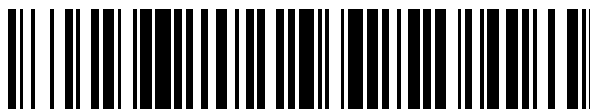


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 632 974**

51 Int. Cl.:

B01D 53/14 (2006.01)

C01B 3/52 (2006.01)

C10K 1/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **18.10.2011** **PCT/FR2011/052424**

87 Fecha y número de publicación internacional: **26.04.2012** **WO12052671**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **18.10.2011** **E 11787918 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **12.04.2017** **EP 2629879**

54 Título: **Captura de óxidos de carbono**

30 Prioridad:

18.10.2010 FR 1058454

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

18.09.2017

73 Titular/es:

ARKEMA FRANCE (100.0%)
420, rue d'Estienne d'Orves
92700 Colombes, FR

72 Inventor/es:

PLEE, DOMINIQUE y
FREMY, GEORGES

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 632 974 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

Captura de óxidos de carbono

- La invención concierne al ámbito de la captación de óxidos de carbono, y en particular al ámbito de la captación de dióxido de carbono o CO₂. Más particularmente, la invención concierne al ámbito de la captura de las moléculas de óxido de carbono, particularmente de CO₂, contenidas en un flujo gaseoso, con el fin, entre otros, de almacenar este CO₂ en depósitos subterráneos, con el objetivo de luchar contra los efectos del calentamiento climático.
- La invención está particularmente adaptada para la recuperación de los óxidos de carbono, preferentemente del dióxido de carbono, cuando son recuperados a partir de un gas a una presión superior a la presión atmosférica. Dicho gas es típicamente un gas sintético producido por la gasificación del carbón o por el reformado del gas natural, seguidos o no por una reacción denominada de « gas al agua ».
- Los óxidos de carbono, y en particular el dióxido de carbono, de los gases en cuestión, se eliminan con el objetivo bien de utilizar el hidrógeno como combustible o para utilizar una mezcla de monóxido de carbono y de hidrógeno, bien para sintetizar metanol, bien para fabricar combustibles, bien para cualquier otro uso en el que es utilizado el gas sintético.
- El CO₂ forma parte de la composición de los gases de efecto invernadero (GES), los cuales parece ahora muy probable que estén implicados en el calentamiento climático. El protocolo de Kioto obliga a los países desarrollados signatarios a reducir sus emisiones de GES en un 5,2 % de media durante el periodo de 2008-2012. Según el Grupo intergubernamental de expertos sobre la evolución del clima (GIEC), habría que reducir además la mitad de las emisiones mundiales con un horizonte en 2050.
- El contenido de CO₂ en la atmósfera, que era de 280 ppm al comienzo del siglo XIX, es de 370 ppm actualmente, con un aumento de 60 ppm durante estos últimos 50 años. La atmósfera contiene hoy en día aproximadamente 700 Gt de CO₂.
- El CO₂ reside en la atmósfera durante un gran periodo de tiempo. Se solubiliza lentamente en los océanos y contribuye a su acidificación. Se estima que entre el 30 % y el 50 % de todo el CO₂ emitido por las emisiones antropogénicas ha sido atrapado por los océanos.
- La combustión de las energías fósiles (carbón, petróleo y gas) en los transportes, la producción de electricidad y la industria, así como en las viviendas, son las principales fuentes de emisiones de CO₂ en la atmósfera, con 25 mil millones de toneladas por año a escala mundial. Como ejemplo, una central térmica puede emitir hasta 6 millones de toneladas de CO₂/año.
- La captura en origen del CO₂ en los grandes sitios de producción de electricidad y en los sitios de la industria pesada para su almacenamiento constituye, a nivel mundial, unas de las vías de investigación más prometedoras para satisfacer los criterios de Kioto. Un informe del GIEC reconoce igualmente que estas tecnologías son un medio para solucionar en parte la problemática del cambio climático.
- Esto es tan cierto que las reservas de carbono se estiman en varios cientos de años, mientras que las reservas de petróleo se cifran más bien en decenas de años. Ahora bien, el carbón, empleado, por ejemplo, en las centrales térmicas, presenta el inconveniente de emitir más CO₂ por kWh que el metano, es decir, aproximadamente 750 g de CO₂ por kWh. Finalmente, se estima en una centena el número de proyectos que podrían ver la luz en 2020.
- Con respecto a las tecnologías existentes de captura de CO₂, hay tres vías tecnológicas en competición, pero se corresponden con diferentes condiciones de temperatura y de presión en los procedimientos:
- La primera vía es la postcombustión, que consiste en extraer el CO₂ a partir del gas de combustión emitido en chimeneas. Los gases que emite una central térmica están constituidos por nitrógeno, CO₂ e impurezas de tipo NOx o SO₂. El contenido de CO₂ es de entre el 12 % y el 15 % para una central de carbón, y de entre el 6 y el 8 % para una central de gas. En ciertos procedimientos químicos, tales como la fabricación de cemento, el contenido de CO₂ puede llegar hasta el 30 %. La presión de estos efluentes gaseosos está próxima a la presión atmosférica.
- La captura postcombustión tiene como objetivo la extracción del CO₂ diluido y puede integrarse en las instalaciones existentes, mediando una re-concepción del conjunto de la unidad. Sin embargo, el hecho de integrar una sección de recuperación de CO₂ en una unidad existente no constituye una tecnología óptima, y la mejor forma de disminuir los costes energéticos de recuperación pasa por una integración global pensada desde el principio del proyecto de instalación. La postcombustión es actualmente el método mejor conocido.
- La segunda vía posible es la precombustión, cuyo objetivo es capturar el CO₂ durante el proceso de fabricación de

- combustible. El combustible (carbón, gas, biomasa) es convertido en una mezcla de monóxido de carbono e hidrógeno. La técnica utilizada es, bien el vaporreformado en presencia de agua, bien la oxidación parcial en presencia de oxígeno. El CO, presente en la mezcla, reacciona con el agua para formar CO₂ e hidrógeno (reacción denominada de « gas al agua »). El CO₂, presente en unas cantidades de entre el 25 % y el 40 %, se separa entonces del hidrógeno, que puede ser utilizado para la producción de energía sin emisiones de CO₂.
- La tercera vía, la oxicomustión, utiliza oxígeno puro como comburente. Esta tecnología no es, propiamente hablando, una captura de CO₂. Se trata de producir un humo concentrado al 90 % en CO₂ mediante la realización de una combustión con oxígeno prácticamente puro. Con un reciclaje de una parte del CO₂ en sustitución del nitrógeno del aire, la oxicomustión necesita una redefinición de las calderas y de los quemadores. Otro importante escollo sigue siendo el precio del oxígeno. La oxicomustión es una técnica todavía en una etapa de prueba.
- La absorción química es el procedimiento utilizado más habitualmente en la postcombustión. La absorción química consiste en la captura del CO₂ mediante un disolvente químico, que comprende en general aminas. La utilización de aminas se conoce en efecto desde hace mucho tiempo en la desacidificación de gases. Se trata por lo tanto de gases naturales ricos en H₂S y/o en CO₂.
- Por disolvente químico se entiende un disolvente que presenta una interacción química (reactividad) y una fuerte afinidad por el CO₂. Uno de los inconvenientes de estos disolventes es que su calor de reacción es elevado, y que su regeneración necesita por consiguiente mucha energía (un calentamiento típicamente a 120 °C). Por contrapartida, la afinidad es grande.
- En un procedimiento clásico de recuperación de CO₂ que utiliza la absorción química en la postcombustión, los humos que van a ser tratados se dirigen hacia un absorbente, en el que se mezclan con un disolvente químico. Al tener más afinidad por las moléculas de CO₂ que por los otros componentes de los humos (particularmente el nitrógeno), el disolvente capta el CO₂ (se habla de disolvente "enriquecido"), y las otras moléculas son rechazadas del absorbente (humos tratados).
- Prácticamente el 90 % del CO₂ de los humos es así capturado por el disolvente. El disolvente enriquecido es dirigido a continuación hacia un regenerador. El aparato se calienta a 120 °C, con el fin de romper los enlaces entre el CO₂ y el disolvente. Después se aísla el CO₂, y después se transporta hacia su lugar de almacenamiento. El disolvente, devuelto a su forma inicial (disolvente denominado "empobrecido"), es reinyectado en el absorbente con los humos que se van a tratar.
- Existen tres clases de aminas susceptibles de constituir un disolvente químico: amina primaria, secundaria y terciaria. La monoetanolamina (MEA) es más reactiva que las aminas más impedidas estéricamente (las aminas secundarias y terciarias) y por esta razón domina el mercado. Las aminas impedidas utilizadas son el 2-amino-2-metil-1-propanol (AMP) o el 2-piperidin-etanol (PE), que presentan una interacción más débil con el CO₂ y que pueden ser más fáciles de regenerar (« Performance and cost analysis for CO₂ capture from flue gas streams: absorption and regeneration aspects », Veawab A. et coll., (2002), Sixth International Conférence on Greenhouse Gas Control Technologies, Kioto, C4-5).
- El documento EP 0362023 A describe un procedimiento de tratamiento de un gas con un disolvente que puede ser dimetoximetano. Otro tipo de aminas impedidas, las KS1, desarrolladas por EXXON, se utilizan en una unidad de urea en Malasia (« Development and Applications of flue gas carbon dióxido recovery », Mimura T. et coll., (2000), 5th International Conference on Greenhouse Gas Control Technologies, CAIRNS CSIRO, Pub. ISBN 0 643 06672 1).
- Las principales preocupaciones con las aminas residen en su punto de ebullición, que si es demasiado bajo, hace perder demasiado disolvente que es necesario recuperar a continuación. Los problemas de corrosión, de degradación y de oxidación en presencia de oxígeno, de SO₂ o de NO₂ son igualmente unos inconvenientes del procedimiento de absorción química que utiliza aminas.
- Finalmente, la energía de regeneración de los disolventes químicos es elevada y puede representar hasta un 80 % de la energía del procedimiento de captura de CO₂ (« Séparation and Capture of CO₂ from large stationary sources and séquestration in geological formations », White C.M. et coll., (2003), J. of the Air and Waste Management Association, 53, págs. 645-715).
- Aparte de las aminas, algunos compuestos inorgánicos pueden ser empleados como disolventes químicos. Así, por ejemplo, el procedimiento de Banfield consiste en atrapar el CO₂ con sales de potasio o de sodio. Clásicamente se utiliza carbonato de potasio en una solución al 20-40 % y a unas presiones de entre 2 MPa y 3 Mpa. El principal inconveniente de estos compuestos inorgánicos es que pueden liberar sodio y/o potasio en el gas.
- El amoníaco también permite capturar el CO₂. En particular, es susceptible de captar más CO₂ por kg de sustancia activa y de presentar una regeneración más fácil que la MEA (« Ammonia process for Simultaneous reduction of

CO₂, SO₂ and NO_x", Yeh J.T. et coll., 19th Annual International Pittsburgh Coal Conference, Pittsburgh, (2002), Paper 45-1). El amoníaco presenta, no obstante, problemas debido a su volatilidad.

En la precombustión, la absorción física es la mejor forma de recuperar el CO₂, teniendo en cuenta las muy diferentes presiones (que pueden variar entre 2,5 MPa y 50 MPa) con respecto a las observadas en la post-combustión.

La absorción física utiliza disolventes físicos. Por disolvente físico se entiende un disolvente que presenta una interacción química moderada con el CO₂. Los inconvenientes y las ventajas son opuestos a los de los disolventes químicos. En la absorción física, la capacidad del disolvente sigue la ley de Henry para las mezclas de gases ideales, mientras que en la absorción química, la capacidad del disolvente no es lineal con respecto a la presión (« Gas cleaning for Advanced coal based power génération », Thambimuthu, K., (1993), IEA Coal Research, London Report nº IEACR/53). Así, se concibe que la absorción física es la más adaptada para los procedimientos a « alta presión ».

La elección de una tecnología depende por lo tanto de numerosos factores: presión parcial de CO₂, porcentaje de CO₂ que se va a recuperar, temperatura, sensibilidad a las impurezas, presencia de partículas, coste de los aditivos para minimizar la corrosión y el enmugrecimiento, y otros.

Como ejemplos de disolventes físicos se pueden citar el metanol (Rectisol®), la N-metilpirolidona (Purisol®) y el dimetil éter de polietilenglicol (Selexol®). El procedimiento Rectisol® de Lurgi emplea metanol a -40 °C y el número de etapas de recompresión para la regeneración es elevada; esto hace que este procedimiento consuma mucha energía.

Se habla de absorción híbrida para los procedimientos que combinan los disolventes químicos y los físicos. Se conocen los procedimientos Sulfinol® de Shell y Amisol® de Lurgi, que emplean respectivamente una mezcla de sulfolano, DIPA y agua (una variante sustituye la DIPA por MDEA) y una mezcla de metanol y de MEA o DEA. La ventaja de los procedimientos híbridos se revela cuando el gas que se va a tratar está a una presión elevada.

En efecto, la sustitución en estas condiciones de una parte del disolvente químico por un disolvente físico permite disminuir globalmente el coste energético de la regeneración sin disminuir drásticamente la capacidad de absorción. No obstante, incluso reducidos, los costes energéticos de la regeneración de un disolvente híbrido son netamente más elevados (en función de la cantidad de disolvente químico de la mezcla) que para un disolvente físico puro.

La finalidad principal para la cual se ha desplegado el almacenamiento a gran escala consiste en disminuir el consumo energético de los procedimientos. Así, en el marco del proyecto europeo Castor, se está llevando a cabo un experimento en Dinamarca para intentar llevar el coste de la captura por debajo de 30 euros/tonelada.

Más allá del gasto energético pueden manifestarse otras dificultades técnicas, tales como la oxidación del disolvente, la corrosión de las instalaciones, pérdidas en fase de vapor, son los principales puntos que explican el coste de la recuperación del CO₂ hoy en día. Todos estos problemas requieren el empleo de numerosos aditivos.

Por lo tanto, está claro que el despliegue a gran escala de los procedimientos de captura depende de forma importante de todas estas consideraciones. En efecto, en el mejor de los casos, la captura, el transporte y el almacenamiento de una tonelada de CO₂ cuestan entre 60 y 70 euros, de los cuales entre el 70 y el 80 % están consagrados a la fase de captura. Debido a su elevado coste de inversión, las técnicas de captura de CO₂ están más adaptadas a las fuentes de emisiones importantes y concentradas que a las fuentes con un flujo bajo (centrales eléctricas térmicas, cementeras, refinerías, instalaciones de producción de fertilizantes, unidades siderúrgicas, petroquímicas, en las que la producción de CO₂ está concentrada).

En el caso de la absorción química con aminas o mezclas de aminas, una unidad eficaz equipada con una captura de CO₂ debe respetar ciertos límites energéticos. La normativa europea impone que la cantidad de energía extraída no debe superar los 2 millones de kilojulios (calentamiento a 120 °C) por tonelada de CO₂ capturado.

La técnica que utiliza amoníaco refrigerado permitiría recuperar un 90 % de CO₂ a partir de los humos, pero consume aproximadamente un 10 % de la energía producida para refrigerar el amoníaco y separar el CO₂ a continuación.

El caso de la absorción por parte de disolventes físicos utilizada actualmente también presenta inconvenientes. Como ejemplo, el procedimiento Rectisol utiliza metanol a unas temperaturas netamente negativas bajo unas fuertes presiones: la energía puesta en juego procede de las variaciones térmicas y de la presión entre la regeneración y la absorción.

Algunos disolventes de la técnica anterior tienen una elevada viscosidad que da lugar a unos costes energéticos

más elevados para la circulación del disolvente, y hacen más difícil la etapa de regeneración al ralentizar la velocidad del gas durante la desorción.

Todas estas consideraciones muestran que el ámbito de la captura de los óxidos de carbono, y en particular del CO₂, sigue siendo un ámbito en el que son indispensables progresos técnicos.

- 5 La presente invención tiene por lo tanto como objetivo proporcionar un procedimiento de captura de óxidos de carbono, de monóxido y/o de dióxido de carbono, en particular de CO₂, que permita dar respuesta a un buen número de estos inconvenientes, utilizando disolventes que tengan una capacidad más grande de absorción de dichos óxidos de carbono, una cinética de absorción acelerada, una temperatura de ebullición elevada, una baja tensión de vapor y una viscosidad moderada, entre otros.
- 10 Según un aspecto preferido, la presente invención tiene como objetivo un procedimiento de captura y/o de recuperación del dióxido de carbono (CO₂) contenido en un flujo gaseoso. De forma más precisa, un objetivo de la presente invención es un procedimiento de captura de monóxido y/o de dióxido de carbono, preferentemente de CO₂, contenido en un flujo gaseoso, en el que el flujo gaseoso se pone en contacto con un disolvente.

- 15 Por flujo gaseoso se entienden los humos de combustión o cualquier emisión de gas y/o de vapor, producida generalmente por una instalación industrial.

El flujo gaseoso es típicamente una mezcla gaseosa que contiene CO y/o CO₂, y que puede contener igualmente de forma no exhaustiva nitrógeno, hidrógeno, oxígeno, sulfuro de hidrógeno, dióxido de azufre, vapor de agua y otros.

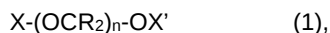
- 20 Como ejemplo, el procedimiento de la invención concierne a la recuperación de CO y/o de CO₂, preferentemente de CO₂, contenido en un gas a una presión superior a la presión atmosférica. Dicho gas es típicamente un gas sintético producido por la gasificación del carbono ($C + H_2O \leftrightarrow CO + H_2$) o por el reformado del gas natural ($CH_4 + H_2O \leftrightarrow CO + 3 H_2$), seguido de una « reacción de gas al agua » ($CO + H_2 + H_2O \leftrightarrow 2 H_2 + CO_2$). El dióxido de carbono debe ser, por ejemplo, eliminado del gas obtenido, con objeto de utilizar el hidrógeno como combustible.

- 25 La Solicitante ha descubierto ahora que los objetivos mencionados anteriormente se alcanzan en su totalidad, o al menos en parte, con la ayuda de compuestos orgánicos del tipo poli(oximetilendialquil éteres) o POM, como agentes de captura de óxidos de carbono, en particular del CO₂.

Los compuestos POM son conocidos pero por unas utilizaciones diferentes. Por ejemplo, la patente francesa FR 2 881 750 describe una utilización de los POM como carburantes para pilas de combustible. La patente EP 1 938 684 y la solicitud internacional WO 2010/001048 describen una utilización de los POM en el ámbito de la tanatopraxia.

- 30 La captura de los óxidos de carbono según la invención se basa ventajosamente en el principio de absorción que reposa sobre la transferencia de los óxidos de carbono en un disolvente que comprende uno o varios compuestos orgánicos de tipo (poli)oximetilendialquil éteres.

Así, y según un primer aspecto, la presente invención concierne a la utilización, como agente de captura de óxidos de carbono, en particular de CO₂, de al menos un compuesto de la siguiente fórmula (1):



- 35 en la que:

- n es un número entero comprendido entre 2 y 20, preferentemente entre 2 y 8, incluyendo los extremos,
- X y X', idénticos o diferentes, representan, independientemente entre sí, un radical C_mH_{2m+1} estando m comprendido entre 1 y 20, preferentemente entre 1 y 10, incluyendo los extremos, y
- R representa hidrógeno o X.

- 40 En el contexto de la presente invención, el término (poli)oximetilendialquil éteres agrupa a los anteriores compuestos de fórmula (1), y de forma más precisa a los oximetilendialquil éteres cuando n es igual a 1, y a los poli-oximetilendialquil éteres cuando n es estrictamente superior a 1.

- 45 En los anteriores compuestos de fórmula (1), los radicales R pueden ser idénticos o diferentes. Cuando R representa X, es decir, representa C_mH_{2m+1}, los valores de m muy particularmente preferidos son aquellos comprendidos entre 1 y 10, más preferentemente entre 1 y 6, incluyendo los extremos.

Según un modo de realización preferido de la invención, los radicales X y X' son idénticos. Según otro modo de realización de la invención, R representa H. Según un modo de realización muy particularmente preferido, la

invención concierne a la utilización, como agente de captura de óxidos de carbono, de al menos un compuesto de fórmula $X-(OCH_2)_n-OX$, en la que X y n son tales como los definidos anteriormente.

Los compuestos de fórmula (1) son conocidos y pueden ser fácilmente preparados a partir de metanol y de formaldehído, el mismo producido a partir de metanol, o del trímero del formaldehído, el trioxano.

- 5 Más generalmente, la obra I de J. F. Walker, "Formaldehyde", Robert E. Krieger Publishing Company, Huntington, New York, 3ª Edición de 1975, es una obra de referencia en la materia. En efecto, aquí se puede encontrar la descripción de los modos de síntesis en las páginas 167 y siguientes, por un lado, y en la 264 y siguientes, por otro lado. Estos procedimientos de síntesis se basan en una catálisis ácida de la reacción de un alcohol (metanol o etanol) o de un acetal (metilal o etilal), en formol o un compuesto equivalente. Este tipo de síntesis está ilustrado igualmente en numerosas patentes tales como la US 2 449 469 o la JP 47-40772.

La patente US 6 350 919 describe la síntesis de compuestos de tipo polioximetilendialquil éteres simétricos con un grupo alquilo, bien metilo o bien etilo.

- 15 Igualmente se han descrito otros métodos de síntesis basados en una catálisis de tipo ácidos de Lewis. Se puede citar la patente GB 1 120 524, que describe la síntesis de polioximetilén diéteres estables con catalizadores iónicos de tipo ácidos de Lewis.

- 20 Según un modo de realización preferido, la síntesis de los compuestos de fórmula (1) se lleva a cabo sin ningún disolvente, mediante la catálisis ácida de una mezcla que contiene trioxano y un acetal, por medio, por ejemplo, de una resina ácida; el grado A15 de Amberlyst® es un catalizador eficaz. Las temperaturas de reacción están comprendidas generalmente entre 20 y 80 °C, preferentemente entre 40 y 50 °C y la reacción tiene lugar preferentemente a la presión atmosférica.

La proporción molar de trioxano/acetal es generalmente del orden de 0,75. De forma general, el producto resultante de la síntesis comprende una distribución bastante amplia del índice n de los grupos metileno. Una separación mediante una destilación permite la recuperación de una fracción « ligera » y de una fracción « pesada ».

- 25 Cuando se utiliza metilal, se prepara el polioximetileno/MM, en la que M representa los grupos metilo, y cuando se utiliza etilal se produce el polioximetileno/EE en la que E representa los grupos etilo. Por supuesto, son posibles mezclas de acetales, en cuyo caso los productos formados contendrían mezclas que es posible separar mediante una destilación.

- 30 Los POM disimétricos, es decir, aquellos que responden a la fórmula general (1), en la que X y X' son diferentes, se obtienen bien mediante una síntesis directa según los procedimientos contemplados más arriba, o bien mediante una transacetalización de dos POM simétricos (X y X' idénticos) diferentes.

El metilal o dimetoximetano en el que n es igual a 1, responde a la fórmula $CH_3-O-CH_2-OCH_3$. Los poli(oximetilendimetil éteres) responden a la fórmula $CH_3-(OCH_2)_n-OCH_3$, en la que n es tal como se ha definido anteriormente, exceptuando el valor 1.

- 35 Otros ejemplos no limitantes de los compuestos de fórmula (1) son los (poli)oximetilendietil éteres, los (poli)oximetilendipropil éteres, los (poli)-oximetilendibutil éteres, para los compuestos de fórmula (1) simétricos (X y X' son idénticos), y los (poli)oximetilendimetil éteres $(CH_3-(OCH_2)_n-OC_2H_5)$, por ejemplo, para los compuestos de fórmula (1) disimétricos (X y X' son diferentes).

- 40 Según un modo de realización ventajoso, la invención contempla la utilización de al menos un compuesto elegido entre $CH_3-(OCH_2)_2-OCH_3$, $CH_3-(OCH_2)_3-OCH_3$, $CH_3-(OCH_2)_4-OCH_3$, $CH_3-(OCH_2)_5-OCH_3$, $CH_3-(OCH_2)_6-OCH_3$, $CH_3-(OCH_2)_7-OCH_3$, $CH_3-(OCH_2)_8-OCH_3$, $C_2H_5-(OCH_2)_2-OC_2H_5$, $C_2H_5-(OCH_2)_3-OC_2H_5$, $C_2H_5-(OCH_2)_4-OC_2H_5$, $C_2H_5-(OCH_2)_5-OC_2H_5$, $C_2H_5-(OCH_2)_6-OC_2H_5$, $C_2H_5-(OCH_2)_7-OC_2H_5$, $C_2H_5-(OCH_2)_8-OC_2H_5$, y sus mezclas en todas las proporciones, y muy preferentemente elegido entre $CH_3-(OCH_2)_2-OCH_3$,

Según la invención, se utiliza al menos un compuesto de fórmula (1) tal como el definido anteriormente, en la que n es un número entero comprendido entre 2 y 20, preferentemente entre 2 y 8, incluyendo los extremos.

- 45 Los compuestos de fórmula (1) definidos anteriormente para los cuales n es estrictamente superior a 1 son compuestos muy bien adaptados debido a su punto de ebullición elevado. En efecto, como se ha indicado anteriormente, para las necesidades de la invención se prefiere la utilización de un compuesto que presente una temperatura de ebullición elevada, de forma más precisa una temperatura de ebullición (o punto de ebullición) superior a 50 °C y más preferentemente superior a 100 °C.

- 50 En otro modo de realización preferido más, la invención concierne a la utilización de al menos un compuesto de

fórmula (1) simétrico (es decir, X y X' son idénticos). Según otro modo más de realización preferido, la invención contempla la utilización de una mezcla de compuestos de fórmula (1), en la que X representa el radical metilo o el radical etilo y n está comprendido entre 2 y 8, incluyendo los extremos.

- 5 Según un modo de realización aún más preferido, la invención contempla la utilización de al menos un compuesto de fórmula (1) que es una mezcla de compuestos de fórmula $\text{CH}_3-(\text{OCH}_2)_n-\text{OCH}_3$ estando n comprendido entre 2 y 8, incluyendo los extremos, cuya composición es la siguiente (los porcentajes están expresados en moles):

n	2	3	4	5	6	7	8
%	25-50	20-40	10-25	5-10	2-5	< 2	< 1

- 10 Más particularmente, una composición preferida para la utilización de la presente invención es una mezcla de compuestos de fórmula $\text{CH}_3-(\text{OCH}_2)_n-\text{OCH}_3$ estando n comprendido entre 2 y 8, incluyendo los extremos, cuya composición es la siguiente (los porcentajes están expresados en moles):

n	2	3	4	5	6	7	8
%	44	32	14	6	2,5	1	< 1

Según otra realización preferida más, la invención contempla la utilización de una mezcla de compuestos de fórmula $\text{C}_2\text{H}_5-(\text{OCH}_2)_n-\text{OC}_2\text{H}_5$ estando n comprendido entre 1 y 8 incluyendo los extremos, cuya composición es la siguiente:

n	1	2	3	4	5	6	7	8
%	58	26	10	4	1,5	< 1	< 1	< 1

- 15 Los compuestos de fórmula (1) o las mezclas de los compuestos de fórmula (1), tal como se han definido, pueden utilizarse solos o mezclados con uno o varios disolventes.

Como norma general, el o los compuestos de fórmula (1) están presentes en una cantidad que varía entre el 0,1 % en peso y el 99 % en peso, con respecto al peso total de la mezcla del o de los compuestos de fórmula (1), con al menos un disolvente.

- 20 Como ejemplos no limitantes de disolventes que pueden utilizarse en el marco de la presente invención, se pueden citar los alcoholes lineales, preferentemente los alcoholes lineales, las cetonas, los polietilenglicoles, los disolventes azufrados, como, por ejemplo, el sulfolano, los disolventes nitrogenados, como, por ejemplo, la N-metilpirrolidona, y otros.

- 25 Según otro aspecto, la presente invención concierne a un procedimiento de captura de óxidos de carbono, por ejemplo, de CO y/o de CO₂, preferentemente de CO₂, que comprende al menos una etapa de poner en contacto un flujo gaseoso que comprende al menos un óxido de carbono, con al menos un compuesto de fórmula (1) tal como se ha definido anteriormente.

- 30 Antes de esta etapa de poner en contacto, el flujo gaseoso se somete eventualmente a un pretratamiento, por ejemplo, para eliminar uno o varios de los compuestos, distintos a los óxidos de carbono, y presentes en el flujo gaseoso.

- 35 Ventajosamente, y antes de ser sometido a una captura de CO y/o de CO₂ según el procedimiento de la invención, dicho flujo tiene un contenido de óxidos de carbono, tales como CO y/o CO₂, comprendido en el intervalo que varía entre el 1 % y el 100 % en volumen, preferentemente entre el 1 % y el 90 % en volumen, más preferentemente entre el 1 % y el 50 % en volumen, a una temperatura comprendida en el intervalo que varía desde -40 °C hasta 100 °C, preferentemente desde 20 hasta 80 °C, y bajo una presión comprendida en el intervalo que varía desde 0,1 MPa hasta 8 MPa, preferentemente desde 0,1 MPa hasta 5 MPa.

- 40 Según un modo de realización de la invención, el procedimiento de captura de óxidos de carbono se lleva a cabo en una columna de absorción a una temperatura comprendida en el intervalo que varía desde -40 °C hasta 100 °C, preferentemente desde 20 hasta 80 °C. La presión en la columna está comprendida en el intervalo que varía desde 0,1 MPa hasta 8 MPa, preferentemente desde 0,1 MPa hasta 5 MPa.

Como ejemplo de columna se puede utilizar cualquier tipo de columna, tal como una columna de plataformas

perforadas, una columna de válvulas, una columna de bóvedas, una columna de empaquetamiento a granel o una columna de empaquetamiento estructurado.

Según un modo de realización preferido del procedimiento de captura según la invención, la proporción, a 0,1 MPa y 25 °C, [compuesto de fórmula (1)/óxido de carbono] está comprendida ventajosamente entre 0,1 y 0,33 kg de compuesto de fórmula (1) por litro NTP de óxido de carbono, por ejemplo, de CO₂. De una forma más preferente, esta proporción está comprendida entre 0,10 y 0,20 kg de compuesto de fórmula (1) por litro NTP de CO₂.

Según el procedimiento de la presente invención, la captura de óxidos de carbono se produce mediante la absorción física de dichos óxidos de carbono, es decir, que no hay una reacción química entre dichos óxidos de carbono y el disolvente físico de absorción (los compuestos de fórmula (1)). Así se facilita la regeneración del disolvente según la invención.

De una forma inesperada, la Solicitante ha constatado que los compuestos de fórmula (1) son susceptibles de absorber los óxidos de carbono y, en particular el CO₂, de una forma notable y según un mecanismo puramente físico. Además, estos compuestos poseen unos puntos de ebullición lo suficientemente elevados como para ser compatibles con los procedimientos de captura de óxidos de carbono, y particularmente de CO₂, son químicamente más estables que las aminas y no dan lugar, o poco, a fenómenos de corrosión.

El procedimiento de la invención utiliza ventajosamente al menos un compuesto de fórmula (1), preferentemente elegido entre el CH₃-(OCH₂)₂₋₈-OCH₃, el CH₃-(OCH₂)₂₋₄-OCH₃ y el CH₃-(OCH₂)₄₋₈-OCH₃.

El procedimiento de la invención permite capturar así los óxidos de carbono comprendidos en un flujo gaseoso, y da lugar así a un adsorbato (o « disolvente enriquecido») que comprende al menos un compuesto de fórmula (1), definido previamente, y al menos un óxido de carbono, monóxido y/o dióxido de carbono, preferentemente dióxido de carbono.

Según otro aspecto más todavía, la invención concierne igualmente al procedimiento de regeneración del disolvente enriquecido que comprende al menos una etapa de disminución de la presión del disolvente enriquecido, preferentemente hasta la presión atmosférica, y/o al menos una etapa de aumento de la temperatura del disolvente enriquecido hasta una temperatura inferior a 100 °C, y de una forma aún más preferida inferior a 50 °C.

Según un modo de realización preferido, la etapa de regeneración del disolvente enriquecido se lleva a cabo mediante una expansión de la presión del disolvente, en particular si la presión de captura de los óxidos de carbono (presión de absorción) es superior a 0,1 MPa. Esta regeneración por expansión se realiza de forma clásica, por ejemplo, mediante el paso del disolvente enriquecido por un tambor de expansión.

Así se obtiene, por un lado, una mezcla gaseosa muy rica en óxidos de carbono (cuyo contenido depende de la selectividad del disolvente con respecto a los demás compuestos del flujo gaseoso que se va a tratar), y por otro lado un disolvente empobrecido en óxidos de carbono cuyo contenido residual depende de la presión de expansión.

Dado el caso, la mezcla gaseosa rica en óxidos de carbono y/o el disolvente empobrecido en óxidos de carbono puede(n) ser sometido(s) a una o varias nuevas etapas de regeneración mediante una expansión de la presión y/o un aumento de temperatura.

Según otro aspecto más, la presente invención contempla un procedimiento continuo de captura de óxidos de carbono, de CO y/o de CO₂ en particular, que comprende de forma alternativa y consecutiva:

- al menos una etapa de poner en contacto un flujo gaseoso que comprende al menos un óxido de carbono, con al menos un compuesto de fórmula (1) tal como se ha definido anteriormente, como disolvente de absorción de dicho óxido de carbono, y
- al menos una etapa de regeneración del disolvente de absorción, como se ha definido previamente, mediante una disminución de la presión del disolvente enriquecido y/o un aumento de la temperatura del disolvente enriquecido.

En el procedimiento anterior, el disolvente regenerado se introduce de nuevo en una etapa de absorción (captura) de óxido de carbono, después se regenera, y así sucesivamente.

Este procedimiento continuo puede ser así ventajosamente integrado en una unidad industrial que produzca grandes cantidades de óxidos de carbono que pueden así ser capturados y almacenados, en lugar de ser expulsados a la atmósfera. El procedimiento de la invención permite así participar de forma eficaz en la disminución de las emisiones de óxidos de carbono responsables particularmente del calentamiento climático.

Los siguientes ejemplos ilustran la invención sin limitar, no obstante, el ámbito definido por las reivindicaciones

anexas.

Ejemplo 1: síntesis de poli(oximetilén)/MM 2-8 (DMPOM 2-8)

5 Se introducen en un globo de cubierta doble de 500 ml equipado con un refrigerante, agitación y una sonda de temperatura, 100 g de metilal, 30 g de trioxano y 5 g de resina Amberlyst® A15. El conjunto se lleva hasta 50 °C y se mantiene una hora a esta temperatura.

La mezcla de reacción se lava a continuación con 10 g de una solución de hidróxido de sodio al 15 % en peso, y se recupera el metilal residual del globo evaporador rotatorio bajo 200 hPa y a 90 °C. A continuación se obtienen mediante una destilación 32 g de poli(oximetilén)/MM estando n comprendido entre 2 y 8.

Ejemplo 2: síntesis de DMPOM 2-4 y de DMPOM 4-8

10 Se recorta el producto procedente del ejemplo 1 mediante una destilación de forma que se obtiene una fracción centrada en un producto « ligero » $\text{CH}_3\text{-(OCH}_2\text{)}_{2-4}\text{-OCH}_3$ y una fracción « pesada » centrada en $\text{CH}_3\text{-(OCH}_2\text{)}_{4-8}\text{-OCH}_3$.

Ejemplo 3: ensayo de captura de CO₂ por parte de metilal (comparativo)

15 En un reactor de 1 l de cubierta doble de acero, equipado con una sonda de temperatura, una conexión a una bomba de vacío y una conexión a un balasto de 1 l que contiene 10 bares absolutos de presión de CO₂ provisto de una válvula de descarga y de un manómetro de graduación fina, se introducen 250 g de metilal.

El disolvente es desgasificado previamente poniéndolo a vacío (< 10 mm de Hg) en el reactor, de forma que se capture el máximo de aire presente inicialmente en la instalación, y eventualmente, el desgasificado del disolvente gracias a la reducción de la presión.

20 Conservando el disolvente a vacío con el reactor cerrado, se regula la temperatura a 25 °C y se introduce el CO₂ regulando la válvula de descarga de forma que se mantenga 1 bar absoluto en el reactor que contiene el disolvente. Una vez que el disolvente se pone en agitación se observa una caída en la presión correspondiente a la solubilización del CO₂. El CO₂ procede del balasto, en el que la presión inicial era de 20,0 bares absolutos.

25 Cuando el disolvente se ha saturado en CO₂, la presión en el balasto ya no disminuye más y se aprecia la presión final alcanzada. Conociendo la diferencia de presión en el balasto (P inicial - P final), el volumen del balasto, el volumen en vacío (sin disolvente) de la instalación, el volumen de disolvente, así como la presión y la temperatura en el reactor, se deduce, aplicando la ley de los gases perfectos, el volumen de CO₂ solubilizado por el disolvente.

30 Una vez realizada la medición bajo una presión de 1 bar, la presión se aumenta progresivamente por palier y se realizan nuevas mediciones hasta una presión de 15 bares. La curva de solubilidad del CO₂ (en normales - litros de gas por kg de disolvente puro) en función de la presión en CO₂ se regresiona pasando por el origen, y el coeficiente director de la recta así obtenida está indicado en la Tabla 1.

Ejemplo 4: ensayo de captura de CO₂ por parte del DMPOM 2-8

Se reproduce el ejemplo 3 sustituyendo los 250 g de metilal por 250 g del producto obtenido en el ejemplo 1, que se denomina DMPOM 2-8. Los resultados están recogidos en la Tabla 1.

Ejemplo 5: ensayo de captura de CO₂ por parte del DMPOM 2-4

35 Se reproduce el ejemplo 3 sustituyendo los 250 g de metilal por 250 g del producto obtenido en el ejemplo 2, que se denomina DMPOM 2-4. Los resultados están recogidos en la Tabla 1.

Ejemplo 6: ensayo de captura de CO₂ por parte del DMPOM 4-8

Se reproduce el ejemplo 3 sustituyendo los 250 g de metilal por 250 g del producto obtenido en el ejemplo 2, que se denomina DMPOM 4-8. Los resultados están recogidos en la Tabla 1.

-- Tabla 1 --

Temperatura	Presión (CO ₂)	Ejemplo 3	Ejemplo 4	Ejemplo 5	Ejemplo 6
(°C)	(Bares)	CH ₃ OCH ₂ OCH ₃ Metilal	CH ₃ O(CH ₂ O) ₂₋₈ CH ₃ DMPOM 2-8	CH ₃ O(CH ₂ O) ₂₋₄ CH ₃ DMPOM 2-4	CH ₃ O(CH ₂ O) ₄₋₈ CH ₃ DMPOM 4-8
		NL/kg	NL/kg	NL/kg	NL/kg
	0	0	0	0	0
25	1	8,0	6,0	7,3	5,3
25	3	24,1	17,9	22,3	16,1
25	6	47,8	35,8	44,4	31,6
25	9	71,5	54,2	66,8	47,5
25	15	121,0	93,0	111,2	79,7
Coeficiente director de las rectas de regresión Solubilidad = f(P _{CO2})		8,0 NL/kg/bar	6,0 NL/kg/bar	7,4 NL/kg/bar	5,3 NL/kg/bar

Se aprecia fácilmente en los ensayos de los ejemplos 3 a 6 que las solubilidades en CO₂ son tanto más fuertes cuanto más baja es la masa molecular media. Igualmente se aprecia que se obtienen unas rectas perfectas entre la cantidad de CO₂ absorbida y la presión.

Ejemplo 7 (Comparativo): ensayo de captura de CO₂ por parte de la NMP

- 5 Se reproduce el ejemplo 3 sustituyendo los 250 g de metilal por 250 g de N-metilpirrolidona (NMP). Los resultados están recogidos en la Tabla 2.

Ejemplo 8 (Comparativo): ensayo de captura de CO₂ por parte del DMSO

Se reproduce el ejemplo 3 sustituyendo los 250 g de metilal por 250 g de dimetilsulfóxido (DMSO). Los resultados están recogidos en la Tabla 2.

- 10 **Ejemplo 9 (Comparativo): ensayo de captura de CO₂ por parte de la tetralina**

Se reproduce el ejemplo 3 sustituyendo los 250 g de metilal por 250 g de tetrahidronaftaleno (tetralina). Los resultados están recogidos en la Tabla 2.

-- Tabla 2 --

Temperatura	Presión (CO ₂)	Ejemplo 3		Ejemplo 4		Ejemplo 7		Ejemplo 8		Ejemplo 9	
		CH ₃ OCH ₂ OCH ₃	Metilal	CH ₃ O(CH ₂ O) ₂₋₈ CH ₃	DMPOM 2-8	NMP	DMSO	Tetralina			
(°C)	(Bares)	NL/kg	NL/kg	NL/kg	NL/kg	NL/kg	NL/kg	NL/kg			
	0	0	0	0	0	0	0	0			0
25	1	8,0	8,0	6,0	6,0	4,3	3,3	2,50			2,50
25	3	24,1	24,1	17,9	17,9	12,6	10,1	8,00			8,00
25	6	47,8	47,8	35,8	35,8	25,2	19,7	15,90			15,90
25	9	71,5	71,5	54,2	54,2	37,6	30	22,90			22,90
25	15	121,0	121,0	93,0	93,0	63,1	49,7	38,70			38,70
Coeficiente director de las rectas de regresión Solubilidad = f(P _{CO2})		8,0 NL/kg/bar		6,0 NL/kg/bar		4,2 NL/kg/bar		3,3 NL/kg/bar		2,6 NL/kg/bar	

En comparación con los disolventes clásicos físicos de los ejemplos comparativos 7 a 9, se aprecia que los derivados POM según la invención muestran unas solubilidades netamente más importantes.

Ejemplo 10 (Comparativo): ensayo de captura de CO₂ por parte del DMDEG

5 Se reproduce el ejemplo 3 sustituyendo los 250 g de metilal por 250 g de dietilenglicoldimetil éter (DMDEG). Los resultados están recogidos en la Tabla 3.

Ejemplo 11 (Comparativo): ensayo de captura de CO₂ por parte del DMTriEG

Se reproduce el ejemplo 3 sustituyendo los 250 g de metilal por 250 g de trietilenglicoldimetil éter (DMTriEG). Los resultados están recogidos en la Tabla 3.

Ejemplo 12 (Comparativo): ensayo de captura de CO₂ por parte del DMTetraEG

10 Se reproduce el ejemplo 3 sustituyendo los 250 g de metilal por 250 g de tetraetilenglicoldimetil éter (DMTetraEG). Los resultados están recogidos en la Tabla 3.

Ejemplo 13 (Comparativo): ensayo de captura de CO₂ por parte del DMPEG 150

Se reproduce el ejemplo 3 sustituyendo los 250 g de metilal por 250 g de poli(etilenglicoldimetil éter) con una masa molecular media de 150 g/mol (DMPEG 150). Los resultados están recogidos en la Tabla 3.

15 **Ejemplo 14 (Comparativo): ensayo de captura de CO₂ por parte del DMPEG 250**

Se reproduce el ejemplo 3 sustituyendo los 250 g de metilal por 250 g de poli(etilenglicoldimetil éter) con una masa molecular media de 250 g/mol (DMPEG 250). Los resultados están recogidos en la Tabla 3.

-- Tabla 3 --

Temperatura	Presión (CO ₂)	Ejemplo 5		Ejemplo 10		Ejemplo 11		Ejemplo 12		Ejemplo 13		Ejemplo 14	
		CH ₃ O(CH ₂ O) ₂₋₄ CH ₃		Comparativo		Comparativo		Comparativo		Comparativo		Comparativo	
		DMPOM2-4		DMDEG		DMTriEG		DMTetraEG		DMPEG ₁₅₀		DMPEG ₂₅₀	
(°C)	(Bares)	NL/kg		NL/kg		NL/kg		NL/kg		NL/kg		NL/kg	
	0	0		0		0		0		0		0	
25	1	7,3		5,1		4,3		3,5		4,0		2,8	
25	3	22,3		15,8		12,1		11,1		12,5		8,9	
25	6	44,4		31,6		24,2		22,0		23,4		17,9	
25	9	66,8		46		37,5		33,1		37,1		26,5	
25	15	111,2		78,2		60,4		55,8		59,9		42,2	
Coeficiente director de las rectas de regresión Solubilidad = f(P _{CO2})		7,4 NL/kg/bar		5,2 NL/kg/bar		4,1 NL/kg/bar		3,7 NL/kg/bar		4,0 NL/kg/bar		2,9 NL/kg/bar	

En la familia de los dimetiletilenglicoles, se aprecia igualmente la mejor solubilidad del CO₂ en los compuestos con unas masas moleculares más bajas. Sin embargo, se constata que el compuesto de la familia POM según la invención, el DMPOM2-4 (masa molecular de 152 g/mol) proporciona unos mejores resultados que el DMDEG (masa molecular de 134 g/mol).

- 5 También, y sin estar ligada a ninguna teoría, la Solicitante piensa que las alternancias O-C-O-C son más eficaces que las alternancias O-C-C-O.

Igualmente se aprecia que, con un mismo número de motivos repetitivos, los POM (según la invención) proporcionan siempre unos mejores resultados que los dietilenglicol (DEG).

- 10 Además se constata que los POM presentan una viscosidad inferior a la de los DEG, lo que supone una ventaja considerable desde el punto de vista energético en las aplicaciones de captación de los óxidos de carbono, en particular del CO₂.

REIVINDICACIONES

1. Utilización, como agente de captura de óxidos de carbono, en particular CO₂, de al menos un compuesto de la siguiente fórmula (1):



5 en la que:

- n es un número entero comprendido entre 2 y 20, preferentemente entre 2 y 8, incluyendo los extremos,
- X y X', idénticos o diferentes, representan, independientemente entre sí, un radical C_mH_{2m+1} estando m comprendido entre 1 y 20, preferentemente entre 1 y 10, incluyendo los extremos, y
- R representa hidrógeno o X.

10 2. Utilización según la reivindicación 1, en la que el agente de captura es al menos un compuesto de fórmula (1), en el que los radicales X y X' son idénticos.

3. Utilización según la reivindicación 1 o la reivindicación 2, en la que el agente de captura es al menos un compuesto de fórmula (1), en la que los radicales R representan un átomo de hidrógeno.

15 4. Utilización según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que el agente de captura es al menos un compuesto de fórmula X-(OCH₂)_n-OX, en la que X y n son como se define en la reivindicación 1.

5. Utilización según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que el agente de captura es al menos un compuesto elegido entre CH₃-(OCH₂)₂-OCH₃, CH₃-(OCH₂)₃-OCH₃, CH₃-(OCH₂)₄-OCH₃, CH₃-(OCH₂)₅-OCH₃, CH₃-(OCH₂)₆-OCH₃, CH₃-(OCH₂)₇-OCH₃, CH₃-(OCH₂)₈-OCH₃, C₂H₅-(OCH₂)₂-OC₂H₅, C₂H₅-(OCH₂)₃-OC₂H₅, C₂H₅-(OCH₂)₄-OC₂H₅, C₂H₅-(OCH₂)₅-OC₂H₅, C₂H₅-(OCH₂)₆-OC₂H₅, C₂H₅-(OCH₂)₇-OC₂H₅, C₂H₅-(OCH₂)₈-OC₂H₅, y sus mezclas en todas las proporciones, preferentemente elegido entre CH₃-(OCH₂)₂-OCH₃, 1,1,2,2-tetraetoxietano, 1,1,3,3-tetraetoxipropano, 1,1,3,3-tetrametoxipropano, y sus mezclas en todas las proporciones.

6. Utilización según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que el o los compuestos de fórmula (1) pueden utilizarse solos o mezclados con uno o varios disolventes.

25 7. Procedimiento de captura de óxidos de carbono, por ejemplo, CO y/o CO₂, preferentemente CO₂, que comprende al menos una etapa de poner en contacto un flujo gaseoso que comprende al menos un óxido de carbono, con al menos un compuesto de fórmula (1) como se define en una de las reivindicaciones 1 a 6.

8. Procedimiento según la reivindicación 7, en el que el flujo gaseoso tiene un contenido de óxidos de carbono comprendido en el intervalo que varía entre el 1 % y el 100 % en volumen, preferentemente entre el 1 % y el 90 % en volumen, más preferentemente entre el 1 % y el 50 % en volumen.

30 9. Procedimiento según la reivindicación 7 o la reivindicación 8, en el que la proporción entre el compuesto de fórmula (1) y el óxido de carbono está comprendida entre 0,1 y 0,33 kg de compuesto de fórmula (1) por litro NTP de dicho óxido de carbono, a 25 °C bajo 0,1 MPa.

10. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 7 a 9, en el que al menos un compuesto de fórmula (1) se elige entre el CH₃-(OCH₂)₂₋₈-OCH₃, el CH₃-(OCH₂)₂₋₄-OCH₃ y el CH₃-(OCH₂)₄₋₈-OCH₃.

35 11. Procedimiento según la reivindicación 7, que es un procedimiento continuo de captura de óxidos de carbono, CO y/o CO₂, que comprende de forma alternativa y consecutiva:

- además de dicha al menos una etapa de poner en contacto un flujo gaseoso que comprende al menos un óxido de carbono, con dicho al menos un compuesto de fórmula (1),
- al menos una etapa de regeneración del disolvente de absorción mediante una disminución de la presión del disolvente enriquecido y/o un aumento de la temperatura del disolvente enriquecido.

40