<sup>6</sup>) o un átomo de oxígeno (O) o un átomo de azufre (S) o un disulfuro (S-S) o una función carbonilo (C=O) o una función carboxilo (O=C-O) o una función amida (O=C-N-R<sup>6</sup>) o un fenilo o una función nitrilo (CN) o un grupo nitro (NO<sub>2</sub>).
- n y m son números enteros. n puede ser cualquier valor entre 0 y 8, preferentemente entre 0 y 6, y m puede ser todos los valores entre 1 y 7, preferentemente entre 1 y 5.
- R<sup>6</sup> representa un átomo de hidrógeno o una cadena hidrocarbonada, ramificada o no, saturada o no, que comprende de 1 a 12 átomos de carbono, preferentemente de 1 a 10 átomos de carbono. R<sup>6</sup> no está presente cuando X representa una función nitrilo (CN) o un grupo nitro (NO<sub>2</sub>).
- R<sup>1</sup>, R<sup>2</sup>, R<sup>3</sup>, R<sup>4</sup> y R<sup>5</sup> representan un átomo de hidrógeno o una cadena hidrocarbonada, ramificada o no, saturada o no, que comprende de 1 a 12 átomos de carbono, preferentemente de 1 a 10 átomos de carbono, o tienen la siguiente estructura:



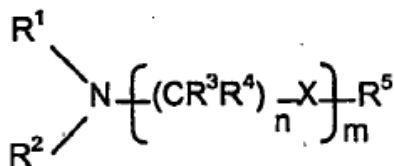
- n y p son números enteros. n puede ser cualquier valor entre 0 y 8, preferentemente entre 0 y 6, y p todos los valores entre 0 y 7, preferentemente entre 0 y 5.
- X, R<sup>3</sup>, R<sup>4</sup> y R<sup>5</sup> tienen las mismas definiciones a las anteriormente mencionadas y pueden ser respectivamente idénticas o de naturaleza diferente a la de X, R<sup>3</sup>, R<sup>4</sup> y R<sup>5</sup> que definen la función amina.
- R<sup>1</sup>, R<sup>2</sup>, R<sup>3</sup>, R<sup>4</sup>, R<sup>5</sup> y R<sup>6</sup> se definen para estar eventualmente unidos por un enlace químico para constituir ciclos o heterociclos, saturados o no, aromáticos o no.

A modo de ejemplo y de forma no limitativa, los compuestos reactivos que comprenden una función amina pueden seleccionarse de la siguiente lista: monoetanolamina, dietanolamina, trietanolamina, 2-(2-aminoetoxi)etanol (diglicolamina), N,N-dimetilaminoetoxietanol, N,N,N'-trimetil-N'-hidroxietil-bis-aminoetil-éter, N,N-bis-(3-dimetilaminopropil)-N-isopropanolamina, N-(3-dimetilaminopropil)-N,N-diisopropanolamina, N,N-dimetiletanolamina, N-metiletanolamina, N-metildietanolamina, diisopropanolamina, morfolina, N-metilmorfolina, N-etilmorfolina, N,N-dimetil-1,3-propanodiamina, N,N,N-tris(3-dimetilaminopropil)amina, N,N,N',N'-tetrametil-imino-bis-propilamina, N-(3-aminopropil)morfolina, 3-metoxipropilamina, N-(2-aminoetil)piperazina, bis-(2-dimetilaminoetil)éter, 2,2-dimorfolinodietiléter, N,N'-dimetilpiperazina, N,N,N',N',N''-pentametildietilentriamina, N,N,N',N',N''-pentametildipropilentriamina, N,N-bis(2,2-dietoxietil)metilamina, 3-butyl-2-(1-etilpentil)oxazolidina, 3-etil-2-metil-2-(3-metilbutil)oxazolidina, 1,2,2,6,6-pentametil-4-piperidona, 1-(2-metilpropil)-4-piperidona, N,N,N',N'-tetraetiletildiamina, N,N,N',N'-tetraetilimino-bis-etilamina, 1,1,4,7,10,10-hexametiltriethylentetramina, 1-fenilpiperazina, 1-formilpiperazina, 1-piperazincarboxilato de etilo, N,N'-di-terc-butiletildiamina, 4-etil-2-metil-2-(3-metilbutil)oxazolidina, teraetilenpentamina, trietilentetramina, N,N-dietildietilentriamina; N<sup>1</sup>-isopropildietilentriamina, N,N-dimetildipropilentriamina, dietilentriamina, N-(2-aminoetil)-1,3-propanodiamina, 2,2'-(étilendioxi)dietilamina, N-(2-aminoetil)morfolina, 4-amino-2,2,6,6-tetrametilpiperidina, 1,2-diaminociclohexano, 2-piperidinoetilamina, 2-(2-aminoetil)-1-metilpirrolidina, etilendiamina, N,N-dietiletildiamina, N-feniletildiamina, 4,9-dioxa-1,16-dodecanodiamina, 4,7,10-trioxa-1,13-tridecanodiamina, 1,2,4-trimetilpiperazina, N,N'-dietil-N,N'-dimetiletildiamina, N,N'-dietil-N', N'-dimetiletildiamina, 1,4,7-trimetil-1,4,7-triazaciclonoheptano, 1,4-dimetil-1,4-diazacicloheptano, N-(2-dimetilaminoetil)-N'-metilpiperazina, N,N,N',N'-tetraetilpropilendiamina, 1-[2-(1-piperidinil)etil]piperidina, 4,4'-etilendimorfolina, N,N,N',N'-tetraetil-N''-metil-dipropilentriamina, 4-(dimetilamino)1,2,2,6,6-pentametilpiperidina, 1,5,9-trimetil-1,5,9-triazaciclododecano, 1,4,8,11-tetrametil-1,4,8,11-tetraazaciclodecane, N,N'-difururiletildiamina, 1,2-bis(2-aminoetil)tioetano, bis(2-aminoetil)disulfuro, bis(2-dimetilaminoetil)sulfuro, 1-acetil-2-dietiletilaminoetano, 1-amino-2-bencilaminoetano, 1-acetil-3-dimetilamino-propano, 1-dimetilamino-3,3-difenilpropano, 2-(dimetilaminometil)tiofeno, N,N,5-trimetil-furfurilamina, N,N-bis(tetrahidro-2-furanilmetil)amina, 2-(etilsulfanil)etanamina, tiomorfolina, 2-[(2-aminoetil)sulfanil]etanol, 3-tiomorfolinilmetanol, 2-(butilamino)etanotiol, bis(2-dietilaminoetil)éter, 1-dimetilamino-2-etilmetilaminoetoxietano, 1,2,3-triaminopropano, N-1~(2-aminopropil)-1,2-propanodiamina, N-metilbencilamina, N-etilbencilamina, N-propilbencilamina, N-isopropilbencilamina, N-butilbencilamina, N-terc-butilbencilamina, N-bencilpiperidona, 1,2,3,4-tetrahidroisoquinolina, 1-(2-metoxifenil)piperazina, 2-metil-1-(3-metilfenil)piperazina, 1-(2-piridinil)piperazina, benzhidrilamina, N-bencil-N',N'-dimetiletildiamina, 3-(metilamino)propionitrilo, 3-(etilamino)propionitrilo, 3-(propilamino)propionitrilo, 3-(butilamino)propionitrilo, 3-(terc-butilamino)propionitrilo, 3-(pentilamino)propionitrilo, 3-aminopropionitrilo, 3-(1-piperidino)propionitrilo, 1-hexanamina, 1-heptanamina, 1-octanamina, N-propil-1-propanamina, N,N-dibutil-1,2-etanodiamina, N,N,N',N'-tetrametil-1,6-hexanodiamina, N,N'-dibutil-1,3-propanodiamina, N,N,N',N'-tetrametiletildiamina, N,N,N',N'-tetrametilpropilendiamina, N,N-dietilpropilendiamina y N,N,N',N'-tetrametil-1,3-butanodiamina.

Los compuestos reactivos pueden representar del 10 al 100% del peso de la solución absorbente, preferentemente del 25 al 90% del peso.

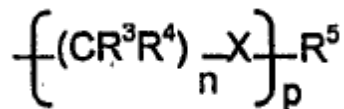
La solución absorbente puede contener eventualmente, además, uno o varios activadores para favorecer la absorción de los compuestos a tratar. Se trata por ejemplo de aminas, aminoácidos, sales alcalinas de aminoácidos, fosfatos, carbonatos o boratos de metales alcalinos.

Los activadores que comprenden una función amina pueden tener preferentemente la siguiente estructura:



- X representa una función amina (N-R<sup>6</sup>) o un átomo de oxígeno (O) o un átomo de azufre (S) o un disulfuro (S-S) o una función carbonilo (C=O) o una función carboxilo (O=C-O) o una función amida (O=C-N-R<sup>6</sup>) o un fenil o una función nitrilo (CN) o un grupo nitro (NO<sub>2</sub>).
- n y m son números enteros. n puede ser cualquier valor de 0 al 8, preferentemente del 0 al 6, y m todos los valores de 1 a 7, preferentemente de 1 a 5.
- R<sup>5</sup> representa un átomo de hidrógeno o una cadena hidrocarbonada, ramificada o no, saturada o no, que comprende de 1 a 12 átomos de carbono, preferentemente de 1 a 10 átomos de carbono.

- R<sup>6</sup> no está presente cuando X representa una función ciano (CN) o un grupo nitro (NO<sub>2</sub>).
- R<sup>1</sup>, R<sup>2</sup>, R<sup>3</sup>, R<sup>4</sup> y R<sup>6</sup> representan un átomo de hidrógeno o una cadena hidrocarbonada, ramificada o no, saturada o no, que comprende de 1 a 12 átomos de carbono, preferentemente de 1 a 10 átomos de carbono, o tienen la siguiente estructura:



- 5
- n y p son números enteros. n puede ser cualquier valor entre 0 y 8, preferentemente entre 0 y 6, y p todos los valores entre 0 y 7, preferentemente entre 0 y 5.
  - X, R<sup>3</sup>, R<sup>4</sup> y R<sup>5</sup> tienen las mismas definiciones que las indicadas anteriormente, pueden ser respectivamente idénticas o de naturaleza diferente de la de X, R<sup>3</sup>, R<sup>4</sup> y R<sup>5</sup> que definen la función amina.
- 10
- R<sup>1</sup>, R<sup>2</sup>, R<sup>3</sup>, R<sup>4</sup>, R<sup>5</sup> y R<sup>6</sup> se definen de manera que estén eventualmente unidos por un enlace químico para constituir ciclos o heterociclos, saturados o no, aromáticos o no.
  - R<sup>1</sup>, R<sup>2</sup>, y R<sup>6</sup> se definen de tal forma que al menos uno de ellos represente un átomo de hidrógeno.

15 La concentración de activador está comprendida entre el 0 y el 30% del peso, preferentemente entre el 0 y el 15% del peso de la solución absorbente.

Por ejemplo, los activadores se pueden seleccionar de la siguiente lista: monoetanolamina, dietanolamina, 2-(2-aminoetoxi)etanol (diglicolamina), N-metiletanolamina, N-etiletanolamina, N-propiletanolamina, N-butiletanolamina, N-(2-aminoetil)etanolamina, diisopropanolamina, 3-amino-1-propanol, morfolina, N,N-dimetil-1,3-propanodiamina, N,N,N',N'-tetrametiliminobispropilamina, N-(3-aminopropil)morfolina, 3-metoxipropilamina, 3-etoxipropilamina, N-(2-aminoetil)piperazina, N-(3-aminopropil)piperazina, N,N,N',N'-tetraetiliminobisetilamina, 1-fenilpiperazina, 1-formilpiperazina, 1-piperazincarboxilato de etilo, N,N'-di-terc-butiletildiamina, 4-etil-2-metil-2-(3-metilbutil)oxazolidina, tetraetilenpentamina, trietilentetramina, N,N-dietildietiltri-  
 20 N,N'-diisopropildietiltri-  
 25 propanodiamina, 2,2'-(etilendioxi)dietilamina, N-(2-aminoetil)morfolina, 4-amino-2,2,6,6-tetrametilpiperidina, N-(2-aminoetil)piperidina, N-(3-aminopropil)piperidina, 1,2-diaminociclohexano, N-ciclohexil-1,3-propanodiamina, 2-piperidinoetilamina, 2-(2-aminoetil)-1-metilpirrolidina, etilendiamina, N,N-dietiletildiamina, N-feniletildiamina, 4,9-dioxa-1,12-dodecanodiamina, 4,7,10-trioxa-1,13-tridecanodiamina, furfurilamina, N,N'-difurfuriletildiamina, 1,2-bis(2-aminoetil)tioetano, bis(2-aminoetil)disulfuro, bis(aminoetil)sulfuro, 1-amino-2-bencilaminoetano, 2-(aminometil)tiofeno, N,N-bis(tetrahidro-2-furanilmetil)amina, 2-(etilsulfanil)etanamina, tiomorfolina, 2-[(2-aminoetil)sulfanil]etanol, 2-(butilamino)etanotiol, 1,2,3-triaminopropano, 1,3-diaminopropano, 1,4-diaminobutano, 1,5-diaminopentano, hexametildiamina, 1,2-propanodiamina, 2-metil-1,2-propanodiamina, 2-metilpiperazina, N~2~,N~2~-dimetil-1,2-propanodiamina, N~1~,N~1~-dimetil-1,2-propanodiamina, 2,6-dimetilpiperazina, 1-etil-3-piperidinamina, N~1~-2-aminopropil-1,2-propanodiamina, decahidroquinoxalina, 2,3,5,6-tetrametilpiperazina, N,N-dimetil(2-piperidinil)metanamina, 1-(2-piperidinilmetil)piperidina, 2,2-dimetil-1,3-propanodiamina, N~1~,N~3~,2-trimetil-1,3-propanodiamina, 2-(aminometil)-2-metil-1,3-propanodiamina, N-1-, N-1-,2,2-tetrametil-1,3-propanodiamina, 1-metoxi-2-propanamina, tetrahidro-2-furanilmetilamina, 2,6-dimetilmorfolina, N-metil(tetrahidro-2-furanil)metanamina, N-metilbencilamina, N-etilbencilamina, N-propilbencilamina, N-isopropilbencilamina, N-butilbencilamina, 1,2,3,4-tetrahidroisoquinolina, 1-(2-metoxifenil)piperazina, 2-metil-1-(3-metilfenil)piperazina, 1-(2-piridinil)piperazina, benzhidrilamina, N-bencil-N',N'-dimetiletildiamina, 3-(metilamino)propionitrilo, 3-(etilamino)propionitrilo, 3-(propilamino)propionitrilo, 3-(butilamino)propionitrilo, 3-(terc-butilamino)propionitrilo, 3-(pentilamino)propionitrilo, 3-amino-propionitrilo, 1-hexanamina, 1-heptanamina, 1-octanamina, N-propil-1-propanamina, N,N-dibutil-1,2-etanodiamina, N,N'-dibutil-1,3-propanodiamina y N,N-dietilpropilendiamina.

45 Se puede combinar la adición de un disolvente que conduce a la formación de las dos fases líquidas por elevación de la temperatura con el uso de una amina ampliamente disponible y con un coste relativamente poco elevado tal como: monoetanolamina (MEA), dietanolamina (DEA), metildietanolamina (MDEA) o diglicoamina (DGA) en condiciones que normalmente no provocarían la formación de dos fases líquidas.

50 La solución absorbente también puede comprender, un compuesto suplementario, por ejemplo una sal que favorezca el fenómeno de separación de mezcla. Estas sales pueden ser, por ejemplo, y de manera no limitativa: sales alcalinas, alcalinoterráneas, de metales, de aminas, de aminoácidos, o una mezcla. El anión asociado puede ser, por ejemplo, y de manera no limitativa: halogenuro, fosfato, pirofosfato, sulfito, sulfato, hipoclorito, nitrato, nitrito, fosfito, carboxilato o una mezcla. La amina o las aminas usadas para constituir estas sales pueden ser una o varias  
 55 de las aminas que están presentes en la solución absorbente tanto como compuestos reactivos con los compuestos ácidos, o como activadores, y que están parcialmente neutralizadas por uno o varios ácidos más fuertes que los ácidos presentes en el efluente gaseoso tratado. Los ácidos utilizados pueden ser, por ejemplo, pero de manera no limitativa: ácido fosfórico, ácido pirofosfórico, ácido fosforoso, ácido hipocloroso, ácido nitroso, ácido oxálico, ácido acético, ácido fórmico, ácido propanoico, ácido butanoico, ácido nítrico, ácido sulfúrico, ácido sulfuroso, ácido clorhídrico, aminoácidos o una mezcla. También se puede añadir a la solución absorbente otros tipos de aminas neutralizadas por ácidos como estos, por ejemplo, en forma de sales de amonio o de otras sales de aminas o una  
 60

mezcla de sales de amina. Como ejemplo, se citará, el sulfato de amonio, fosfato de amonio o sulfito amónico. Estas sales pueden ser también el resultado de la degradación parcial de la solución absorbente, por ejemplo después de la reacción de los compuestos reactivos con una impureza en el gas tratado. Las sales también pueden obtenerse tras introducir sosa o potasa para neutralizar los ácidos formados en la unidad de ejecución del proceso. Por otra parte, la adición de sales puede evitarse eventualmente en los casos en los que los activadores, los compuestos reactivos o cualquier otro aditivo sean por naturaleza sales. La concentración de sales se puede adaptar en función de la presión parcial y de la naturaleza del compuesto o de los compuestos ácidos presentes en la carga gaseosa a tratar, así como de las condiciones de ejecución.

La solución absorbente también puede comprender uno o varios compuestos orgánicos con el fin de favorecer el fenómeno de separación de mezcla. Puede tratarse de aminas, alcoholes, cetonas, alcoholes vinílicos, vinilcetonas, éteralcoholes, étercetonas, glicoles, polietilenglicoles, polipropilenglicoles, copolímeros de etilenglicol-propilenglicol, éteres de glicoles, tioglicoles, tioalcoholes, sulfonas, sulfóxidos, N-alquil pirrolidonas, N-alquil piperidonas, ciclotetrametilensulfonas, N-alquil formamidas, N-alquilacetamidas, fosfatos de alquilo, carbonatos de alquilenos o carbonatos de dialquilos y sus derivados. A modo de ejemplo, y de manera no limitativa, podrá tratarse de 2-butanol, 2-butoxietanol, 2-metil-3-buten-2-ol, 3-buten-2-ona, polietilenglicol de masa molar 400g/mol, tetraetilenglicoldimetiléter, sulfolano, N-metilpirrolidona, 1,3-dioxan-2-ona, carbonato de propileno, carbonato de etileno, carbonato de dietilo, carbonato de glicerol, dimetilpropilenurea, N-metilcaprolactama, dimetilformamida, dimetilacetamida, formamida, acetamida, 2-metoxi-2-metil-3-butanona, 2-metoxi-2-metil-4-pentanona, 1,8-dihidroxi-3,6-ditiaoctano, 1,4-ditian-2,5-diol, 2-(metilsulfonil)etanol, bis(2-hidroxietil)sulfona, 1,4-ditioeritritol o tributilfosfato.

La solución absorbente que circula en el conducto 3 se expande a través del órgano de expansión V1 para vaporizar una parte de los compuestos ácidos absorbidos y eventualmente de los hidrocarburos absorbidos conjuntamente. La fracción vapor producida por la expansión en V1 se separa de la solución absorbente y se evacua en la parte superior del matraz B1. Dependiendo de su composición, esta fracción vapor se puede reciclar aguas arriba del proceso, se puede utilizar como gas combustible o bien se puede mezclar con el flujo que circula en el conducto 10. A continuación, la solución absorbente se envía por el conducto 5 al intercambiador de calor E1 y después al E3. Sale de nuevo a una temperatura más elevada por el conducto 6. En los intercambiadores de calor E1 y E3, la solución absorbente cargada de compuestos ácidos se calienta hasta alcanzar una temperatura superior a la temperatura crítica en la que la solución cargada de compuestos ácidos forma dos fases líquidas separables. Por ejemplo, la solución absorbente cargada de compuestos ácidos se calienta a una temperatura comprendida entre 60 °C y 100 °C. De esta forma, el fluido que circula en el conducto 6 está formado por dos fases líquidas divisibles: una fase rica en compuestos ácidos y una fase pobre en compuestos ácidos. Además, al elevar la temperatura, una parte de los compuestos ácidos se libera en forma gaseosa. Las tres fases del fluido que circulan en el conducto 6 se separan en el matraz de separación BS1. La fracción gaseosa obtenida en la parte superior de BS1 se envía por el conducto 17 a la parte superior de la columna de destilación C2. Una primera fracción líquida enriquecida en compuestos ácidos, es decir, enriquecida en compuestos activos que haya reaccionado con los compuestos ácidos, se envía por el conducto 8 a la columna de destilación. Una segunda fracción líquida empobrecida en compuestos ácidos, es decir enriquecida con compuestos activos que no hayan reaccionado, se evacua de BS1 por el conducto 13.

La primera fracción líquida enriquecida en compuestos ácidos que circula en el conducto 8 se puede recalentar por intercambio de calor en el intercambiador E4, después esta fracción líquida se introduce en la columna de destilación C2 para regenerarse. La columna C2 posee un evaporador. En C2, los compuestos reactivos de la solución absorbente se separan de los compuestos ácidos. Los compuestos ácidos se evaporan y se evacuan de C2 a través del conducto 9. El gas se enfría en el condensador EC1 para licuarse parcialmente. El matraz de separación BS2 permite recoger la fracción líquida que la bomba P3 bombea para que se introduzca a través del conducto 11 en la parte superior de la columna C2 a modo de reflujo. La fracción vapor se evacua de BS2 a través del conducto 10. El conducto 12 recoge de la base de la columna C2 la solución absorbente regenerada.

El calor liberado por enfriamiento de la solución absorbente recuperada en la base de la columna C2 se puede recuperar para calentar los distintos flujos que deban regenerarse. Por ejemplo, con referencia a la figura 1, la solución absorbente que circula en el conducto 12 permite recalentar en el intercambiador de calor indirecto E4, la primera fracción líquida obtenida en BS1 a través del conducto 8. A continuación, esta solución que circula en el conducto 14 se mezcla con la segunda fracción líquida proveniente de BS1 por el conducto 13. Esta mezcla se introduce en el intercambiador E1 para recalentar la solución absorbente que circula en el conducto 5. Después, la mezcla que circula en el conducto 15 se enfría en el intercambiador E2 a la temperatura de funcionamiento de la columna C1. La solución absorbente se almacena en el depósito de almacenamiento B1, de donde la retoma la bomba P1 para introducirla a través del conducto 4 en la columna C1.

En algunos casos, puede desearse reciclar una solución absorbente muy pobre en compuestos ácidos, es decir con una gran capacidad de absorción, en la parte superior de la columna C1 para aumentar la eficacia de la eliminación de los compuestos ácidos y cumplir con las especificaciones planteadas sobre el gas tratado. Por ejemplo, la fracción de solución absorbente empobrecida en compuestos ácidos separada en el matraz de separación BS1 puede no ser lo bastante eficaz para captar compuestos ácidos. De esta manera, en algunos casos, puede preferirse enviar la fracción de solución absorbente empobrecida en compuestos ácidos proveniente de BS1 a un punto

intermedio de la columna de absorción C1, tal y como se esquematiza en la figura 2. En ese caso, a la parte superior de la columna solo se envía la fracción de solución absorbente regenerada por destilación en C2. Las referencias de la figura 2, idénticas a las referencias de la figura 1, indican los mismos elementos.

5 En la figura 2, la solución absorbente cargada en compuestos ácidos que circula en el conducto 5 se separa en dos flujos que se calientan respectivamente en los intercambiadores de calor E1 y E'1, después se reúnen y eventualmente se calientan en el intercambiador E3, y después se introducen en el matraz de separación BS1.

10 La segunda fracción de solución absorbente empobrecida en compuestos ácidos proveniente de BS1 a través del conducto 13 la retoma la bomba P2, se enfría por intercambio de calor en E'1, y después se introduce a través del conducto 23 en un punto intermedio de la columna de absorción C1. El conducto 23 permite inyectar la solución absorbente en C1, entre la base y la parte superior de la columna, a un nivel inferior al punto de introducción por el conducto 4.

15 La solución absorbente regenerada y obtenida en la base de la columna C2 se envía tras su paso por los órganos E4, E1, E2, B1 y P1 a la parte superior de la columna C1 a través del conducto 4.

20 El proceso esquematizado en la figura 3 propone utilizar un contactor de membrana para realizar la invención. Las referencias de la figura 3, idénticas a las referencias de la figura 1 indican los mismos elementos.

25 En la figura 3, la solución absorbente cargada en compuestos ácidos que circula en el conducto 5 se introduce en el contactor de membrana EM1 para ponerse en contacto con la solución absorbente regenerada que llega por el conducto 14. En el contactor de membrana, los flujos se ponen en contacto por medio de una membrana cuya capa activa tiene la propiedad de ser permeable de manera selectiva, a los compuestos reactivos que hayan reaccionado con los compuestos ácidos. Por ejemplo, la membrana es un material polimérico tal como una silicona.

30 En el contactor de membrana EM1, la solución que llega por 5 se calienta al contacto indirecto de la solución que llega por 14. Cuando la solución que llega por el conducto 5 supera la temperatura crítica de separación de mezcla, esta solución se separa en dos fases líquidas: una fase que comprende los compuestos reactivos que hayan reaccionado con los compuestos ácidos y una fase que comprende los compuestos reactivos que no hayan reaccionado con los compuestos ácidos. La permeabilidad selectiva de la membrana de EM1 permite la transferencia del flujo 5 hacia el flujo 14 de los compuestos reactivos que no hayan reaccionado.

35 La solución absorbente cargada en compuestos ácidos proveniente del contactor de membrana a través del conducto 6 está empobrecida en compuestos reactivos que no han reaccionado, con respecto a la solución que circula en el conducto 5. Esta se introduce en el matraz BS1 en el que los compuestos ácidos liberados en forma gaseosa se evacúan a través del conducto 17. La solución absorbente cargada en compuestos ácidos extraída desde la base BS1 se introduce a través del conducto 8 en la columna de destilación C2 para regenerarse.

40 La solución absorbente empobrecida en compuestos ácidos proveniente del contactor de membrana, a través del conducto 15, está enriquecida en compuestos reactivos que no han reaccionado, con respecto a la solución que circula en el conducto 14.

45 La aplicación del contactor de membrana EM1 presenta la ventaja de efectuar, en un mismo dispositivo, el calentamiento y la separación de las fases obtenidas por separación de la mezcla.

Los ejemplos numéricos que se presentan a continuación permiten ilustrar la presente invención.

**Ejemplo numérico 1:**

50 Se considera una solución de agua-N-propil-1-propanamina a 20 °C, con la siguiente composición, en fracciones molares:

- agua: 0,6
- 55 - N-propil-1-propanamina: 0,4

A una temperatura de 80 °C, se forman dos fases, de las cuales una es una fase acuosa casi pura y la otra una fase orgánica enriquecida en N-propil-1-propanamina con la siguiente composición:

- 60 - agua: 0,24
- N-propil-1-propanamina: 0,76

**Ejemplo numérico 2:**

65 Un disolvente compuesto por un 75% en peso de N,N,N',N'-tetrametil-1,3-butanodiamina y por un 25% en peso de agua se pone en contacto a 25 °C y a presión atmosférica en un contactor gas-líquido, con una mezcla

gaseosa  $N_2$ - $CO_2$  que contiene un 10% en volumen de  $CO_2$  hasta la obtención de un equilibrio. Tras calentarlo a  $60\text{ }^\circ\text{C}$ , el disolvente separa la mezcla para formar dos fases líquidas. El  $CO_2$  absorbido se concentra en la fase más densa. Esta fase representa el 10% del peso total del disolvente.

5 La realización del proceso, de acuerdo con la invención, es particularmente interesante en el caso de una solución absorbente con un bajo contenido en compuestos ácidos. Es por ejemplo el caso en el que se debe tratar un gas con un contenido de  $H_2S$  reducido, por ejemplo de 100 ppm, para volver a llevarlo, por ejemplo, a 3 ppm. En ese caso, la fracción formada por el agua contenida en la solución absorbente de salida se envía a la columna de regeneración, esencialmente. Esto permite no tener que regenerar más que una fracción relativamente reducida de la solución absorbente.  
10

Además, en este caso, el evaporador de la columna de regeneración puede funcionar a una temperatura relativamente baja, próxima a  $100\text{ }^\circ\text{C}$ . Esto permite utilizar un nivel relativamente bajo de calor proveniente, por ejemplo, de los residuos térmicos, para efectuar esta evaporación. También es posible aumentar la presión a la que se efectúa la regeneración, para obtener gases ácidos a presión, reduciendo de esta manera el coste y el consumo de energía de la instalación de compresión de los gases ácidos, cuando estos se deben reinyectar en el subsuelo.  
15

La presente invención es también interesante en el caso del tratamiento de un gas fuertemente ácido, cuando la amina utilizada puede regenerarse, al menos en parte, por simple expansión. En este caso la amina utilizada puede regenerarse, al menos en parte, por expansión simple. En este caso la amina que no forma sal puede separarse, al menos en parte, por separación de la mezcla, lo que permite no enviarla a la columna de regeneración.  
20



## REIVINDICACIONES

- 5 1. Proceso de desacidificación de un efluente gaseoso que comprende al menos un compuesto ácido del grupo constituido por sulfuro de hidrógeno (H<sub>2</sub>S), y dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), en el que se efectúan las siguientes etapas:
- 10 a) poner en contacto el efluente gaseoso con una solución absorbente para obtener un efluente gaseoso empobrecido en compuestos ácidos y una solución absorbente cargada en compuestos ácidos, comprendiendo la solución absorbente al menos un compuesto reactivo en fase acuosa, seleccionándose la solución absorbente por su propiedad de formar dos fases líquidas divisibles cuando ha absorbido una cantidad de compuestos ácidos y se ha calentado,
- 15 b) calentar la solución absorbente cargada con compuestos ácidos para que la solución absorbente se separe en dos fracciones líquidas: una primera fracción de solución absorbente empobrecida en compuestos ácidos y una segunda fracción de solución absorbente enriquecida en compuestos ácidos,
- c) separar dichas dos fracciones obtenidas en la etapa b),
- d) regenerar la segunda fracción por destilación para producir una solución absorbente regenerada, empobrecida en compuestos ácidos, liberando compuestos ácidos en forma gaseosa,
- e) reciclar la primera fracción de solución absorbente y la solución absorbente regenerada, como solución absorbente en la etapa a).
- 20 2. Proceso de acuerdo con la reivindicación 1, en el que en la etapa b) la solución absorbente cargada de compuestos ácidos se calienta a una temperatura comprendida entre 60 °C y 100 °C.
- 25 3. Proceso de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, en el que la etapa a) se efectúa en una columna, introduciéndose la primera fracción de solución absorbente y la solución absorbente regenerada en la parte superior de la columna.
- 30 4. Proceso de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 y 2, en el que la etapa a) se efectúa en una columna, introduciéndose la solución absorbente regenerada en la parte superior de la columna, e introduciéndose la primera fracción de solución absorbente en un nivel intermedio entre la base y la parte superior de la columna.
- 35 5. Proceso de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, en el que en la etapa c) se utiliza una de las siguientes técnicas de separación: decantación, centrifugación, filtración.
- 40 6. Proceso de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 4, en el que se efectúan las etapas b) y c) en un contactor de membrana.
7. Proceso de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, en el que el al menos un compuesto reactivo se selecciona del grupo constituido por: aminas, alcanaminas, poliaminas, aminoácidos, sales alcalinas de aminoácidos, amidas, ureas, fosfatos, carbonatos y boratos de metales alcalinos.
- 45 8. Proceso de acuerdo con la reivindicación 7, en el que al menos un compuesto reactivo es N,N,N',N'-tetrametil-1,6-hexanodiamina.
9. Proceso de acuerdo con la reivindicación 8, en el que la solución absorbente comprende, además, una sal que favorece la propiedad de formar dos fases divisibles cuando dicha solución ha absorbido una cantidad de compuestos ácidos y se calienta.
- 50 10. Proceso de acuerdo con las reivindicaciones 8 y 9, en el que la solución absorbente comprende, además, un compuesto orgánico seleccionado del grupo constituido por: amina, alcohol, cetona, alcohol vinílico, vinilcetona, éteralcohol, étercetona, glicol, polietilenglicol, polipropilenglicol, copolímero etilenglicol-propilenglicol, éteres de glicol, tioglicol, tioalcohol, sulfona, sulfóxido, N-alquil pirrolidona, N-alquil piperidona, ciclotetrametilensulfona, N-alquilformamida, N-alquilacetamida, fosfato de alquilo, carbonato de alquilo y carbonato de dialquilo.
- 55 11. Proceso de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, en el que el efluente gaseoso se selecciona del grupo constituido por: gas natural, gas de síntesis, vapores de combustión, gas de refinería, gases de cola del proceso Claus, gases de fermentación de biomasa.

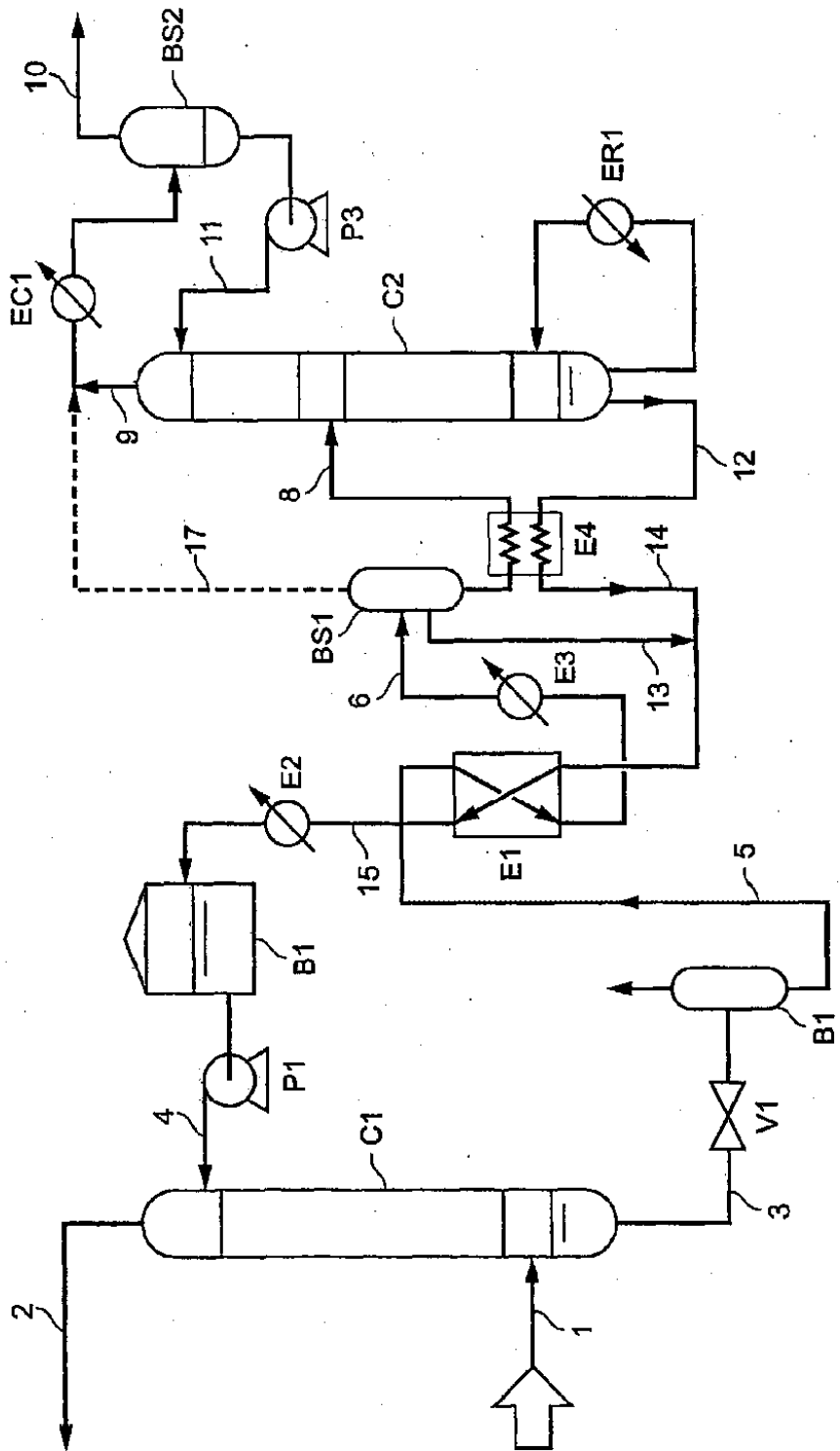


Figura 1

Figura 2

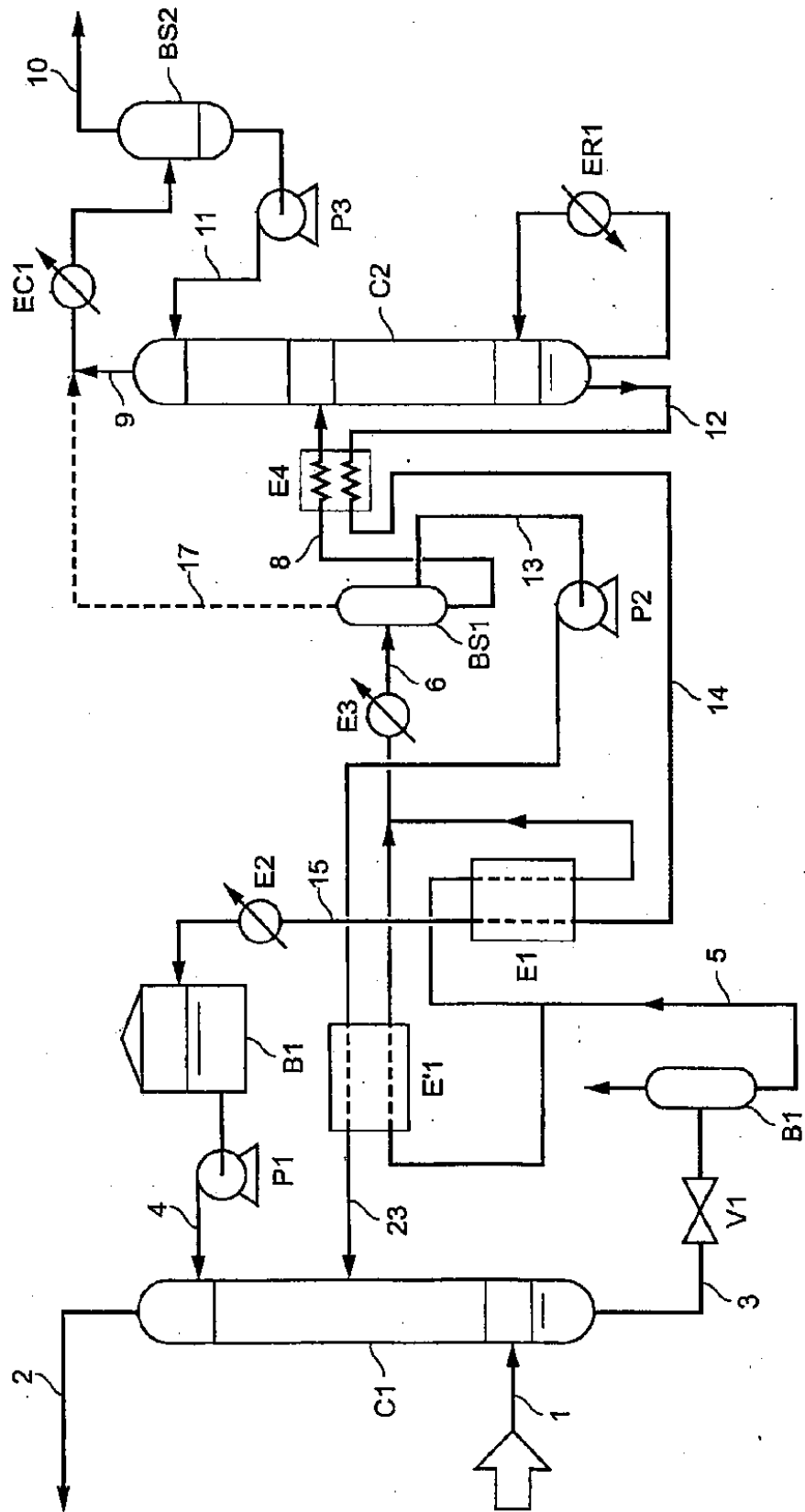


Figura 3

