

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **3 014 995**

51 Int. Cl.:

B01D 53/14 (2006.01)

B01D 53/40 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **31.01.2014** **PCT/IB2014/000419**

87 Fecha y número de publicación internacional: **07.08.2014** **WO14118633**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **31.01.2014** **E 14746742 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **11.12.2024** **EP 2950910**

54 Título: **Disolventes de captura de carbono y métodos para usar tales disolventes**

30 Prioridad:

31.01.2013 US 201361759191 P

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

28.04.2025

73 Titular/es:

CARBON CLEAN SOLUTIONS LIMITED (100.00%)
4th Floor The Anchorage, 34 Bridge Street
Reading RG1 2LU, GB

72 Inventor/es:

BUMB, PRATEEK;
AUSULA, RAMESH, KUMAR y
SHARMA, ANIRUDDHA

74 Agente/Representante:

DEL VALLE VALIENTE, Sonia

ES 3 014 995 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

Disolventes de captura de carbono y métodos para usar tales disolventes

5 **Antecedentes**

Esta exposición se refiere a un método para la preparación de disolventes y a métodos para el tratamiento de gases efluentes industriales y, más específicamente, esta exposición se refiere a disolventes y procesos para usar estos disolventes para ayudar a eliminar el dióxido de carbono (CO₂) de otras fuentes, tales como centrales eléctricas o plantas industriales.

La patente US-6,436,174 B1 se refiere a un proceso para eliminar los constituyentes gaseosos ácidos, tales como el CO₂ y el H₂S, de los gases utilizando un medio de absorción, al propio medio de absorción y a su uso.

15 **Resumen**

La presente invención se define en las reivindicaciones.

En particular, la presente invención proporciona un disolvente para la recuperación de dióxido de carbono de una mezcla gaseosa, que comprende:

(a) una alcanolamina seleccionada del grupo que comprende N-metildietanolamina (MDEA) y 2-amino-2-metil-1-propanol (AMP) y que tiene un porcentaje en peso entre el 25 % en peso y el 40 % en peso,

25 (b) aminas de piperazina, en donde la amina de piperazina es N-aminoetilpiperazina (AEP) que tiene un porcentaje en peso entre el 10 % en peso y el 25 % en peso,

(c) un tampón de carbonato que tiene un porcentaje en peso entre el 0,15 % en peso y el 10 % en peso,

30 (d) agua, y

(e) un glicol que tiene un porcentaje en peso entre el 10 % en peso y el 20 % en peso, o

35 un sulfolano que tiene un porcentaje en peso entre el 10 % en peso y el 20 % en peso, en donde el disolvente contiene menos del 75 % en peso de agua y tiene una única fase acuosa líquida.

La presente invención también proporciona un método para eliminar CO₂ de un flujo, que comprende las etapas de:

40 (a) poner en contacto el flujo con el disolvente según la presente invención;

b) permitir que el disolvente absorba CO₂ a una temperatura determinada para formar un disolvente rico en CO₂;

(c) regenerar el disolvente calentando el disolvente rico en CO₂ a más de 80 °C.

45 Cualquier exposición que no esté dentro del alcance de las reivindicaciones se incluye con fines ilustrativos.

Esta exposición se refiere a un disolvente (no necesariamente totalmente según las reivindicaciones) para la recuperación de dióxido de carbono de una mezcla gaseosa que tiene una alcanolamina, aminas reactivas que actúan como promotoras o activadoras y un tampón de carbonato. Un disolvente específico contiene menos de aproximadamente el 75 % en peso del medio de disolución: agua y glicol (p. ej., polietilenglicol) y tiene una única fase líquida. Otro disolvente específico contiene menos de aproximadamente el 75 % en peso del medio de disolución: agua y glicol (p. ej., polietilenglicol) y tiene una única fase líquida. Otro disolvente específico contiene menos de aproximadamente un 75 % en peso de agua y sulfolano como medio de disolución y tiene una única fase líquida.

55 Las características adicionales de la exposición resultarán evidentes para los expertos en la técnica tras considerar la siguiente descripción detallada de las realizaciones ilustrativas que ejemplifican el mejor modo de llevar a cabo la exposición tal como se percibe actualmente.

Breve descripción de los dibujos

60 La descripción detallada se refiere especialmente a las figuras adjuntas, en las que:

La Figura 1 es una imagen esquemática de la reacción; y

65 la Figura 2 es una vista en perspectiva de una realización ilustrativa.

La Figura 3 muestra una representación de la viscosidad de un disolvente ilustrativo.

Definiciones

- 5 Como se usa en la presente memoria, el término “disolvente” puede referirse a un único disolvente o a una mezcla de disolventes.

Descripción detallada

- 10 Esta exposición incluye varios aspectos y proporciona métodos y disolventes que, cuando se usan solos o en combinación, pueden reducir o eliminar significativamente las emisiones de dióxido de carbono (CO₂) de las plantas industriales que queman combustibles sólidos, particularmente las centrales eléctricas alimentadas con carbón. Esta exposición se refiere a la captura/secuestro de CO₂ de los gases de combustión. Las emisiones de CO₂ también deberían aplicarse a la captura de CO₂ de las calderas alimentadas con gas y petróleo, las centrales eléctricas de ciclo combinado, las plantas de gasificación de hulla e hidrógeno y las plantas de biogás.

- Como se muestra en la Figura 1, las fases de vapor y líquida están en contacto en una pequeña sección transversal. Al tratar las emisiones, la etapa de absorción implica la eliminación de los gases ácidos y otros componentes de la fase gaseosa mediante su transporte hacia la fase líquida. La interfaz gas-líquido separa las fases. Un gas absorbente se disuelve hacia el líquido en la interfaz y, a continuación, se difunde a través de una capa delgada de líquido (denominada capa de difusión) de un disolvente específico. A medida que se difunde, el gas se encuentra con el componente absorbente reactivo en un disolvente específico, reacciona con él y genera calor y productos de reacción tales como el carbonato. Los productos de reacción pueden difundirse hacia el líquido a granel mientras el calor de reacción liberado calienta el líquido. En un ejemplo, hay una mezcla de amina terciaria/amina impedida, aminas reactivas (p. ej., un activador de poliaminas), tampón de carbonato, un medio disolvente de agua y polietilenglicol físico, ya que el sistema disolvente permanece como una única fase líquida para eliminar los gases ácidos de la mezcla gaseosa.

- En una realización, un disolvente específico para absorber CO₂ incluye alcanolaminas, que pueden ser uno cualquiera de los compuestos representados por las siguientes fórmulas (I) a (III) o una mezcla de los mismos:



Compuesto que contiene nitrógeno (I)



Compuesto que contiene nitrógeno (II)



Compuesto que contiene nitrógeno (III)

- 55 en las fórmulas (I) a (III): x e y, respectivamente, satisfacen la relación: 1 inferior que o igual a 5 y 2 inferior que o igual a 10; y R¹, R², R³ y R⁴ representan -- C_iH_jO_kN_l (donde i=0 a 10, j=1 a 21, k=0 a 5 y l=0 a 5).

- 60 En un disolvente ilustrativo, las aminas reactivas pueden ser una cualquiera de los compuestos que contienen nitrógeno representados por las siguientes fórmulas (IV) a (XIII) o una mezcla de las mismas. Las aminas reactivas pueden ser un compuesto que contiene nitrógeno que tiene un nitrógeno secundario en un anillo o un compuesto que contiene nitrógeno que tiene un nitrógeno terciario en un anillo.

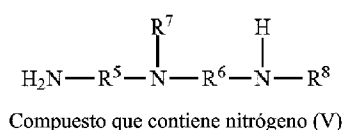
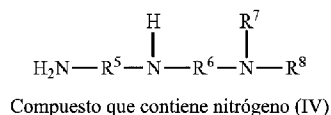
- 65 En otro disolvente ilustrativo, las aminas reactivas pueden ser un compuesto que contiene nitrógeno que tiene nitrógeno secundario y terciario en un anillo.

En otro disolvente ilustrativo, las aminas reactivas pueden ser un compuesto que contiene nitrógeno que tiene un nitrógeno en un grupo sustituyente que se ramifica desde el anillo.

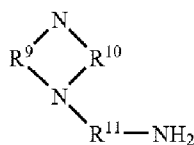
En otro disolvente ilustrativo, las aminas reactivas pueden ser un compuesto que contiene nitrógeno que tiene un nitrógeno primario en un grupo sustituyente que se ramifica desde el anillo.

En otro disolvente ilustrativo, las aminas reactivas pueden ser un compuesto que contiene nitrógeno que tiene tres átomos de nitrógeno o más en una molécula del mismo.

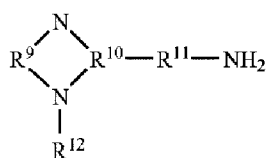
En otro disolvente ilustrativo, las aminas reactivas pueden ser un compuesto que contiene nitrógeno que tiene en una molécula del mismo todos los nitrógenos primarios, secundarios y terciarios.



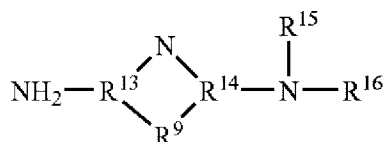
en las fórmulas (IV) a (V): R^5 y R^6 representan $-\text{C}_i\text{H}_j\text{O}_k\text{N}_l$ (donde $i=0$ a 10 , $j=0$ a 26 , $k=0$ a 5 y $l=0$ a 5); y R^7 y R^8 representan $-\text{C}_i\text{H}_j\text{O}_k\text{N}_l$ (donde $i=1$ a 10 , $j=0$ a 26 , $k=0$ a 5 y $l=0$ a 5),



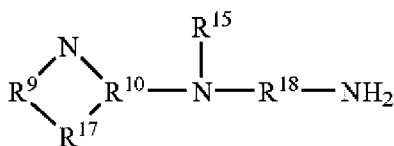
en la fórmula (VI): R^9 y R^{11} representan $-\text{C}_i\text{H}_j\text{O}_k\text{N}_l$ (donde $i=0$ a 10 , $j=0$ a 26 , $k=0$ a 5 y $l=0$ a 5); y R^{10} representa $-\text{C}_i\text{H}_j\text{O}_k\text{N}_l$ (donde $i=1$ a 10 , $j=0$ a 26 , $k=0$ a 5 y $l=0$ a 5),



en la fórmula (VII): R^9 y R^{11} representan $-\text{C}_i\text{H}_j\text{O}_k\text{N}_l$ (donde $i=0$ a 10 , $j=0$ a 26 , $k=0$ a 5 y $l=0$ a 5); y R^{10} y R^{12} representan $-\text{C}_i\text{H}_j\text{O}_k\text{N}_l$ (donde $i=1$ a 10 , $j=0$ a 26 , $k=0$ a 5 y $l=0$ a 5),

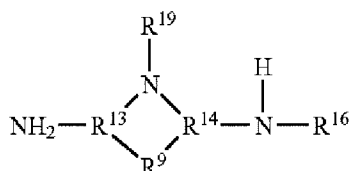


en la fórmula (VIII): R^9 representa $-\text{C}_i\text{H}_j\text{O}_k\text{N}_l$ (donde $i=0$ a 10 , $j=0$ a 26 , $k=0$ a 5 y $l=0$ a 5); y R^{13} , R^{14} , R^{15} y R^{16} representan $-\text{C}_i\text{H}_j\text{O}_k\text{N}_l$ (donde $i=1$ a 10 , $j=0$ a 26 , $k=0$ a 5 y $l=0$ a 5),



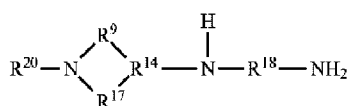
Compuesto que contiene nitrógeno (IX)

en la fórmula (IX): R^9 y R^{18} representan $\text{--C}_i\text{H}_j\text{O}_k\text{N}_l$ (donde $i=0$ a 10 , $j=0$ a 26 , $k=0$ a 5 y $l=0$ a 5); y R^{10} , R^{15} y R^{17} representan $\text{--C}_i\text{H}_j\text{O}_k\text{N}_l$ (donde $i=1$ a 10 , $j=0$ a 26 , $k=0$ a 5 y $l=0$ a 5),



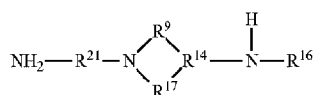
Compuesto que contiene nitrógeno (X)

en la fórmula (X): R^9 representa $\text{--C}_i\text{H}_j\text{O}_k\text{N}_l$ (donde $i=0$ a 10 , $j=0$ a 26 , $k=0$ a 5 y $l=0$ a 5); y R^{13} , R^{14} , R^{16} y R^{19} representan $\text{--C}_i\text{H}_j\text{O}_k\text{N}_l$ (donde $i=1$ a 10 , $j=0$ a 26 , $k=0$ a 5 y $l=0$ a 5),



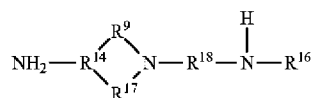
Compuesto que contiene nitrógeno (XI)

en la fórmula (XI): R^9 y R^{18} representan $\text{--C}_i\text{H}_j\text{O}_k\text{N}_l$ (donde $i=0$ a 10 , $j=0$ a 26 , $k=0$ a 5 y $l=0$ a 5); y R^{14} , R^{17} y R^{20} representan $\text{--C}_i\text{H}_j\text{O}_k\text{N}_l$ (donde $i=1$ a 10 , $j=0$ a 26 , $k=0$ a 5 y $l=0$ a 5),



Compuesto que contiene nitrógeno (XII)

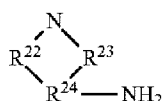
en la fórmula (XII): R^9 y R^{21} representan $\text{--C}_i\text{H}_j\text{O}_k\text{N}_l$ (donde $i=0$ a 10 , $j=0$ a 26 , $k=0$ a 5 y $l=0$ a 5); y R^{14} , R^{16} y R^{17} representan $\text{--C}_i\text{H}_j\text{O}_k\text{N}_l$ (donde $i=1$ a 10 , $j=0$ a 26 , $k=0$ a 5 y $l=0$ a 5),



Compuesto que contiene nitrógeno (XIII)

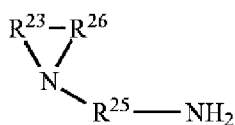
en la fórmula (XIII): R^9 y R^{18} representan $\text{--C}_i\text{H}_j\text{O}_k\text{N}_l$ (donde $i=0$ a 10 , $j=0$ a 26 , $k=0$ a 5 y $l=0$ a 5); y R^{14} , R^{16} y R^{17} representan $\text{--C}_i\text{H}_j\text{O}_k\text{N}_l$ (donde $i=1$ a 10 , $j=0$ a 26 , $k=0$ a 5 y $l=0$ a 5).

En un disolvente específico, el segundo componente compuesto puede ser uno cualquiera de los compuestos que contienen nitrógeno representados por las siguientes fórmulas (XIV) a (XIX) o una mezcla de los mismos:



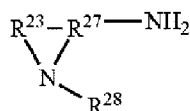
Compuesto que contiene nitrógeno (XIV)

en la fórmula (XIV): R^{22} representa $\text{--C}_i\text{H}_j\text{O}_k\text{N}_l$ (donde $i=0$ a 10 , $j=0$ a 26 , $k=0$ a 5 y $l=0$ a 5); y R^{23} y R^{24} representan $\text{--C}_i\text{H}_j\text{O}_k\text{N}_l$ (donde $i=1$ a 10 , $j=0$ a 26 , $k=0$ a 5 y $l=0$ a 5),



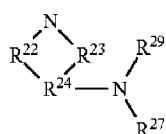
Compuesto que contiene nitrógeno (XV)

en la fórmula (XV): R^{25} representa $-C_iH_jO_kN_l$ (donde $i=0$ a 10 , $j=0$ a 26 , $k=0$ a 5 y $l=0$ a 5); y R^{23} y R^{26} representan $-C_iH_jO_kN_l$ (donde $i=1$ a 10 , $j=0$ a 26 , $k=0$ a 5 y $l=0$ a 5),



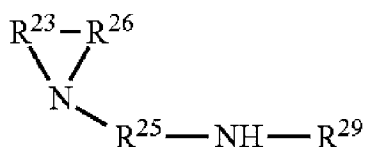
Compuesto que contiene nitrógeno (XVI)

en la fórmula (XVI): R^{23} , R^{27} y R^{28} representan $-C_iH_jO_kN_l$ (donde $i=1$ a 10 , $j=0$ a 26 , $k=0$ a 5 y $l=0$ a 5),



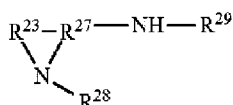
Compuesto que contiene nitrógeno (XVII)

en la fórmula (XVII): R^{22} representa $-C_iH_jO_kN_l$ (donde $i=0$ a 10 , $j=0$ a 26 , $k=0$ a 5 y $l=0$ a 5); y R^{23} , R^{24} , R^{27} y R^{29} representan $-C_iH_jO_kN_l$ (donde $i=1$ a 10 , $j=0$ a 26 , $k=0$ a 5 y $l=0$ a 5),



Compuesto que contiene nitrógeno (XVIII)

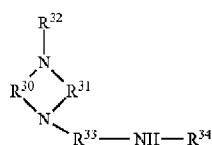
en la fórmula (XVIII): R^{25} representa $-C_iH_jO_kN_l$ (donde $i=0$ a 10 , $j=0$ a 26 , $k=0$ a 5 y $l=0$ a 5); y R^{23} , R^{26} y R^{29} representan $-C_iH_jO_kN_l$ (donde $i=1$ a 10 , $j=0$ a 26 , $k=0$ a 5 y $l=0$ a 5),



Compuesto que contiene nitrógeno (XIX)

en la fórmula (XIX): R^{23} , R^{27} , R^{28} y R^{29} representan $-C_iH_jO_kN_l$ (donde $i=1$ a 10 , $j=0$ a 26 , $k=0$ a 5 y $l=0$ a 5)

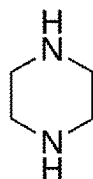
En un disolvente específico, la amina reactiva puede ser un compuesto que contiene nitrógeno representado por la siguiente fórmula (XX):



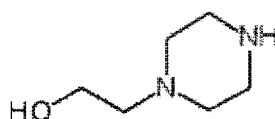
Compuesto que contiene nitrógeno (XX)

en la fórmula (XX): R^{30} , R^{32} , R^{33} y R^{34} representan $-C_iH_jO_kN_l$ (donde $i=1$ a 10 , $j=0$ a 26 , $k=0$ a 5 y $l=0$ a 5), y R^{31} representa $-C_iH_jO_kN_l$ (donde $i=0$ a 10 , $j=0$ a 26 , $k=0$ a 5 y $l=0$ a 5).

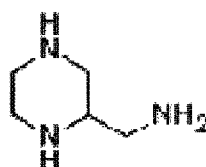
En un disolvente específico, la amina reactiva puede ser piperazina, N-2-hidroetilpiperazina, 2-aminometilpiperazina o una mezcla de las mismas.



Piperazina



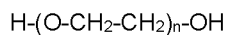
N-2-hidroetilpiperazina



2-aminometilpiperazina

En un disolvente ilustrativo, uno de los componentes de un disolvente específico puede representarse por polietilenglicol (PEG) representado por las siguientes fórmulas (XXI) y/o un disolvente impulsado por presión física o una mezcla de los mismos:

Polietilenglicol ($C_{2n}H_{4n+2}O_{n+1}$)



donde, n=entero

Los glicoles adecuados con realizaciones específicas incluyen monoetilenglicol (EG), dietilenglicol (DEG), trietilenglicol, tetraetilenglicol y metoxitriglicol (MTG). Otros disolventes físicos utilizados como componente disolvente son el sulfolano y la N-metil-2-pirrolidona (NMP).

En un disolvente específico, las alcanolaminas pueden estar contenidas en una cantidad en un intervalo de igual o superior al 10 % en peso a igual o inferior al 40 % en peso, las aminas reactivas pueden estar en una cantidad en un intervalo de igual o superior al 6 % en peso a igual o inferior al 40 % en peso, y la cantidad total de la alcanolamina y las aminas reactivas puede ser de más del 20 % en peso a igual o inferior al 80 % en peso.

En un disolvente específico, la alcanolamina puede representarse mediante la fórmula (I), en la que cada uno de R^1 y R^2 es H.

En un disolvente específico, la alcanolamina puede representarse mediante la fórmula (I), donde x es de 2 a 4 e y es de 4 a 8.

En un disolvente específico, las alcanolaminas pueden representarse mediante la fórmula (I), donde R^1 es H y R^2 es - $C_mH_nO_oN_p$ (donde m=1 a 5, n=1 a 11, o=0 a 5 y p=0 a 5).

En un disolvente específico, la alcanolamina puede representarse mediante la fórmula (I), donde x es de 2 a 4, y es de 4 a 8 y R^2 es CH_3 , C_2H_5 , C_3H_7 o C_4H_9 .

En un disolvente específico, la alcanolamina puede representarse mediante la fórmula (I), en la que R^1 y R^2 representan - $C_mH_nO_oN_p$ (donde m=1 a 5, n=1 a 11, o=0 a 5 y p=0 a 5).

En un disolvente específico, la alcanolamina puede representarse mediante la fórmula (I), donde x es 2, y es 4, R^1 es CH_3 y R^2 es C_2H_4OH .

Un líquido absorbente para absorber CO₂ o H₂S o ambos del gas según ciertas realizaciones incluye un compuesto de amina cíclica que tiene un nitrógeno en un anillo. En un disolvente específico, la amina cíclica que tiene un nitrógeno en un anillo puede ser una amina cíclica que tiene un nitrógeno en un anillo de 5 miembros, un anillo de 6 miembros o un anillo de 7 miembros.

En un disolvente específico, la amina cíclica que tiene un nitrógeno en un anillo de 5 miembros, un anillo de 6 miembros o un anillo de 7 miembros puede ser pirrolidina (PR), piperidina (PZ) o hexametiliminina (HMI).

En un disolvente específico, el compuesto de amina cíclica que tiene un nitrógeno en un anillo puede ser un compuesto que contiene nitrógeno que tiene un nitrógeno primario en un grupo sustituyente que se ramifica desde el anillo.

En un disolvente específico, el compuesto que contiene nitrógeno que tiene un nitrógeno primario en un grupo sustituyente que se ramifica desde el anillo puede ser aminometilpiperidina o aminoetilpiperidina.

En un disolvente específico, el compuesto de amina cíclica que tiene un nitrógeno en un anillo puede ser un compuesto que contiene nitrógeno que tiene un grupo hidroxilo en un anillo de 5 miembros, un anillo de 6 miembros o un anillo de 7 miembros.

En un disolvente específico, el compuesto que contiene nitrógeno que tiene un grupo hidroxilo en un anillo de 5 miembros, un anillo de 6 miembros o un anillo de 7 miembros puede ser piperidinol (PDN).

Un líquido absorbente incluye una mezcla de un disolvente específico y una alcanolamina. En un disolvente específico, la alcanolamina puede ser monoetanolamina (MEA), etilaminoetanol (EAE), trietanolamina, N-metildietanolamina (MDEA), diisopropanolamina, diglicolamina o una mezcla de las mismas.

Un proceso para eliminar el CO₂ o H₂S o ambos incluye una torre de absorción que permite que el gas que contiene CO₂ o H₂S o ambos y un líquido absorbente estén en contacto entre sí para eliminar el CO₂ o H₂S o ambos del gas; y una torre de regeneración que regenera una solución que ha absorbido el CO₂ o H₂S o ambos, reutilizando la torre de absorción la solución regenerada en la torre de regeneración al eliminar el CO₂ o H₂S o ambos de la solución.

En una realización, un disolvente específico para la recuperación de dióxido de carbono de una mezcla gaseosa incluye amina impedida, amina reactiva, polietilenglicol y un tampón de carbonato alcalino. El disolvente restante puede ser agua.

s aminas reactivas pueden ser una piperazina y sus derivados, tales como piperazina, 2-aminometilpiperazina, N-aminoetilpiperazina (según las reivindicaciones), hidroxietilpiperazina, 3-(3-pirrolidil)piperidina, 2-(3-pirrolidil)piperazina, 3-(3-piperidil)piperidina, 3-(2-piperazinil)piperidina, o 2-(2-piperazinil)piperazina, 2-aminometilpiperazina. La amina reactiva puede ser etilendiamina, dimetiletilendiamina, pirazolidina, imidazolidina, 2-(2-pirrolidil)pirrolidina, 2-(2-imidazolidil)imidazolidina o una mezcla de las mismas. Un ejemplo incluye un disolvente que tiene amina impedida, una mezcla de amina piperazina activa y N-2-hidroetilpiperazina, un tampón de carbonato, polietilenglicol y agua.

Una realización puede incluir un disolvente con polietilenglicol, cualquiera de una clase de compuestos orgánicos que pertenecen a la familia de los alcoholes; en la molécula de un glicol, dos grupos hidroxilo (OH) están unidos a diferentes átomos de carbono. El término se aplica frecuentemente al miembro más simple de la clase, el etilenglicol. El etilenglicol, también llamado 1,2-etanodiol, fórmula molecular HOCH₂CH₂OH, es un líquido oleoso incoloro que posee un sabor dulce y un olor suave. Se puede producir comercialmente a partir de óxido de etileno, que se obtiene a partir del etileno. Además, el propilenglicol, también llamado 1,2-propanodiol, se parece al etilenglicol en sus propiedades físicas. Otros glicoles incluyen el 1,3-butanodiol, el 1,4-butanodiol, el 2-etil-1,3-hexanodiol y el 2-metil-2-propil-1,3-propanodiol, el metoxitriglicol y otros, y son adecuados en este contexto.

Un disolvente específico puede contener aminas impedidas o terciarias que actúan como portadoras de alta carga de CO₂ como disolvente base para aumentar la capacidad del disolvente de captura de CO₂. La amina impedida/amina terciaria puede ser N-metildietanolamina (MDEA), 2-(2-aminoeto)etanol, aminoetiletanolamina (AEEA), 2-amino-2-metil-1-propanol (AMP), 2-(etilamino)etanol (EAE), 2-(metilamino)etanol (MAE), 2-(dietilamino)etanol (DEAE), diisopropanolamina (DIPA), metilaminopropilamina (MAPA), 3-aminopropanol (AP), 2,2-dimetil-1,3-propanodiamina (DMPDA), 3-amino-1-ciclohexilaminopropano (ACHP), diglicolamina (DGA), 1-amino-2-propanol (MIPA), 2-metilmetanolamina (MMEA); Dietiletanolamina (DEEA). La MDEA y la AMP son las únicas alcanolaminas según las reivindicaciones.

El disolvente de la invención contiene un tampón de carbonato. El pH puede oscilar para un tampón de carbonato y puede estar entre 8,0 y 9,0. El carbonato en un disolvente específico aumenta el pH de un disolvente específico. Este alto pH permite una mayor captura de dióxido de carbono en forma de sales de bicarbonato. El carbonato se puede regenerar cuando se calienta un disolvente específico. En algunos casos, el percarbonato puede mejorar el sistema tampón.

En la presente memoria, se describen sales tampón de carbonato adecuadas. La cantidad de sal tampón de carbonato usada en el sistema tampón es una cantidad que es suficiente, cuando se usa con los componentes restantes, para elevar el pH salival a un pH de aproximadamente 7,8 o más, aproximadamente 8,5 o más y aproximadamente 9 o más (p. ej., aproximadamente 9-11), independientemente del pH inicial.

En otra realización, la sal de carbonato se selecciona del grupo que consiste en carbonato de sodio, carbonato de potasio, carbonato de calcio, carbonato de amonio y carbonato de magnesio. En otra realización más, la sal de bicarbonato se selecciona del grupo que consiste en bicarbonato de sodio, bicarbonato de potasio, bicarbonato de calcio, bicarbonato de amonio y bicarbonato de magnesio. En una realización, el sistema tampón binario comprende carbonato de sodio y bicarbonato de sodio. En otra realización, el bicarbonato de sodio es bicarbonato de sodio recubierto con desecante.

La cantidad de tampón de carbonato y de amina piperazina reactiva en la solución está limitada por la solubilidad de ambos componentes en agua, lo que resulta en un límite de solubilidad de los sólidos para las soluciones acuosas. A 25 °C, la solubilidad del tampón de carbonato de potasio en una solución rica en CO₂ es de 3,6 m y la solubilidad de la piperazina en agua es de aproximadamente 2 m. Con la limitación de solubilidad de los sólidos, la menor concentración resultante puede resultar en una tasa de reacción lenta y una baja capacidad de solución. Al combinar la solubilidad del tampón de piperazina y carbonato en polietilenglicol y soluciones acuosas, la solubilidad resultante aumenta.

Las aminas reactivas tales como la piperazina y el CO₂ reaccionan, se someten a una reacción de equilibrio para formar carbamato de piperazina y dicarbamato de piperazina y algo de piperazina libre y unida. Debido a la adición de sal tampón de carbonato; que reacciona con la piperazina libre y unida al hacer reaccionar más CO₂ para formar carbamato de piperazina y dicarbamato de piperazina.

La relación de equivalentes de sal de carbonato a equivalentes de amina reactiva puede estar entre 0,3 - 3,0. Las concentraciones de la amina reactiva y la sal de carbonato pueden estar entre 3,0 - 8,0 equivalentes/kg de H₂O o de 4,0 y 6,0 equivalentes/kg de H₂O. La cantidad de piperazina y sal tampón de carbonato se puede ajustar basándose en la solubilidad en agua y polietilenglicol.

En un ejemplo, un disolvente específico y un método de uso para la eliminación de CO₂ del gas de combustión, gas natural, gas de hidrógeno, gas de síntesis y otros flujos de gases residuales y de proceso. Un disolvente específico puede contener un tampón de carbonato, una amina reactiva, una amina impedida y un polietilenglicol, lo que resulta en un pH de la solución entre (10 - 13,5) en ausencia de CO₂. La amina reactiva es del 6 % en peso al 40 % en peso con la concentración total limitada por la solubilidad de los sólidos de la amina reactiva en solución acuosa y de polietilenglicol o de la sal tampón de carbonato de 0,15 % en peso - 10 % en peso con la concentración total limitada por la solubilidad de los sólidos en solución acuosa. Este disolvente químico está diseñado para aumentar la tasa de eliminación de CO₂ y mejorar la eficiencia del proceso de eliminación.

La piperazina es libremente soluble en agua y su solubilidad en etilenglicol es de hasta aproximadamente el 20 % en peso. La solubilidad de la sal tampón de carbonato en agua es de 112 g/100 ml a 20 °C.

La temperatura de la solución cuando entra en contacto con el flujo gaseoso puede estar entre aproximadamente 30 °C y 125 °C. La constante de tasa para la reacción del CO₂ con el derivado de piperazina (KPZ) puede ser de al menos 25 m³/mol-s a 25 °C, o al menos 50 m³/mol-s a 25 °C.

En una realización, un disolvente específico tiene una amina reactiva en una concentración de entre aproximadamente el 6 % en peso y el 40 % en peso.

En otra realización más, un disolvente específico tiene una alcanolamina en una concentración entre aproximadamente el 10 % en peso y el 40 % en peso.

Según las reivindicaciones, el disolvente tiene un tampón de carbonato con una concentración entre aproximadamente el 0,15 % en peso - 10 % en peso.

En otra realización más, un disolvente específico tiene una concentración de soluto entre aproximadamente el 2 % en peso - 40 % en peso.

En otra realización más, un disolvente específico tiene un equilibrio terciario para mantener un disolvente o sistema disolvente específico como una única fase líquida.

En otra realización más, el disolvente tiene un porcentaje en peso de entre el 25 % en peso y el 40 % en peso y se selecciona de entre el grupo que comprende N-metildietanolamina (MDEA), 2-amino-2-metil-1-propanol (AMP); las aminas reactivas tienen un porcentaje en peso entre el 10 % en peso y el 25 % en peso y se seleccionan de entre el

grupo que comprende piperazina, N-aminoetilpiperazina (AEP); y el glicol tiene un porcentaje en peso entre el 10 % en peso y el 25 % en peso.

5 En otra realización más, el disolvente tiene un porcentaje en peso de entre el 30 % en peso y el 40 % en peso y se selecciona de entre el grupo que comprende N-metildietanolamina (MDEA), 2-amino-2-metil-1-propanol (AMP); las aminas reactivas tienen un porcentaje en peso entre el 10 % en peso y el 18 % en peso y se seleccionan de entre el grupo que comprende piperazina, N-aminoetilpiperazina (AEP); y el glicol tiene un porcentaje en peso entre el 15 % en peso y el 20 % en peso.

10 En otra realización más, el disolvente tiene un porcentaje en peso de entre el 32 % en peso y el 35 % en peso y se selecciona de entre el grupo que comprende N-metildietanolamina (MDEA), 2-amino-2-metil-1-propanol (AMP); las aminas reactivas tienen un porcentaje en peso entre el 11 % en peso y el 15 % en peso y se seleccionan de entre el grupo que comprende piperazina, N-aminoetilpiperazina (AEP); y el glicol tiene un porcentaje en peso entre el 18 % en peso y el 20 % en peso.

15 En otra realización más, el disolvente tiene un porcentaje en peso de entre el 25 % en peso y el 40 % en peso; las aminas reactivas tienen un porcentaje en peso entre el 10 % en peso y el 25 % en peso; y el glicol tiene un porcentaje en peso entre el 10 % en peso y el 25 % en peso.

20 En otra realización más, el disolvente tiene un porcentaje en peso de entre el 30 % en peso y el 40 % en peso; las aminas reactivas tienen un porcentaje en peso entre el 10 % en peso y el 18 % en peso; y el glicol tiene un porcentaje en peso entre el 15 % en peso y el 20 % en peso.

25 En otra realización más, el disolvente tiene un porcentaje en peso de entre el 32 % en peso y el 35 % en peso; las aminas reactivas tienen un porcentaje en peso entre el 11 % en peso y el 15 % en peso; y el glicol tiene un porcentaje en peso entre el 18 % en peso y el 20 % en peso.

30 En otra realización más, el disolvente tiene un porcentaje en peso de entre el 25 % en peso y el 40 % en peso; las aminas reactivas tienen un porcentaje en peso entre el 10 % en peso y el 25 % en peso; y el sulfolano tiene un porcentaje en peso entre el 10 % en peso y el 25 % en peso.

35 En otra realización más, el disolvente tiene un porcentaje en peso de entre el 30 % en peso y el 40 % en peso; las aminas reactivas tienen un porcentaje en peso entre el 10 % en peso y el 18 % en peso; y el sulfolano tiene un porcentaje en peso entre el 15 % en peso y el 20 % en peso.

En otra realización más, el disolvente tiene un porcentaje en peso de entre el 32 % en peso y el 35 % en peso; las aminas reactivas tienen un porcentaje en peso entre el 11 % en peso y el 15 % en peso; y el sulfolano tiene un porcentaje en peso entre el 18 % en peso y el 20 % en peso.

40 En otra realización, un método para eliminar el CO₂ de un flujo gaseoso que incluye: poner en contacto un flujo gaseoso con una solución en donde la solución se forma combinando: alcanolaminas, una amina reactiva, una sal de carbonato, polietilenglicol y agua; donde el contacto elimina el CO₂ del flujo gaseoso; y regenerar la solución. Las concentraciones pueden estar limitadas por la solubilidad de los componentes a una temperatura y el contacto del flujo gaseoso de escape con un disolvente específico elimina el CO₂ del flujo gaseoso; y regenerar la solución.

45 La regeneración puede incluir el calentamiento de una solución rica en CO₂, que puede producirse a una temperatura de aproximadamente 90 °C - 130 °C, aproximadamente 110 °C. Se puede incluir un aditivo tal como un agente antiespumante, un antioxidante, un inhibidor de la corrosión (p. ej., óxido de vanadio o un cromato), un coadyuvante de floculación o una mezcla de dos o más aditivos como parte de la solución.

50 En otra realización, el método para eliminar el CO₂ de un flujo gaseoso puede incluir además la aplicación de un sistema de lavado con agua, en donde el sistema de lavado con agua recoge la alcanolamina volátil y la amina reactiva del flujo gaseoso tratado. La regeneración de la solución puede producirse en una columna de extracción al vacío y la solución puede volver a ponerse en contacto con el flujo gaseoso después de la regeneración.

55 Otros componentes de un flujo gaseoso, tal como el COS, también pueden eliminarse mediante el método de esta exposición. El flujo gaseoso puede provenir de una central eléctrica alimentada con carbón, o puede ser gas de combustión, gas natural, gas de hidrógeno, gas de síntesis o un flujo de gas residual.

60 La Figura 2 es un diagrama esquemático de un aparato para eliminar gases ácidos, especialmente CO₂. Como se muestra en la Figura 2, se permite que el gas entre en una torre de absorción 1 a través de una alimentación de gas que contiene CO₂. En una porción empaquetada, el gas colocado en la torre de absorción 1 se pone en contacto en contraflujo con un líquido absorbente de CO₂ alimentado desde 3, y el CO₂ es absorbido y eliminado del gas por el líquido absorbente, y el gas resultante se descarga desde la parte superior como gas tratado. El líquido absorbente alimentado a la torre de absorción 1 absorbe CO₂ y se conduce al intercambiador de calor y se calienta y conduce a una torre de regeneración 4. En la torre de regeneración 4, el líquido absorbente fluye a través de una parte

empaquetada hacia la porción inferior de la torre. Durante este tiempo, el CO₂ se elimina para regenerar el líquido absorbente. El líquido absorbente regenerado es conducido por una bomba al intercambiador de calor y devuelto a la torre de absorción 1 a través de una línea de entrada de alimentación de líquido absorbente 3.

Por otro lado, en la porción superior de la torre de regeneración 4, el CO₂ eliminado del líquido absorbente se pone en contacto con el agua de reflujo y se enfría mediante un condensador de reflujo de la torre de regeneración y, en un tambor de reflujo, el CO₂ se separa del agua de reflujo formada al condensar el vapor de agua que acompaña al CO₂ y conduce a una etapa de recuperación de CO₂. El agua de reflujo es alimentada por una bomba de agua de reflujo a la torre de regeneración 4. Esta realización describe brevemente una visión general de la descripción del proceso de captura de CO₂.

Ejemplos ilustrativos y teoría propuesta

Calor para producir vapor para mantener la fuerza impulsora del CO₂. Para que el CO₂ se transfiera de la fase líquida a la fase gaseosa, es necesario que haya una fuerza impulsora sobre la base de la presión parcial. Por lo tanto, el vapor actúa de tal manera que proporciona esta fuerza motriz de modo que se mejora la transferencia de masa de CO₂ desde la fase líquida a la fase gaseosa. Este proceso también tiene energía asociada, lo que contribuye al funcionamiento general del recalentador. Esto se puede obtener averiguando la cantidad de agua asociada con el vapor de CO₂ puro producido a medida que esta energía en forma de agua se pierde y debe ser proporcionada por el recalentador. El calor de extracción consiste en lo siguiente:

$$Q_T = Q_{sens} + Q_{des} + Q_{extrac}$$

Calor sensible del disolvente rico en CO₂ para elevar la temperatura del extractor

Un disolvente específico cargado con CO₂ en el absorbedor puede calentarse hasta la temperatura del extractor para la regeneración del CO₂. Un flujo de disolvente específico se puede precalentar en el intercambiador de calor cruzado pobre-rico y, a continuación, se puede usar calor adicional para mantener la temperatura de un disolvente específico en el extractor.

$$Q_{sens} = \frac{\delta C_p \Delta T}{(\alpha_{rico} - \alpha_{pobre}) C_{amin e}}$$

Los factores que contribuyen al calor sensible son el flujo de disolvente, la capacidad calorífica específica de un disolvente específico y el aumento de temperatura. Por lo tanto, el único parámetro que se puede variar es un flujo de disolvente específico que depende además de la concentración de un disolvente específico y de las cargas de un disolvente específico. Esto se puede reducir haciendo circular menos disolvente y manteniendo la misma tasa de producción de CO₂. Esto se comprueba comparando la capacidad neta de un disolvente, que se define como la diferencia en la carga en las condiciones de absorción y desorción.

Calor de desorción del CO₂

El CO₂ que está unido reversiblemente a un disolvente específico requiere regeneración. El calor de desorción es equivalente al calor de absorción.

Calor para producir vapor para mantener la fuerza impulsora del CO₂

Para que el CO₂ se transfiera de la fase líquida a la fase gaseosa, es necesario que haya una fuerza impulsora en la base de la presión parcial. Por lo tanto, el vapor actúa de tal manera que proporciona la fuerza motriz de modo que se mejora la transferencia de masa de CO₂ desde la fase líquida a la fase gaseosa. Este proceso también tiene energía asociada, lo que contribuye al funcionamiento general del recalentador. Esto se puede obtener averiguando la cantidad de agua asociada con el vapor de CO₂ puro producido a medida que esta energía en forma de agua se pierde y debe ser proporcionada por el recalentador. El calor de extracción consiste en lo siguiente:

$$Q_{extrac} = \frac{P_{H_2O}^{sat}(T_{top,des}) \chi_{H_2O,base libre} \Delta C_{H_2O}^{vap}}{P_{CO_2}^*(T_{top,des}, \alpha_{rico})}$$

Dónde $\Delta C_{H_2O}^{vap}$ significa calor de vaporización si el agua y $P_{CO_2}^*$ es la presión parcial del CO₂ que estaría en equilibrio con la solución rica en la parte inferior del absorbedor. Por lo tanto, encontrar EJEMPLOS

La exposición se describirá adicionalmente en relación con los siguientes ejemplos, que se exponen únicamente a título ilustrativo.

Tabla 1

		Sulfolano	EG	NMP	DEG	Metoxitriglicol
Peso molecular	kg/kmol	120,2	62,1	99,1	106,1	164,2
Cp en masa	kJ/(kg*° C)	1,2319	2,4734	1,6181	2,3353	2,19
Viscosidad dinámica	cP	7,9380	9,5081	1,4516	15,3050	7,3000
Calor latente de vaporización	kJ/kg	435,11	849,57	453,74	540,63	301,00
Punto de ebullición	Grados C	289,933	197,080	203,994	244,938	249,000

Como el activador de la tasa para la absorción de CO₂ es la piperazina y su derivado, la limitación de la piperazina es su alta volatilidad. Tiene la cinética de reacción más alta entre sus derivados. Se trata de cristales blancos que necesitan más agua para formar una solución transparente o necesitan polietilenglicol para solubilizarlos. Sin embargo, debido a la alta volatilidad, la pérdida de la piperazina es alta y, para minimizar la pérdida de volatilidad en el disolvente, el componente de piperazina se reemplaza parcial o completamente por un activador de tasa, tal como la N-2-hidroetilpiperazina, cuya presión de vapor es un 99,7 % inferior a la de la piperazina.

Amina reactiva	Piperazina	N-2-hidroetilpiperazina
Fórmula	C ₄ H ₁₀ N ₂	C ₆ H ₁₄ N ₂ O
Mol. % en peso	84,16	130,19
Estado	SÓLIDO	LÍQUIDO
Apariencias	CRISTAL BLANCO	AMARILLO CLARO
Pt. fusión (grados C)	106	-10
Pt. ebullición (grados C)	146	246
Solubilidad (agua)	SOLUBLE	SOLUBLE
Presión de vapor (mm Hg)	2,1 A 20 °C	0,00492 A 25 °C
Acidez pKa	9,8	

Ejemplo 2

A continuación, se muestran la composición y las características de otro disolvente ilustrativo (no según las reivindicaciones).

Medición de la densidad

Las densidades se midieron utilizando un picnómetro Gay-Lussac de 25 ×10⁻⁶m³ (a 298 K). Para cada ciclo, el picnómetro que contenía la solución de disolvente se puso en un baño a temperatura constante. La temperatura del baño se controló dentro de ± 0,1 K del nivel de temperatura deseado usando un controlador de la temperatura de circulador. Una vez que la solución alcanzó la temperatura deseada, se pesó con una balanza analítica con una precisión de ±0,0001 g. Cada dato de densidad reportado es el promedio de al menos tres mediciones.

Medición de la viscosidad

Las viscosidades de las soluciones se midieron usando el viscosímetro Cannon Fenske. Para cada medición de viscosidad, la temperatura se controló dentro de ± 0,1 K del nivel deseado con un controlador de la temperatura de circulador. Los viscosímetros que contenían las muestras se sumergieron en un baño termostático y se dejaron equilibrar hasta la temperatura del punto de ajuste durante al menos 15 minutos. Después, el tiempo de salida de las muestras se midió manualmente con un cronómetro digital que tenía una precisión de 0,01 s. El tiempo de salida se mide permitiendo que el menisco pase entre dos marcas específicas. La viscosidad cinemática se obtuvo multiplicando el tiempo de flujo en segundos por la constante del viscosímetro respectivo. La viscosidad dinámica de las muestras se calcula multiplicando los valores de viscosidad cinemática por sus valores de densidad correspondientes. Cada dato de viscosidad es el promedio de al menos tres mediciones.

	% en masa	% en moles	Molaridad (mol/l)	Molalidad (mol/kg de agua)	Densidad kg/m ³
MDEA	25	7,3	2,185	5,387	1055 a 40 °C
Etilenglicol	20	11,19	3,351	8,262	

ES 3 014 995 T3

	% en masa	% en moles	Molaridad (mol/l)	Molalidad (mol/kg de agua)	Densidad kg/m ³
Piperazina	15	6,05	1,811	4,465	
K ₂ CO ₃	1	0,25	0,0734	0,186	
H ₂ O	39	75,21			

Densidad y viscosidad de S1:

Temp.	Viscosidad	Densidad
°C	mPa·s	kg/m ³
30	10,16252	1065
40	6,962653	1055
50	4,170193	1048
60	2,777815	1040

La Figura 3 describe la viscosidad en mPa·s y la densidad en kg/m³ (en el eje Y) con respecto a la temperatura °C (en el eje X) para el disolvente S1. Se observa que la viscosidad y la densidad disminuyen con el aumento de la temperatura.

VLE de S1

Estas mediciones pueden determinar la relación entre la presión parcial de CO₂ y la posterior carga del disolvente a diferentes temperaturas. Estos datos se pueden utilizar para hacer una primera valoración del rendimiento del disolvente.

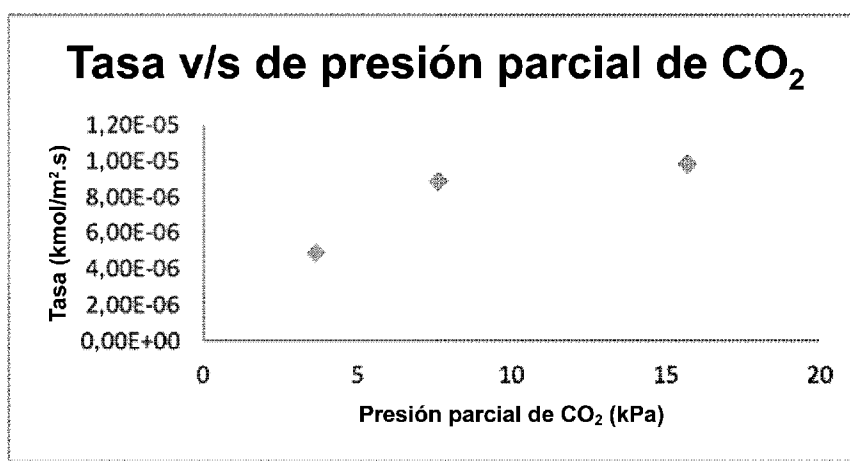
T=40 °C	
Carga	Presión PARCIAL de CO ₂ kPa
0,118545	0,068
0,167315	0,208
0,20191	0,420
0,231713	0,963
0,27593	2,388
0,315874	5,076
0,356194	8,245
0,395963	14,492
0,470479	33,408
0,496462	50,479
0,539315	78,051
0,575544	98,729

T = 50 °C	
Carga	Presión PARCIAL de CO ₂ kPa
0,067229	0,043
0,119626	0,159
0,189261	0,710
0,232958	1,701
0,287389	4,549
0,320698	7,513
0,379275	16,116

0,400526	24,539
0,484553	62,484
0,516075	76,269
0,528049	103,841

Resultados de experimentos de cinética

	% en masa
MDEA	25
Etilenglicol	20
Piperazina	15
K ₂ CO ₃	5
H ₂ O	35



T = 40

°C

Presión	Tasa
kPa	kmol/m ² .s
3,64	4,89E-06
7,62	8,82E-06
15,7	9,85E-06

La tasa específica de absorción aumenta con la presión parcial de CO₂.

Ejemplo 3

A continuación, se muestran la composición y las características de otro disolvente ilustrativo (no según las reivindicaciones).

Datos de VLE para el disolvente S2

(MDEA + PZ + dióxido de tetrahidrotiofeno (SULFOLANO) + agua (y K₂CO₃)) (48+2+10+40 % en peso, respectivamente)

T=313K		T=323K		T=333K	
$p_{\text{CO}_2}/\text{kPa}$	α_{CO_2}	$p_{\text{CO}_2}/\text{kPa}$	α_{CO_2}	$p_{\text{CO}_2}/\text{kPa}$	α_{CO_2}
2,07	0,108	26,88	0,263	41,28	0,249

ES 3 014 995 T3

T=313K		T=323K		T=333K	
$p\text{CO}_2/\text{kPa}$	αCO_2	$p\text{CO}_2/\text{kPa}$	αCO_2	$p\text{CO}_2/\text{kPa}$	αCO_2
28,95	0,362	82,71	0,474	192,63	0,464
53,76	0,493	261,78	0,708	343,84	0,636
93,05	0,633	506,91	0,868	616,88	0,754
254,35	0,790	677,88	0,946	855,13	0,894
496,29	0,934	856,09	1,020	1082,87	0,996
622,43	0,997	955,89	1,087	1127,33	1,062
756,84	1,032			1355,41	1,120
955,89	1,110				

Datos de VLE para (MDEA + PZ + SULFOLANO + (H₂O y K₂CO₃)) (45+5+10+40 % en peso, respectivamente)

T=313K		T=323K		T=333K	
$p\text{CO}_2/\text{kPa}$	αCO_2	$p\text{CO}_2/\text{kPa}$	αCO_2	$p\text{CO}_2/\text{kPa}$	αCO_2
39,29	0,381	6,20	0,112	39,90	0,282
97,19	0,637	86,85	0,488	125,50	0,492
328,79	0,876	225,45	0,735	308,66	0,668
554,92	0,984	492,84	0,915	458,63	0,795
812,58	1,068	622,91	0,989	630,56	0,860
1046,34	1,132	851,53	1,044	834,36	0,954
		1022,51	1,079	1070,16	1,048
		1104,77	1,094	1334,16	1,157
		1292,37	1,137		

Datos de VLE para (MDEA + PZ + SULFOLANO + agua (y K₂CO₃)) (42+8+10+40 % en peso, respectivamente)

T=313K		T=323K		T=333K	
$p\text{CO}_2/\text{kPa}$	αCO_2	$p\text{CO}_2/\text{kPa}$	αCO_2	$p\text{CO}_2/\text{kPa}$	αCO_2
1,24	0,236	5,38	0,321	16,80	0,264
16,18	0,503	49,49	0,567	65,72	0,455
94,38	0,750	101,33	0,671	174,93	0,615
192,78	0,855	145,10	0,738	326,32	0,805
223,33	0,895	274,27	0,848	497,35	0,898
465,28	1,004	332,93	0,860	670,47	0,936
599,69	1,082	545,93	0,973	833,25	0,997
777,53	1,144	779,60	1,075	1095,73	1,069
976,05	1,169	984,32	1,130	1164,45	1,091
1013,27	1,182				

REIVINDICACIONES

1. Un disolvente para la recuperación de dióxido de carbono de una mezcla gaseosa, que comprende:
 - 5 (a) una alcanolamina seleccionada del grupo que comprende N-metildietanolamina (MDEA) y 2-amino-2-metil-1-propanol (AMP) y que tiene un porcentaje en peso entre el 25 % en peso y el 40 % en peso,
 - (b) aminas de piperazina, en donde la amina de piperazina es N-aminoetilpiperazina (AEP) que tiene un porcentaje en peso entre el 10 % en peso y el 25 % en peso,
 - 10 (c) un tampón de carbonato que tiene un porcentaje en peso entre el 0,15 % en peso y el 10 % en peso,
 - (d) agua, y
 - (e) un glicol que tiene un porcentaje en peso entre el 10 % en peso y el 20 % en peso, o
- 15 un sulfolano que tiene un porcentaje en peso entre el 10 % en peso y el 20 % en peso, en donde el disolvente contiene menos del 75 % en peso de agua y tiene una única fase acuosa líquida.
2. El disolvente según la reivindicación 1, en donde el glicol es polietilenglicol.
- 20 3. El disolvente según la reivindicación 1, en donde el glicol se selecciona del grupo que consiste en monoetilenglicol (EG), dietilenglicol (DEG), trietilenglicol, tetraetilenglicol y metoxitriglicol (MTG).
4. El disolvente según la reivindicación 1 o 2, siendo el disolvente inferior al 30 % en peso de agua.
- 25 5. El disolvente según la reivindicación 1, en donde
 - (a) la alcanolamina tiene un porcentaje en peso entre el 30 % en peso y el 40 % en peso,
 - (b) las aminas de piperazina tienen un porcentaje en peso entre el 10 % en peso y el 18 % en peso,
 - 30 (c) el glicol o sulfolano tiene un porcentaje en peso entre el 15 % en peso y el 20 % en peso.
6. El disolvente según la reivindicación 1, en donde
 - (a) la alcanolamina tiene un porcentaje en peso entre el 32 % en peso y el 35 % en peso,
 - (b) las aminas de piperazina tienen un porcentaje en peso entre el 11 % en peso y el 15 % en peso,
 - 35 (c) el polietilenglicol tiene un porcentaje en peso entre el 18 % en peso y el 20 % en peso.
7. Un método para eliminar CO₂ de un flujo, que comprende las etapas de:
 - 40 (a) poner en contacto el flujo con el disolvente de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6;
 - (b) permitir que el disolvente absorba CO₂ a una temperatura determinada para formar un disolvente rico en CO₂;
 - (c) regenerar el disolvente calentando el disolvente rico en CO₂ a más de 80 °C.
8. El método según la reivindicación 7, en donde el flujo tiene una temperatura de entre 40 °C y 65 °C y la regeneración se realiza a una presión de entre 0,01 y 30 bar.
9. El método según la reivindicación 7, en donde
 - 50 (a) la alcanolamina tiene un porcentaje en peso entre el 32 % en peso y el 35 % en peso,
 - (b) las aminas de piperazina tienen un porcentaje en peso entre el 11 % en peso y el 15 % en peso,
 - (c) el glicol o sulfolano tiene un porcentaje en peso entre el 18 % en peso y el 20 % en peso.

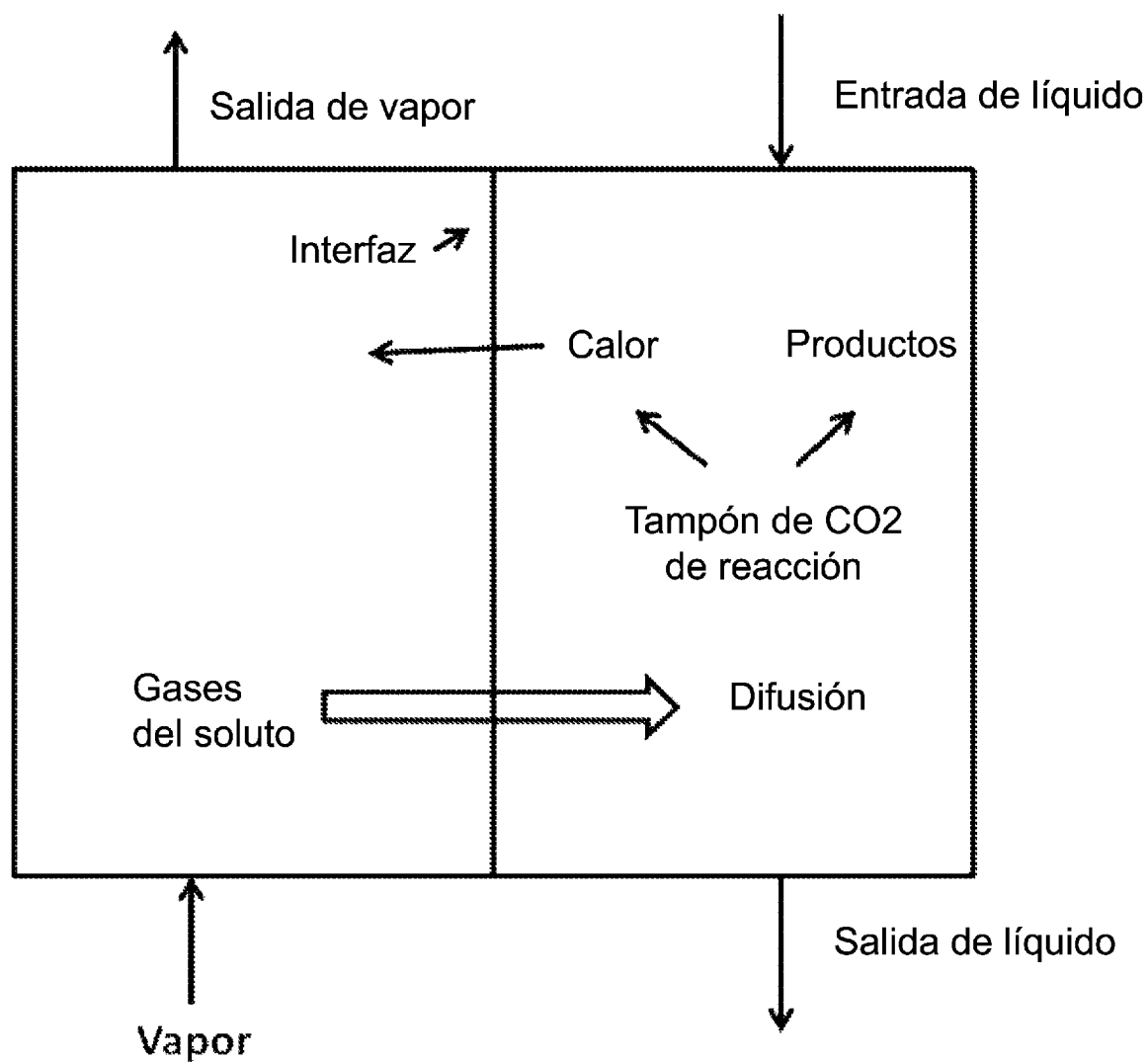


Figura 1

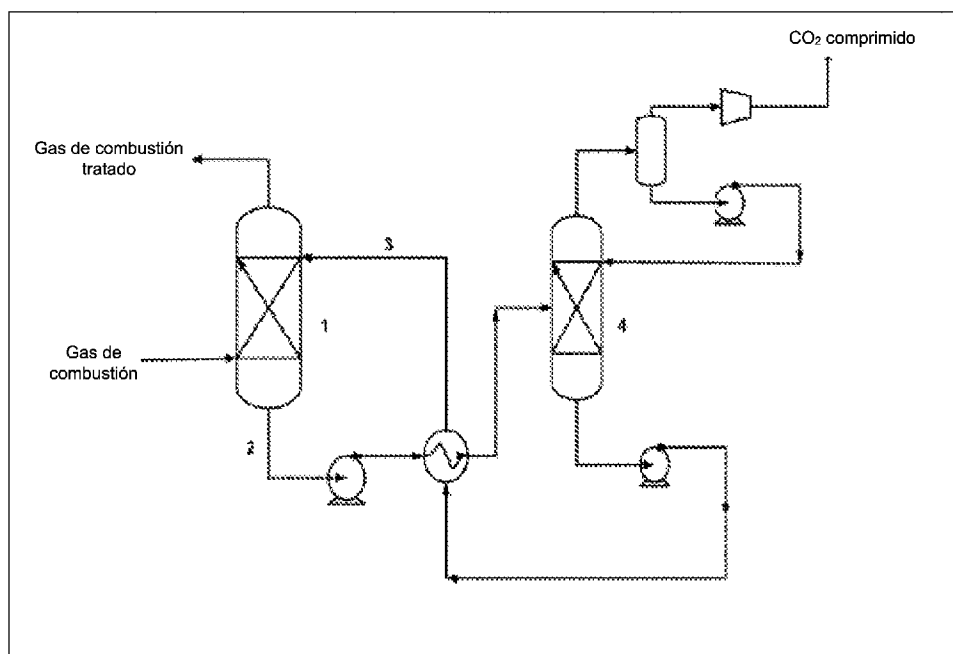


Diagrama esquemático para la recuperación de CO₂

Figura 2

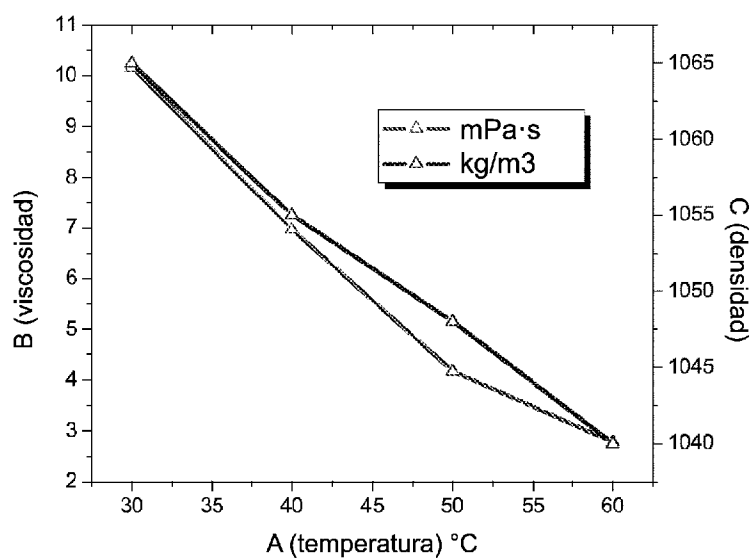


Figura 3