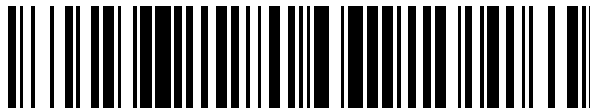


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 717 928**

51 Int. Cl.:

B01J 39/00 (2006.01)

B01J 8/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **07.08.2013 PCT/US2013/053884**

87 Fecha y número de publicación internacional: **06.03.2014 WO14035623**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **07.08.2013 E 13833957 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.02.2019 EP 2890483**

54 Título: **Proceso para la captura de sulfuro de carbonilo a través de resinas de intercambio iónico**

30 Prioridad:

31.08.2012 US 201261695556 P
15.03.2013 US 201361786845 P

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
26.06.2019

73 Titular/es:

LANXESS SYBRON CHEMICALS INC. (50.0%)
200 Birmingham Road P.O. Box 66
Birmingham, New Jersey 08011, US y
LANXESS DEUTSCHLAND GMBH (50.0%)

72 Inventor/es:

TIRIO, ANTHONY P y
WAGNER, RUDOLF

74 Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 2 717 928 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Proceso para la captura de sulfuro de carbonilo a través de resinas de intercambio iónico

5 La presente invención se refiere a la retirada del sulfuro de carbonilo ("CQS") usando el material de intercambio iónico de fuentes gaseosas que contienen sulfuro de carbonilo y de fuentes líquidas que contienen sulfuro de carbonilo.

10 El presente solicitante ha descubierto ahora el uso de un material de intercambio iónico que comprende un polímero de perlas aminoalquilado en la retirada de sulfuro de carbonilo de aplicaciones industriales, en comparación con otros materiales usados a menudo en aplicaciones de retirada.

15 Se contempla ampliamente, de acuerdo con la reivindicación 1, un proceso para retirar sulfuro de carbonilo de una corriente gaseosa o líquida que contiene sulfuro de carbonilo, que comprende: proporcionar una resina de intercambio iónico, poner en contacto dicha resina de intercambio iónico con dicha corriente gaseosa o líquida que contiene sulfuro de carbonilo, sorber una porción de dicho sulfuro de carbonilo de la corriente gaseosa o líquida que contiene sulfuro de carbonilo mediante la resina de intercambio iónico, formando de esta manera una resina de intercambio iónico en forma de sulfuro de carbonilo, aumentando de esta manera la capacidad de que la resina de intercambio iónico re-sorba el sulfuro de carbonilo.

20 En una realización, dicha resina de intercambio iónico es una resina a base de polímero de poliestireno, que se reticula a través del uso de divinilbenzo y se funcionaliza con grupos amina primarios que incluyen bencilamina y en la que la resina se produce por un proceso de ftalimida.

25 En otra realización de la invención, la corriente de gas anteriormente mencionada es un gas industrial y/o una corriente de gas industrial, tales como gas natural, gas producido, corrientes de gas de síntesis de gras craqueado, hidrocarburos ligeros tales como propano, propileno, etano y etileno.

30 En otra realización de la invención, la corriente líquida anteriormente mencionada es una corriente líquida industrial, tales como, por ejemplo, corrientes de gas de petróleo licuado, tales como corrientes de hidrocarburo licuado, por ejemplo aquellas de la producción de gas natural, refinado de petróleo y/o producción de etileno. Los ejemplos de los mismos incluyen corrientes de propano, polietileno, etano y/o etileno principalmente en su fase líquida.

35 Para un mejor entendimiento de la presente invención, junto con rasgos y ventajas distintos y adicionales de la misma, se hace referencia a la siguiente descripción.

El documento US3282831 A desvela un método químico de regeneración de una resina de intercambio aniónico que contiene sulfuro de carbonilo adsorbido.

40 El documento EP2490789 B1 desvela un proceso para retirar dióxido de carbono de una corriente que contiene CO₂.

Breve descripción de varias vistas de los dibujos

45 La Figura 1 ilustra esquemáticamente el equipo de laboratorio empleado en los ejemplos expuestos en el presente documento.

50 La Figura 2 ilustra esquemáticamente los resultados de pasar una corriente de gas que contiene sulfuro de carbonilo sobre una resina a base de amina-co-poliestireno de bencilo producida por un proceso de adición de ftalimida.

Como se usa en la presente memoria descriptiva y en las reivindicaciones adjuntas, las formas singulares "un, una" y "el, la" incluyen referentes plurales salvo que el contexto dicte claramente lo contrario.

55 Como se usa en el presente documento, sorción debe significar adsorción y/o absorción. Como se usa en el presente documento resina de intercambio iónico en forma de sulfuro de carbonilo debe significar una resina de intercambio iónico, como se define en la reivindicación 1 en la que una porción de los sitios disponibles para la sorción comprende sulfuro de carbonilo intercambiablemente unido a la misma.

60 Los polímeros de perlas de acuerdo con la presente invención pueden comprender aquellos formados por resinas de polímero de poliestireno que comprenden aminas primarias y se reticulan a través de divinilaromáticos tales como, por ejemplo, poliestireno-codivinilbenceno aminometilado (es decir, amina de polibencilo-co-divinilbenceno). Adicionalmente, las resinas de intercambio iónico de acuerdo con la presente invención pueden ser monodispersas o heterodispersas y macroporosas o de tipo gel (microporosas). Las sustancias se describen como monodispersas en la presente solicitud en las que el coeficiente de uniformidad de la curva de distribución es menos de o igual a 1,2. El coeficiente de uniformidad es el cociente de los tamaños d60 y d10, d60 describe el diámetro en el que el 60 % en masa de aquellos de la curva de distribución son menores y el 40 % en masa son mayores o iguales, d10 designa el

diámetro al que el 10 % en masa en la curva de distribución son más menores y el 90 % en masa son mayores o iguales.

5 Los polímeros de perlas monodispersos, el precursor de la resina de intercambio iónico monodispersa correspondiente, pueden producirse, por ejemplo, llevando a reacción gotitas de monómero monodispersas, si se desea, encapsuladas, de un compuesto monovinilaromático, un compuesto polivinilaromático y un iniciador o una mezcla iniciadora, y si es apropiado un porógeno en suspensión acuosa. Para obtener polímeros de perlas macroporosos para producir intercambiadores iónicos macroporosos, se utiliza la presencia de porógeno.

10 Los diversos procesos de producción de polímeros de perlas monodispersos tanto por el principio de inyección como por el principio de semilla-suministro se conocen por aquellos expertos en la materia. Se hace referencia a Pat. de EE.UU. N.º 4.444.961, documento EP-A 0 046 535, Pat. de EE.UU. N.º 4.419.245 y documento WO 93/12167.

15 Los compuestos insaturados monovinilaromáticos usados para preparar la resina de intercambio iónico de la invención comprenden compuestos tales como estireno, viniltolueno, etilestireno, alfametilostireno, cloroestireno o clorometilestireno. Los compuestos polivinilaromáticos (reticuladores) usados incluyen compuestos alifáticos o aromáticos que llevan divinilo. Por ejemplo, se hace uso de divinilbenceno, diviniltolueno, trivinilbenceno, dimetacrilato de etilenglicol, trimetacrilato de trimetilol propano, hexa-1,5-dieno, octa-1,7-dieno, 2,5-dimetil-1,5-hexadieno y también éter divinílico.

20 Además del uso de monómeros aromáticos como el material de partida para la resina de intercambio iónico polimérica, por ejemplo, pueden emplearse también derivados de vinilo y vinilideno de benceno y viniltolueno, etilestireno, alfa-metil-estireno, cloroestirenos y estireno, diversos compuestos no aromáticos de vinilo y de vinilideno. Por ejemplo, ácido acrílico, ácido metacrílico, acrilatos de alquilo C₁-C₈, metacrilatos de alquilo C₁-C₈, acrilonitrilo, metacrilonitrilo, acrilamida, metacrilamida, cloruro de vinilo, cloruro de vinilideno y acetato de vinilo.

30 La posterior funcionalización de la resina de intercambio iónico polimérica de perlas proporciona de esta manera una resina de intercambio iónico funcionalizada que también se conoce generalmente por aquellos expertos en la materia. Por ejemplo, el documento US 2006/0173083, describe un proceso para producir intercambiadores iónicos monodispersos, macroporosos que tienen grupos amina primarios débilmente básicos por lo que se denomina el proceso de ftalimida, que comprende: a) hacer reaccionar gotitas de monómero de al menos un compuesto monovinilaromático y al menos un compuesto polivinilaromático y también un porógeno y un iniciador o una combinación iniciadora para dar un polímero de perlas reticulado monodisperso, b) amidometilar este polímero de perlas reticulado monodisperso con derivados ftalimida y c) hacer reaccionar el polímero de perlas reticulado amidometilado para dar un intercambiador iónico básico que tiene grupos aminometilo en forma de grupos amina primarios.

40 Un intercambiador iónico de amina primaria de acuerdo con la invención puede producirse mediante el proceso de adición de ftalimida anterior o por el proceso de clorometilación. Como se conoce generalmente, el proceso de clorometilación es uno en el que se forma un clorometilato que se hace reaccionar posteriormente con aminas para formar un polímero aminometilado. En una realización de la invención, el proceso de adición de ftalimida se utiliza para producir la resina de intercambio iónico. Como resultado del proceso de adición de ftalimida para la producción de la resina de intercambio iónico, la reticulación secundaria se limita en comparación con el proceso de clorometilación. Dicha reticulación secundaria puede producirse durante el proceso de clorometilación en el que las aminas del polímero aminometilado reaccionan para formar aminas secundarias (reticulación secundaria). En una realización de la invención, dicha reticulación secundaria es menos del 30 % del polímero formado y, en otra realización, dicha reticulación secundaria es menos del 10 %. En aún otra realización, la reticulación secundaria es menos del 5 %.

50 El tamaño de partícula del polímero de perlas formado en los procesos de producción, incluyendo aquellos proporcionados anteriormente, por ejemplo, puede ajustarse durante la polimerización, así como la esfericidad de los polímeros de perlas. En una realización, se utilizan polímeros de perlas que tienen un tamaño de partícula medio de aproximadamente 10 a 1000 pm. En otra realización de la presente invención, se emplea un tamaño de partícula medio de aproximadamente 100 a 1000 pm. En aún otra realización, se usa un tamaño de partícula medio de aproximadamente 100 a 700 pm. Además, el polímero de perlas de la invención puede tomar la forma de perlas de polímero esféricas o perlas no esféricas (o bloques). En una realización, se forman perlas de polímero esféricas.

60 En una realización, la resina de intercambio iónico utilizada es una resina a base de poliestireno reticulada, débilmente básica, monodispersa, macroporosa, esférica, de intercambio aniónico funcionalizándose con grupos amina primarios producidos por el proceso de adición de ftalimida, por ejemplo aquella que está disponible en el mercado de LANXESS Deutschland GmbH bajo el nombre comercial LEWATIT® VP OC1065.

65 En una realización de la presente invención, la resina de intercambio iónico anteriormente mencionada se pone en contacto con un gas, una corriente gaseosa o una corriente líquida que comprende sulfuro de carbonilo dando como resultado la sorción de una porción del sulfuro de carbonilo del gas, la corriente gaseosa o la corriente líquida y, de esta manera, reduciendo la cantidad de sulfuro de carbonilo en el gas, la corriente gaseosa o la corriente líquida. Las

fuentes industriales son de aplicabilidad particular para la presente invención.

Diversas áreas para la aplicación del presente método de retirada de sulfuro de carbonilo de corrientes gaseosas se componen de una amplia diversidad de procesos, que pueden incluir tales gases y corrientes gaseosas de fuentes industriales. Los gases industriales y/o las corrientes gaseosas industriales pueden comprender, entre otros, aquellos de o a partir de las corrientes gaseosas de síntesis, así como corrientes de propano, propileno, etano y etileno.

Un ejemplo de operaciones químicas susceptibles a al menos una realización de la presente invención es la purificación de propileno usado como materia prima para la producción de polipropileno y otros productos químicos industriales. Las vías más comunes para el propileno son la recuperación de los sub-productos C3 de la producción de etileno (por ejemplo, propano y/o propileno) a través del craqueado del vapor y la recuperación de los cortes de hidrocarburos ligeros de las operaciones de refinación de destilación y craqueado catalítico de fluido. Para uso comercial, el propileno se produce normalmente para cumplir uno de los siguientes tres grados; grado polímero, grado químico y grado refinación. Aunque las especificaciones para los tres grados de propileno varían de región a región, los grados pueden esperarse ser similares a las siguientes especificaciones típicas de contaminantes principales. Puede haber especificaciones para otros compuestos dependiendo de la región y los contactos comerciales entre comprador y vendedor.

Tabla 1	Grado polímero	Grado químico
Contenido de propileno (% en peso)	99,5 mínimo	92 mínimo
Etano y Más ligero (peso en ppm)	500	4000
C4 y Más pesado (peso en ppm)	7	2000
Acetileno y Propadieno (Peso en ppm)	5	100
Compuestos de azufre totales (peso en ppm)	2	10
Propano	Resto	Resto

El propileno de grado refinación puede considerarse el resto de corrientes de propileno disponibles industrialmente que no cumplen ninguna de las especificaciones de grado polímero o grado químico. El propileno es un precursor petroquímico principal siendo el polipropileno el consumidor más grande. Otros productos químicos a grande escala producidos a partir de propileno incluyen óxido de propileno, acrilonitrilo, ácido acrílico y butanol. En volúmenes más pequeños, el propileno se usa para producir oxo alcoholes, cumeno para la producción de fenol y acetona y cauchos de etilpropileno.

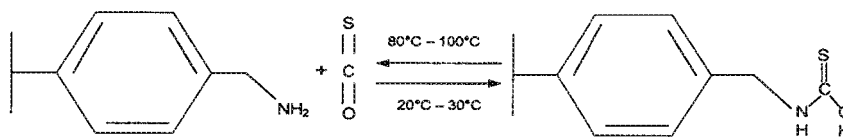
Otro ejemplo de una operación química en la que pueden emplearse los procesos de sulfuro de carbonilo de la invención del presente solicitante es la producción de gas de síntesis durante la fabricación de amoníaco y otros productos valiosos tales como, por ejemplo, alcoholes, aldehídos y otros oxigenatos. El gas de síntesis se produce generalmente por la oxidación parcial de los hidrocarburos en hidrógeno y monóxido de carbono. Dicha oxidación parcial puede utilizar aire, vapor u oxígeno puro como fuentes de oxígeno reactivo y el proceso puede estar o no catalizado. El gas de síntesis contendrá sulfuro de carbonilo. La cantidad de sulfuro de carbonilo presente depende de la cantidad de contaminantes que contienen azufre encontrados en las materias primas usadas para la producción de gas de síntesis. Instantáneamente, la presente invención puede utilizarse en la que las resinas de intercambio iónico se usan para retirar y/o reducir el sulfuro de carbonilo.

Otro ejemplo de una operación química en la que pueden emplearse los procesos de sulfuro de carbonilo de la invención del presente solicitante son aquellos que resultan de diversas actividades de procesamiento químico tales como la producción o el consumo de propileno, etileno, buteno o gas de síntesis, así como aquellos que resultan de la producción o el consumo de combustible de hidrocarburo, por ejemplo gas de petróleo licuado de la producción de gas natural y/o el refinado de petróleo.

Como puede apreciarse, pueden existir otros procesos, especialmente en entornos industriales, que requieren la retirada de sulfuro de carbonilo del gas, la corriente gaseosa o las corrientes líquidas. Como tal, puede emplearse el uso de la resina de intercambio iónico desvelada en el presente documento de acuerdo con los principios anteriormente citados que se refieren a la misma.

En otra realización más, la retirada de sulfuro de carbonilo en gases y/o líquidos industriales y/o gases y/o líquidos combustibles que tienen una concentración medible de sulfuro de carbonilo a través del uso de la resina de intercambio iónico de polibencilamina.

Un ejemplo no limitante de la reacción sospechada de un polímero aminoalquilado y sulfuro de carbonilo puede representarse como sigue en el que un material de polibencilamina se hace reaccionar con sulfuro de carbonilo que produce un compuesto de ácido poli-tiocarbámico:



La resina de intercambio iónico de amina primaria de la presente invención puede usarse en lechos fijos o fluidizados. La regeneración a una condición pobre en sulfuro de carbonilo es a través del uso de calor (designado adsorción por cambio térmico (TSA, por sus siglas en inglés)), vacío (designado adsorción por cambio de presión (PSA, por sus siglas en inglés)) y/o una combinación de calor y vacío.

También se ha descubierto que el uso de resina de intercambio iónico de amina primaria parcialmente seca puede tener una mayor capacidad de adsorber sulfuro de carbonilo y posteriormente reducir los requisitos de energía de regeneración. Aunque, como se entiende mejor, el agua no toma parte en las reacciones anteriormente desveladas, secar completamente el material de intercambio iónico puede afectar negativamente al rendimiento y de esta manera puede emplearse un contenido de humedad óptimo.

Sin desear quedar ligado a teoría alguna particular, secar completamente la resina de intercambio iónico de amina primaria puede provocar que los microporos del material colapsen, de esta manera, deteniendo de forma eficaz la capacidad de la resina de adsorber sulfuro de carbonilo. El rendimiento de la sorción, sin embargo, vuelve cuando las perlas de resina se rehidratan entre un 5 % en peso y un 10 % en peso de contenido de agua, basándose en el peso total de la resina. Aumentar el contenido de agua por encima del 10 % en peso no potencia la microporosidad y aumenta innecesariamente los requisitos de calor de regeneración.

El compuesto ácido poli-tiocarbámico de las reacciones desveladas anteriormente se encuentra ser inestable a temperaturas ligeramente elevadas. Aunque puede recuperarse una cantidad módica de sulfuro de carbonilo de la resina de intercambio iónico de amina primaria saturada reduciendo la presión, puede efectuarse una desorción más eficiente mediante la aplicación de calor, elevando de esta manera la temperatura de la resina saturada a aproximadamente 100 °C. En cuyo punto el sulfuro de carbonilo capturado volverá a la fase gaseosa dentro de y alrededor de las perlas de resina y de esta manera fluirán a un área de menor presión. La mayor diferencia de presión entre el gas que rodea a las perlas de resina calientes y el área de dispersión de sulfuro de carbonilo aguas abajo aumentará la eficiencia de desorción y reducirá el tiempo requerido para la regeneración. De esta manera, la operación de cambio térmico suplementada con adsorción de cambio de presión constituye el proceso óptimo para la sorción de sulfuro de carbonilo. Como se menciona anteriormente, la regeneración de la resina rica en sulfuro de carbonilo en la forma de resina pobre en sulfuro de carbonilo puede lograrse a través de la aplicación de calor a la resina rica en sulfuro de carbonilo para romper la atracción/unión entre la resina y el sulfuro de carbonilo. Este calor puede suministrarse a través de métodos de transferencia de calor convectiva, conductiva o radiante. La elección óptima de transferencia de calor se determinará por muchos factores que pertenecen a las limitaciones físicas de la resina, los procesos de adsorción y regeneración y la calidad y la cantidad de calor disponible así como otras consideraciones entendidas por aquellos conocedores de la materia.

Como se usa en el presente documento rico en sulfuro de carbonilo y pobre en sulfuro de carbonilo se entienden generalmente que significan la condición en la que la resina de intercambio iónico contiene una cantidad relativamente aumentada de sulfuro de carbonilo y la condición en la que la resina de intercambio iónico contiene una cantidad relativamente reducida de sulfuro de carbonilo.

Debe apreciarse que, el tamaño de partícula, la distribución del tamaño de partícula y la esfericidad de las resinas de intercambio iónico son todos los factores que pueden variarse para contribuir al rendimiento óptimo con respecto a las cinéticas de adsorción y desorción, así como las características hidráulicas en las aplicaciones industriales. En el proceso completo que comprende un recipiente de sorción y un recipiente de desorción, uno puede ser un lecho fijo y el otro puede ser un lecho fluidizado.

En una realización de la presente invención se desvela la necesidad de secar el adsorbente antes de su uso. Por ejemplo, puede entenderse que el material de poli-bencilamina puede regenerarse con calor, prestándose de este modo así mismo a la adsorción por cambio térmico. Los requisitos de calor para la regeneración de la resina son bajos debido a la naturaleza física y química de la resina. En una base en peso, la resina tendrá aproximadamente un cuarto de los requisitos de calor del agua para una elevación de temperatura dada. Posteriormente, una resina mojada requerirá una mayor cantidad de energía para la regeneración debido a los requisitos térmicos del agua.

Ejemplos

Se realizaron diversos experimentos de laboratorio utilizando material de resina de intercambio iónico para la retirada de sulfuro de carbonilo de las corrientes gaseosas. El equipo de ensayo de laboratorio se ilustra en la Figura 1. Los resultados de estos experimentos se resumen en la Figura 2.

Con referencia a la Figura 1, se muestra un aparato para el ensayo de adsorción de sulfuro de carbonilo.

- El gas de sulfuro de carbonilo se almacena en un cilindro de gas 101 y se suministra a una bomba de dosificación 103. Se suministra aire 102 en condiciones atmosféricas a una bomba de dosificación 104. Los flujos volumétricos individuales de aire y gas COS se miden en rotámetros 106 y 107, respectivamente. Los flujos se combinan y se dirigen al recipiente del reactor 108. Este reactor contiene un lecho fluido de resina de intercambio iónico de co-poliéstereno de bencilamina 109. La resina de intercambio iónico fácilmente adsorbe sulfuro de carbonilo. La corriente gaseosa que deja el recipiente del reactor 108 se mide por el rotámetro 110.
- 5
- 10 El reactor se cargó con 5 gramos de resina de co-poliéstereno de bencilamina seca. La resina disponible en el mercado usada en el experimento es Lanxess Deutschland GmbH LEWATIT® VP OC1065. Los caudales volumétricos de aire y sulfuro de carbonilo se controlaron para ser aproximadamente iguales a 1,3 litros por hora.
- 15 los resultados se ilustran gráficamente en la Figura 2. El caudal de la corriente gaseosa de salida es marcadamente menos que el caudal de la corriente gaseosa de entrada desde alrededor de 3 minutos de funcionamiento hasta alrededor de 14 minutos de funcionamiento. La diferencia puede interpretarse como la adsorción de sulfuro de carbonilo sobre la resina. Pesando la resina cargada con COS, se calculó que la resina adsorbió 0,006 gramos moles de sulfuro de carbonilo.

REIVINDICACIONES

1. Un proceso para retirar sulfuro de carbonilo de una corriente que contiene sulfuro de carbonilo, que comprende:
 - 5 poner en contacto una resina de intercambio iónico débilmente básica a base de bencilamina-co-poliestireno con una corriente gaseosa que contiene sulfuro de carbonilo, sorber una porción del sulfuro de carbonilo de la corriente que contiene sulfuro de carbonilo mediante la resina de intercambio iónico débilmente básica a base de bencilamina-co-poliestireno, formando de esta manera una resina de intercambio iónico en forma de sulfuro de carbonilo y
 - 10 desorber de la resina de intercambio iónico en forma de sulfuro de carbonilo el sulfuro de carbonilo unido mediante uno de calor o calor y vacío, aumentando de esta manera la capacidad de la resina de re-adsorber el sulfuro de carbonilo.
- 15 2. El proceso de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la corriente de sulfuro de carbonilo es una corriente gaseosa.
3. El proceso de acuerdo con la reivindicación 2, en el que la corriente gaseosa es de una corriente de gas de síntesis o de una corriente de gas de hidrocarburo ligero.
- 20 4. El proceso de acuerdo con la reivindicación 3, en el que la corriente de gas de hidrocarburo ligero es una corriente de gas propano, propileno, etano y/o etileno.
5. El proceso de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la corriente de sulfuro de carbonilo es una corriente líquida.
- 25 6. El proceso de acuerdo con la reivindicación 5, en el que la corriente líquida es de una corriente de gas de petróleo licuado.
7. El proceso de acuerdo con la reivindicación 6, en el que la corriente de gas de petróleo licuado es una corriente de propano, propileno, etano y/o etileno licuados.
- 30 8. El proceso de acuerdo con la reivindicación 1, en el que dicha resina de intercambio iónico de tipo débilmente básico es una resina a base de bencilamina-co-poliestireno producida por un proceso de adición de ftalimida.
- 35 9. El proceso de acuerdo con la reivindicación 1, en el que las etapas de sorción y desorción de sulfuro de carbonilo son principalmente etapas de funcionamiento dirigidas por cambio térmico.
10. El proceso de acuerdo con la reivindicación 1, en el que dicha resina de intercambio iónico tiene un contenido de agua de entre el 1 % en peso y el 25 % en peso, basándose en el peso total de la resina.
- 40 11. El proceso de acuerdo con la reivindicación 1, en el que dicha resina de intercambio iónico tiene un contenido de agua mayor del 5 % en peso y menor del 15 % en peso, basándose en el peso total de la resina.
- 45 12. El proceso de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la resina de intercambio iónico comprende perlas que tienen un coeficiente de uniformidad de la distribución menor o igual a 1,2, en donde el coeficiente de uniformidad es el cociente de los tamaños d60 y d10, d60 describe el diámetro al que el 60 % en masa de aquellos de la curva de distribución son menores y el 40 % en masa son mayores o iguales, d10 designa el diámetro al que el 10 % en masa en la curva de distribución son menores y el 90 % en masa son mayores o iguales.

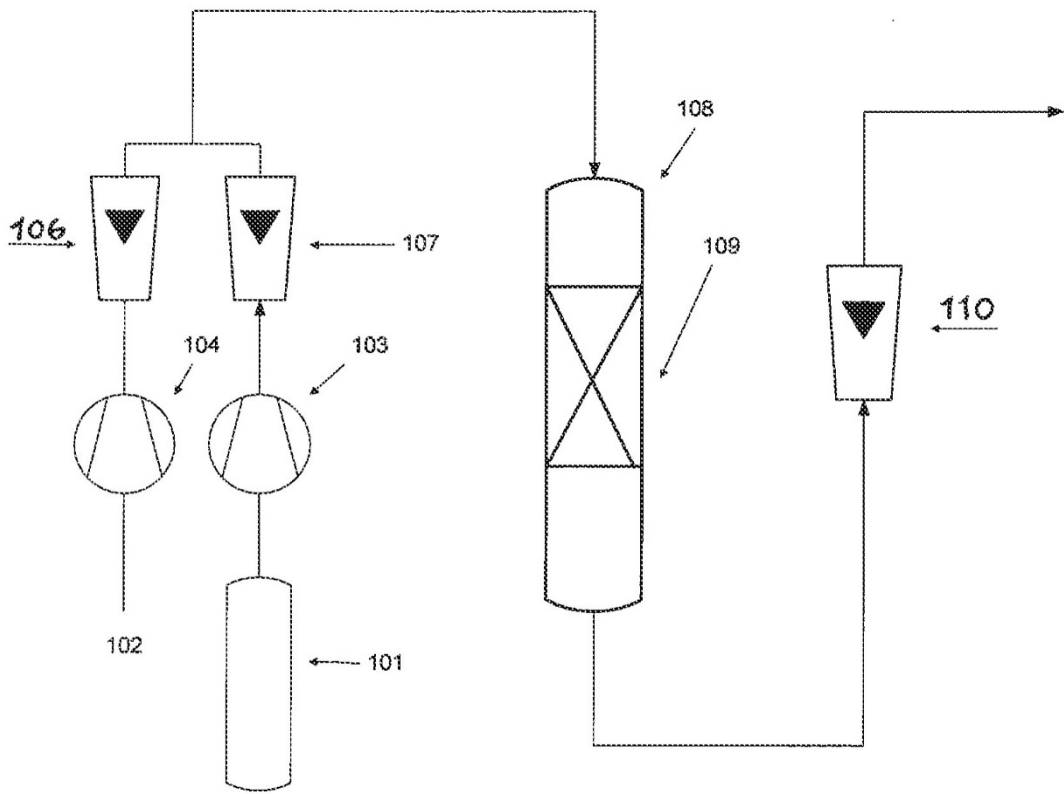


Figura 1

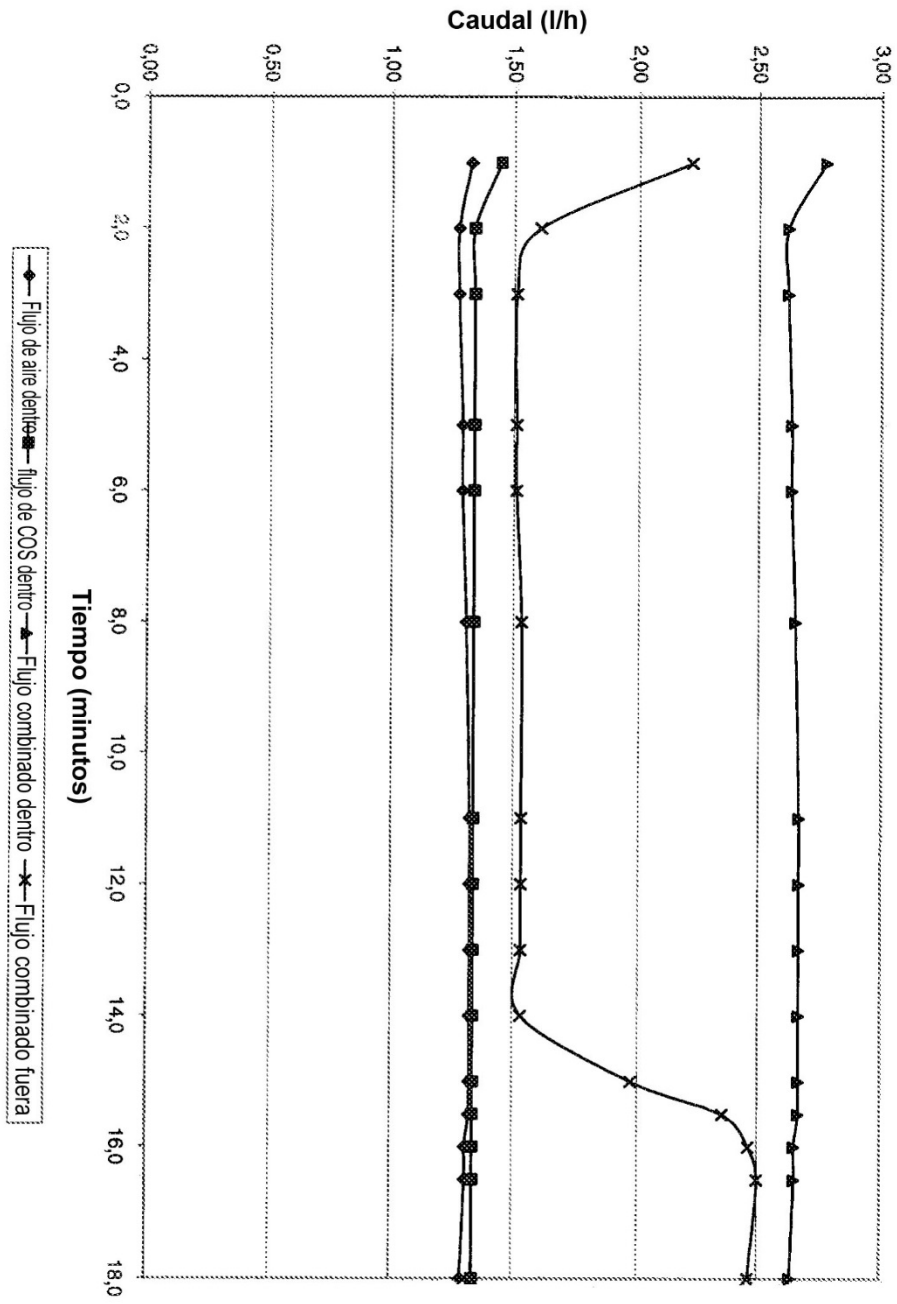


Figura 2