

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 897 519**

51 Int. Cl.:

**C07C 7/10** (2006.01)

**C07C 15/46** (2006.01)

**C07D 301/32** (2006.01)

12

## TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **01.02.2018 PCT/US2018/016465**

87 Fecha y número de publicación internacional: **09.08.2018 WO18144740**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **01.02.2018 E 18708779 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **01.09.2021 EP 3577097**

54 Título: **Mejoramiento de corrientes de desecho en un procedimiento de coproducción de óxido de propileno/estireno**

30 Prioridad:

**03.02.2017 US 201762454542 P**

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

**01.03.2022**

73 Titular/es:

**LYONDELL CHEMICAL TECHNOLOGY, L.P.  
(100.0%)**

**1221 McKinney, Suite 700, Lyondellbasell Tower  
Houston, TX 77010, US**

72 Inventor/es:

**NAGY, SANDOR;  
NGUYEN, HA, H.;  
LINDSEY, DAN, D.;  
KIMMICH, BARBARA;  
BRUSCHI, NICHOLAS;  
MONTANO-LAWRENCE, JAMES, D.;  
TURNER, JUSTIN, E.;  
JACKSON, DEBRA, L. y  
DEARTH, ANTHONY, S.**

74 Agente/Representante:

**ISERN JARA, Jorge**

ES 2 897 519 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

Mejoramiento de corrientes de desecho en un procedimiento de coproducción de óxido de propileno/estireno

## 5 Campo técnico

Esta divulgación se relaciona con el mejoramiento de la corriente de desecho; más específicamente, esta divulgación se refiere a sistemas y procedimiento para el mejoramiento de las corrientes de desecho obtenidas durante la producción de óxido de propileno; aún más específicamente, esta divulgación se refiere a sistemas y procedimiento para tratamiento de corrientes pesadas residuales de procedimiento formadas en la coproducción de óxido de propileno y monómero de estireno mediante el contacto de las corrientes residuales del procedimiento con dióxido de carbono.

## 15 Antecedentes de la invención

La coproducción de óxido de propileno y monómero de estireno, también conocido como procedimiento 'POSM', implica la oxidación de etilbenceno para formar hidroperóxido de etilbenceno, la reacción catalítica del hidroperóxido con propileno para formar óxido de propileno y 1-fenil etanol, y la deshidratación del 1-fenil etanol para producir monómero de estireno. En el procedimiento POSM, se emplean varias etapas de destilación para separar los reactivos sin reaccionar, así como también diversas corrientes de producto, y pueden emplearse una o más etapas de tratamiento cáustico para reducir las características ácidas de varias corrientes. En el procedimiento, se forma una corriente de residuo pesado que contienen niveles relativamente altos de compuestos de sodio. Sin tratamiento adicional, la corriente de residuo pesado es una corriente de productos de bajo valor que puede ser útil sólo como combustible de baja calidad.

La corriente de productos de bajo valor se trata convencionalmente con ácido acuoso para formar una mezcla, y posteriormente la separación de fase de la mezcla resultante proporciona una fase acuosa que contiene la mayor parte del sodio previamente asociado con la corriente de bajo valor, y una fase orgánica que tiene un contenido reducido de sodio la cual puede usarse como combustible de mayor calidad.

En los procedimientos convencionales de separación de fase, a menudo se encuentra que tienden a formarse grandes volúmenes de una capa de trapo en los recipientes del separador. La capa de trapo es una emulsión de agua en la capa orgánica pesada que no se separa en una fase orgánica o acuosa. La capa de trapo evita la separación completa de las fases acuosa y orgánica y reduce la eficiencia del procedimiento de separación.

El documento GB 647 487 divulga un procedimiento para la extracción de ácidos de alquitrán de sodio con gas ácido carbónico. El documento CN 101 323 490 divulga un procedimiento para la eliminación de sodio de una lejía de desecho producida durante el procedimiento de oxidación de ciclohexano. El documento EP 767 171 se refiere a un procedimiento para el tratamiento de una corriente cáustica de desecho que comprende la separación de una fase acuosa que contiene sodio y una fase orgánica que tiene un contenido reducido de sodio.

En consecuencia, existe una necesidad continua de sistemas y procedimiento para el mejoramiento del(de los) residuo(s) pesado(s) de bajo valor producidos en el procedimiento POSM.

## 45 Sumario de la invención

En la presente memoria se divulga un procedimiento que comprende: (a) poner en contacto una corriente orgánica con agua y dióxido de carbono, por medio de lo cual se extrae sodio de la corriente orgánica; y (b) separar una fase de suspensión acuosa que contiene sal de sodio de una fase orgánica que comprende un contenido reducido de sodio con relación a la corriente orgánica en el que la corriente orgánica es un residuo pesado formado en la coproducción de óxido de propileno y estireno. En realizaciones, el contacto en (a) comprende combinar el dióxido de carbono con el agua para formar una corriente de agua saturada de CO<sub>2</sub> y el contacto de la corriente de agua saturada de CO<sub>2</sub> con la corriente orgánica. En realizaciones, el contacto en (a) se realiza simultáneamente, en contracorriente o sus combinaciones. En realizaciones, el procedimiento comprende además controlar la concentración de dióxido de carbono en la corriente de agua saturada de CO<sub>2</sub> mediante el control de temperatura, la presión o ambas. En realizaciones, la presión está en el intervalo de presión atmosférica a 3,45 MPa (500 psi), de presión atmosférica a 0,69 MPa (100 psi), de 0,07 MPa (10 psi) a 0,34 MPa (50 psi), o de (20 psi) 0,14 MPa a (40 psi) 0,28 MPa. En realizaciones, la temperatura está en el intervalo de 5 °C a 90 °C, de 15 °C a 70 °C o de 20 °C a 60 °C. En las realizaciones, la temperatura es la temperatura ambiente. En realizaciones, la temperatura es la temperatura del local.

En realizaciones, el contacto en (a) comprende combinar la corriente orgánica y el agua para formar una mezcla, e inyectar el dióxido de carbono como un gas en la misma. En realizaciones, inyectar el gas dióxido de carbono comprende además burbujear o asperjar el gas dióxido de carbono en la mezcla. En realizaciones, el gas dióxido de carbono se inyecta a una velocidad de flujo en el intervalo de 1 % en peso a 90 % en peso de la masa combinada de las fases orgánica y acuosa, de 10 % en peso a 40 % en peso de la masa combinada de la fases orgánica y acuosa,

o de 10 % en peso a 25 % en peso de la masa combinada de las fases orgánica y acuosa. En realizaciones, el contacto en (a) se realiza a una presión mayor que o igual a la presión atmosférica. En realizaciones, la separación en (b) comprende además la separación de un gas que comprende dióxido de carbono, un gas portador o ambos. En realizaciones, el procedimiento comprende además reciclar al menos una porción del gas separado para el contacto de (a). En realizaciones, (a) y (b) se realizan en un único aparato.

En realizaciones, el procedimiento comprende además: repetir (a) y (b) una o más veces en la fase orgánica; someter la fase orgánica a intercambio iónico; o ambas, para obtener una fase orgánica que tiene un contenido más reducido de sodio. En realizaciones, el procedimiento comprende someter la fase orgánica a intercambio iónico, en el que el intercambio iónico comprende intercambio catiónico. En realizaciones, el procedimiento comprende someter la fase orgánica a intercambio iónico, y el intercambio iónico se efectúa con una resina de intercambio iónico que comprende grupos de ácido sulfónico. En realizaciones, el procedimiento comprende someter la fase orgánica a intercambio iónico, y el intercambio iónico se efectúa con un medio de intercambio iónico que es natural o sintético. En realizaciones, el intercambio iónico se efectúa con una resina de intercambio iónico seleccionado de un grupo que consiste en resinas poliméricas, zeolitas, arcillas y sus combinaciones.

En realizaciones, el contenido más reducido de sodio comprende un contenido de sodio de menos de 100, 50 o 10 ppm de sodio. En las realizaciones, el contenido reducido de sodio comprende un contenido de sodio de menos de 250, 150 o 100 ppm de sodio. En las realizaciones, la corriente orgánica y el agua están presentes en una relación volumétrica en el intervalo de 1:1 a 10:1, de 1:1 a 8:1 o de 1:1 a 5:1. En realizaciones, el contacto de (a), la separación de (b) o ambos se realizan de forma continua. En realizaciones, la separación de (b) se realiza a una temperatura en el intervalo de 15 °C a 85 °C, de 20 °C a 70 °C o de 30 °C a 60 °C.

El procedimiento puede llevarse a cabo mediante la utilización de un sistema de dos fases o un sistema de tres fases. En realizaciones, el dióxido de carbono seleccionado de un gas del grupo que consiste en dióxido de carbono puro, otros gases que comprenden más del 50 por ciento en volumen de dióxido de carbono y sus combinaciones. En realizaciones, el gas que comprende más del 50 por ciento en volumen de dióxido de carbono es un gas de combustión. En realizaciones, el gas de combustión comprende más del 70 por ciento en volumen de dióxido de carbono. En realizaciones, al menos una porción del contacto de (a) se produce en un contactador líquido-líquido. En realizaciones, el contactador líquido-líquido es seleccionado del grupo que consiste en mezcladores-decantadores, extractores líquido-líquido, dispositivos mezcladores-separadores y sus combinaciones.

En la presente memoria se divulga además un procedimiento, que comprende: (a) poner en contacto una mezcla que comprende una corriente orgánica y agua con gas dióxido de carbono, y (b) separar una fase acuosa que contiene sal de sodio de una fase orgánica que comprende un contenido reducido de sodio con relación a la corriente orgánica, en el que la corriente orgánica es un residuo pesado formado en la coproducción de óxido de propileno y estireno.

En la presente memoria se divulga además un procedimiento, que comprende: (a) poner en contacto una corriente orgánica con una corriente de agua saturada de CO<sub>2</sub>, y (b) separar una fase acuosa que contiene sal de sodio de una fase orgánica que comprende un contenido reducido de sodio con relación a la corriente orgánica, en el que, la corriente orgánica es un residuo pesado formado en la coproducción de óxido de propileno y estireno.

En la presente memoria se divulga además un procedimiento, que comprende: (a) un dispositivo de mezclado configurado para poner en contacto una corriente orgánica con agua y dióxido de carbono, por medio de lo cual se extrae sodio de la corriente orgánica, en el que la corriente orgánica es un residuo pesado formado en la coproducción de óxido de propileno y estireno; (b) un dispositivo de separación configurado para la separación de una fase acuosa que contiene sal de sodio de una fase orgánica que comprende un contenido reducido de sodio con relación a la corriente orgánica; y (c) un sistema POSM configurado para producir polipropileno y monómero de estireno, y a partir del cual se genera la corriente orgánica.

En la presente memoria se divulga además un procedimiento, que comprende: (a) recuperar una corriente orgánica pesada que comprende sodio de un procedimiento de coproducción de óxido de propileno y monómero de estireno (POSM); (b) poner en contacto la corriente orgánica con agua y dióxido de carbono, por medio de lo cual el sodio es la corriente orgánica; y (c) separar una fase de suspensión acuosa que contiene sal de sodio de una fase orgánica que comprende un contenido reducido de sodio con relación a la corriente orgánica, en el que el procedimiento POSM comprende oxidación de etilbenceno para formar hidroperóxido de etilbenceno, reacción catalítica del hidroperóxido con propileno para formar óxido de propileno y 1-fenil etanol, y deshidratación del 1-fenil etanol para producir monómero de estireno. En realizaciones, la corriente orgánica pesada que comprende sodio es un desecho o corriente subproducto que comprende cenizas recuperadas de un procedimiento POSM. En realizaciones, el desecho o corriente subproducto que comprende cenizas se recupera de una o más etapas de destilación y/o tratamiento cáustico en un procedimiento POSM.

En consecuencia, la descripción detallada de la invención a continuación debe considerarse de naturaleza ilustrativa y no restrictiva.

## Breve descripción de las figuras

La siguiente figura ilustra una realización del objeto de estudio que se divulga en la presente memoria. El objeto de estudio reivindicado puede entenderse por referencia a la siguiente descripción tomada junto con la figura adjunta, en la cual números de referencia similares identifican elementos similares, y en la cual:

La Figura 1 es un esquema de un sistema para llevar a cabo el mejoramiento de una corriente de desecho de POSM de acuerdo con una realización de esta divulgación.

## Descripción detallada

En la presente memoria se divulga sistemas y procedimientos para el mejoramiento de las corrientes de desecho generadas en un procedimiento de óxido de propileno/estireno. Como se señaló anteriormente, durante los procedimientos, tal como el procedimiento POSM, se producen grandes volúmenes de corrientes de desecho contaminadas por cenizas (principalmente sodio) y útiles solo como combustible de baja calidad. El descenizado (por ejemplo, la eliminación de al menos una porción del contenido de sodio de las mismas) puede efectuarse para aumentar la calidad del combustible de tales corrientes de desecho. Se ha descubierto inesperadamente que el descenizado de una corriente de desecho generada en un procedimiento de óxido de propileno/estireno puede efectuarse mediante el sistema y procedimiento de tratamiento descritos en la presente descripción, para proporcionar una fase orgánica estable, baja en sodio y neutra. El tratamiento se efectúa mediante la utilización de dióxido de carbono como agente de descenizado. La fase orgánica descenizada resultante puede utilizarse como combustible estable y de mayor calidad, y/o puede ser mejorada adicionalmente para capturar de esta manera su valor químico.

Aunque se refiere como corriente de 'desecho', debe entenderse que una corriente de 'desecho' de POSM descenizada mediante la presente divulgación puede ser utilizable como combustible, y el término 'desecho' indica que la corriente no es un producto de valor principal de un procedimiento POSM, sino un subproducto del mismo. Además, aunque la descripción del procedimiento y sistema descritos en la presente memoria se proporciona con referencia al descenizado de una corriente de desecho POSM, el sistema y procedimientos descritos en la presente memoria en este pueden ser adecuados para el descenizado de corrientes orgánicas producidas en procedimientos distintos de los procedimientos POSM.

Como se indicó anteriormente, los procedimientos convencionales para eliminación de sodio de las corrientes de desecho producidas en los procedimientos POSM a menudo utilizan una o más etapas de tratamiento cáustico. Algunos procedimientos implican el mezclado de la corriente de desecho de óxido de propileno/estireno con un hidrocarburo y un ácido acuoso, y subsecuentemente la separación de la mezcla en una fase de suspensión acuosa que contiene sal de sodio y una fase orgánica reducida en sodio, la cual puede ser utilizada para aplicaciones de combustible. Si bien tales procedimientos pueden ser eficientes para reducir la contaminación por sodio en las corrientes de desecho, pueden generar indeseablemente un gran volumen de corrientes de desecho ácido y pueden resultar en un producto combustible que es ácido, potencialmente implicando corrosión y susceptibilidad no deseada a la descomposición/incrustaciones.

De acuerdo con esta divulgación, el dióxido de carbono, en lugar de o además de un ácido mineral tal como el ácido sulfúrico, se utiliza como un agente conveniente para tratar una 'corriente orgánica' (la cual puede, en realizaciones, ser una corriente de desecho de POSM, o una corriente de desecho de POSM diluida como se describe más adelante). Sin limitación, el dióxido de carbono puede combinarse en una fase acuosa antes de entrar en contacto con la corriente orgánica de desecho, o el dióxido de carbono puede combinarse con una mezcla de la corriente orgánica de desecho y agua. En realizaciones, el tratamiento con dióxido de carbono descrito en la presente memoria sustituye al tratamiento convencional con ácido mineral. En otras realizaciones, el tratamiento con dióxido de carbono de acuerdo con esta divulgación se utiliza en combinación con (por ejemplo, subsecuentemente al) tratamiento convencional con ácido mineral.

En la presente memoria se divulga un sistema para mejoramiento de una corriente de desecho producida durante la coproducción de óxido de propileno y monómero de estireno. Ahora se describirá un sistema para mejoramiento de una corriente de desecho producida durante un procedimiento POSM con referencia a la Figura 1, la cual es un esquema de un sistema I para llevar a cabo el mejoramiento de una corriente de desecho de POSM de acuerdo con una realización de esta divulgación. El sistema I comprende una fuente de una corriente que tiene un contenido de cenizas (por ejemplo, sodio) a reducir 5, uno o más dispositivos de mezclado 25 y uno o más dispositivos de separación 35. Aunque se representan como dispositivos separados en la realización de la Figura 1, el dispositivo de mezclado 25 y el dispositivo de separación 35 pueden proporcionarse en un único dispositivo mezclador/separador, en algunas realizaciones. Una línea 10 puede conectar fluidicamente (o comprender) la fuente de la corriente que tiene el contenido de cenizas a reducir 5 con uno o más dispositivos de mezclado 25. Pueden configurarse una o más líneas 20 para introducir gas dióxido de carbono de una fuente de gas dióxido de carbono en la línea 10. Alternativa o adicionalmente, puede configurarse una línea 20 para introducir gas dióxido de carbono de una fuente de gas dióxido de carbono directamente en el dispositivo de mezclado 25. Pueden configurarse una o más líneas 15 para introducir agua carbonatada de una fuente de agua carbonatada en la línea de entrada de la fase orgánica 10.

Alternativa o adicionalmente, puede configurarse una línea 15 para introducir agua carbonatada desde una fuente de agua carbonatada directamente en el dispositivo de mezclado 25. Puede configurarse una línea 14 para la introducción de agua ('fase acuosa') en la línea de entrada de la fase orgánica 10, por medio de la cual puede introducirse una mezcla de agua y fase orgánica en el dispositivo de mezclado 25 a través de la línea de entrada del mezclador combinado 12. Alternativa o adicionalmente, puede configurarse una línea de entrada de agua 14 para introducir agua directamente en el dispositivo de mezclado 25.

Una línea 30 puede conectar fluidicamente el dispositivo de mezclado 25 con el dispositivo de separación 35, por medio de la cual una mezcla producida mediante la combinación de la corriente de desecho orgánico, agua y dióxido de carbono en el dispositivo de mezclado 25 pueda introducirse en el dispositivo de separación 35. Una línea de salida de gas 45 puede estar conectada fluidicamente con el (los) dispositivo(s) de separación 35 y configurada para la eliminación de gas (por ejemplo, dióxido de carbono) del dispositivo de separación 35. La línea de salida de gas 45 puede conectar fluidicamente el dispositivo de separación 35 con una unidad de tratamiento y reciclado de gas configurada para tratar y/o reciclar un gas, por ejemplo, dióxido de carbono, al dispositivo de mezclado 25. En realizaciones, el sistema puede comprender un compresor configurado para comprimir el dióxido de carbono y/u otro gas reciclado para su introducción en el dispositivo de mezclado 25. Una línea de salida de fase orgánica 40 puede estar conectada fluidicamente con el (los) dispositivo(s) de separación 35, y configurada para la eliminación de una corriente orgánica tratada del (de los) dispositivo(s) de separación 35 que tiene un contenido reducido de cenizas en comparación con el contenido de cenizas de la corriente fuente 5. Una línea de salida de la fase acuosa 50 puede estar conectada fluidicamente con el (los) dispositivo(s) de separación 35 y configurada para la eliminación de una fase acuosa enriquecida en cenizas del mismo. La línea de salida de fase acuosa 50 puede conectar fluidicamente el (los) dispositivo(s) de separación 35 con una unidad de tratamiento y/o reciclado de agua de desecho, configurada para tratar y/o reciclar agua, por ejemplo, al dispositivo(s) de mezclado 25.

El sistema I puede ser operable como un sistema de dos fases o un sistema de tres fases. En realizaciones, el sistema puede ser operable con una fase orgánica y una fase acuosa. En realizaciones, también hay una fase gaseosa.

También se divulga en la presente memoria un procedimiento de producción de contenido de cenizas (por ejemplo, sodio) en un residuo pesado, tal como el formado en un procedimiento POSM para la coproducción de óxido de propileno y estireno. El procedimiento comprende: (a) poner en contacto una corriente orgánica con agua y dióxido de carbono, por medio de lo cual se extrae sodio de la corriente orgánica; y (b) separar una fase de suspensión acuosa que contiene sal de sodio de una fase orgánica que comprende un contenido reducido de sodio con relación a la corriente orgánica. En realizaciones, la corriente orgánica es un residuo pesado formado en la coproducción de óxido de propileno y estireno. Tal procedimiento se describirá ahora con referencia a la Figura 1, la cual es un esquema de un sistema para llevar a cabo el mejoramiento de una corriente de desecho de POSM de acuerdo con una realización de esta divulgación. Una corriente de desecho de POSM a tratarse se introduce desde la fuente de corriente de desecho 5 del POSM al dispositivo de mezclado 25 a través de la línea de entrada de fase orgánica 10. La corriente de desecho POSM puede producirse mediante cualquier procedimiento POSM conocido por los expertos en la técnica para proporcionar una corriente de desecho que contenga cenizas (por ejemplo, que contenga sodio).

La corriente orgánica con 'alto' contenido de cenizas que será descenizada puede comprender de 500 ppm a 10.000 ppm de cenizas, de 700 ppm a 10.000 ppm de cenizas o de 1.000 ppm a 5.000 ppm de cenizas. En realizaciones, la ceniza comprende más de, o igual a 97 %, 98 % o 99 % de sodio. La ceniza puede comprender además cantidades menores de otros metales, tal como, sin limitación, Fe, Mg, Ca y K. La corriente orgánica con un 'alto' contenido de ceniza que será descenizada comprende de 500 ppm a 10.000 ppm de sodio, de 700 ppm a 10.000 ppm de sodio, o de 1.000 ppm a 5.000 ppm de sodio. En realizaciones, la corriente orgánica que será descenizada comprende más de o igual a 500, 750, 1.000, 2.500, 3.000, 4.000, 5.000, 6.000, 7.000, 8.000, 9.000 o 10.000 ppm de sodio.

En realizaciones, la corriente orgánica se modifica con un material orgánico diferente o una mezcla de materiales orgánicos para lograr una viscosidad y/o densidad deseables, para mejorar la separación entre la fase orgánica y la fase acuosa. En realizaciones, la viscosidad de la fase orgánica es menor que 20 cP, es menor que 10 cP o menor que 2 cP. En realizaciones, la densidad de la fase orgánica es menor que 1,0 g/cc, menor que 0,975 g/cc o menor que 0,95 g/cc.

En realizaciones, el residuo pesado de un procedimiento POSM se diluye mediante combinación con uno o más de otros productos químicos orgánicos, tal como, sin limitación, aquellos que comprenden grupos alifáticos o aromáticos, para formar la corriente orgánica antes del contacto con dióxido de carbono. En realizaciones, uno o más de otros productos químicos orgánicos comprenden etilbenceno, tolueno, cumeno, xileno, hexano, heptano, octano, nonano, decano, etc., o sus combinaciones. En realizaciones, el residuo pesado se combina con etilbenceno antes del contacto de la corriente orgánica con dióxido de carbono. En realizaciones, la relación en peso entre el residuo pesado y uno o más de otros productos químicos orgánicos (por ejemplo, etilbenceno) está en el intervalo de una relación peso/peso de 1:10 a una relación peso/peso 2:1, una relación peso/peso de 1:10 a una relación peso/peso 1:1, o de una relación peso/peso 1:8 peso a una relación peso/peso 2:1.

De acuerdo con el procedimiento descrito en la presente divulgación, la corriente orgánica se contacta con dióxido de carbono. En realizaciones, la fase orgánica a ser descenizada se mezcla a fondo con el dióxido de carbono y agua (y/o agua carbonatada) antes de la etapa de separación. El dióxido de carbono y el agua pueden adicionarse simultáneamente (por ejemplo, como agua carbonatada), o puede adicionarse por separado a la fase orgánica. El orden de adición del dióxido de carbono y el agua puede no ser crítico. En realizaciones, el contacto se realiza en condiciones relativamente suaves. Las condiciones de contacto pueden comprender una temperatura en el intervalo de 20 °C a 100 °C, de 40 °C a 90 °C, de 5 °C a 90 °C, de 15 °C a 70 °C o de 20 °C a 60 °C. El contacto de la corriente de desecho orgánico con dióxido de carbono que consiste en la presión ambiente o superior a la presión ambiental. Si bien el contacto puede ser efectivo a temperatura ambiente, la eficiencia de la eliminación de sodio puede mantenerse o incluso aumentarse a temperaturas superiores o inferiores a la temperatura ambiente. En realizaciones, el contacto y la separación se realizan en un único recipiente, y el dióxido de carbono, el agua y/o el agua carbonatada se adicionan directamente al recipiente de separación junto con la fase orgánica a ser descenizada.

En realizaciones, el contacto comprende combinar el dióxido de carbono con agua para formar una corriente de agua saturada de CO<sub>2</sub> y poner en contacto la corriente de agua saturada de CO<sub>2</sub> con la corriente orgánica. Por ejemplo, en realizaciones, el agua carbonatada se forma al poner en contacto gas dióxido de carbono con agua para producir una fuente o corriente de agua carbonatada, la cual se combina con la corriente de desecho de POSM en la línea 10 mediante la introducción a la misma de la línea de agua carbonatada 15. En realizaciones, el agua carbonatada en la línea de agua carbonatada 15 y el desecho de POSM introducido a través de la línea de entrada de fase orgánica 10 pueden introducirse en el dispositivo de mezclado 25 mediante la línea de entrada 12 del mezclador combinado. En realizaciones alternativas, la fase orgánica a ser descenizada y el agua carbonatada se introducen por separado, mediante la línea de entrada de la fase orgánica 10 y la línea de entrada de agua carbonatada 15 en el dispositivo de mezclado 25.

En realizaciones, la fase orgánica que comprende el desecho de POSM a ser descenizada y el agua están presentes dentro del dispositivo de mezclado 25 en una relación volumétrica en el intervalo de 1:1 a 10:1, de 1:1 a 8:1, o de 1:1 a 5:1.

En realizaciones, la corriente de agua carbonatada introducida en el dispositivo de mezclado 25 a través de la línea de entrada de agua carbonatada 15 comprende una corriente de agua saturada de dióxido de carbono. La concentración de dióxido de carbono en la corriente de agua saturada de CO<sub>2</sub> puede controlarse, en realizaciones, mediante el control de la temperatura, la presión o ambas. La presión puede estar en el intervalo de presión atmosférica a 3,45 MPa (500 psi), de presión atmosférica a 0,69 MPa (100 psi), de 0,07 MPa (10 psi) a 0,34 MPa (50 psi) o de 0,14 MPa (20 psi) a 0,28 MPa (40 psi). La temperatura puede estar en el intervalo de 5 °C a 90 °C, de 15 °C a 70 °C o de 20 °C a 60 °C. En realizaciones, la temperatura es la temperatura ambiente. En realizaciones, la temperatura es la temperatura del local. En realizaciones, se utiliza una temperatura inferior a la temperatura del local, una presión más alta, o ambas, para aumentar la cantidad de dióxido de carbono en la corriente de agua saturada de CO<sub>2</sub>. El contacto de la corriente de agua carbonatada y la fase orgánica que consiste en la corriente o en contra-corriente.

El dispositivo de mezclado 25 puede comprender un contactador líquido-líquido, en el cual el agua carbonatada (introducida a través de la línea de entrada de agua carbonatada 15 y la línea de entrada 12 del dispositivo de mezclado, o introducida directamente en el dispositivo de mezclado 25) contacta con la fase orgánica (introducida en la misma a través de la línea de entrada de la fase orgánica 10 y línea de entrada 12 del dispositivo de mezclado, o se introduce directamente en el dispositivo de mezclado 25). Los contactadores líquido-líquido incluyen, sin limitación, mezcladores-decantadores, extractores líquido-líquido, dispositivos mezcladores-separadores y sus combinaciones.

En realizaciones, el procedimiento comprende combinar la corriente orgánica y agua (o "fase acuosa") para formar una mezcla e inyectar el dióxido de carbono como gas en la misma. Por ejemplo, en realizaciones, la fase orgánica se combina con agua y se introduce gas dióxido de carbono en la misma, por ejemplo, a través de la línea de entrada de dióxido de carbono 20. En realizaciones, el agua se combina, por ejemplo, a través de la línea de entrada de agua 14, con la fase orgánica en la línea de entrada de la fase orgánica 10 para proporcionar una mezcla de la fase orgánica y agua que se introduce en el dispositivo de mezclado 25 a través de la línea de entrada 12 del dispositivo de mezclado. En realizaciones, se introduce agua en la línea de entrada 12 del dispositivo de mezclado a través de una línea de entrada de agua 14. En realizaciones, el agua se introduce directamente en el dispositivo de mezclado 25.

El dióxido de carbono puede ser seleccionado de un gas del grupo que consiste en dióxido de carbono puro y/u otros gases que comprenden más del 50 por ciento en volumen de dióxido de carbono. En realizaciones, el gas que comprende más del 50 por ciento en volumen de dióxido de carbono es un gas de combustión. El gas de combustión puede comprender más del 70 por ciento en volumen de dióxido de carbono. En realizaciones, el dióxido de carbono se proporciona por un gas que comprende más de 80, 85, 90, 95, 96, 97, 98 o 99 por ciento en volumen de dióxido de carbono.

El gas dióxido de carbono puede burbujearse, asperjarse o introducirse de cualquier otra manera en una mezcla que comprende la fase orgánica y agua. Por ejemplo, el dispositivo de mezclado 25 puede comprender un asperjador, a través del cual se introducen burbujas de gas dióxido de carbono en una mezcla de las fases orgánica y acuosa. En realizaciones, el gas dióxido de carbono se inyecta a una velocidad de flujo que proporciona de 1 % en peso a 90 % en peso de la masa combinada de las fases orgánica y acuosa, de 10 % en peso a 40 % en peso de la masa combinada de las fases orgánica y acuosas, o de 10 % en peso a 25 % en peso de la masa combinada de las fases orgánica y acuosa. El gas dióxido de carbono puede ponerse en contacto con las fases orgánica y acuosa a una presión mayor que o igual a la presión atmosférica.

Seguidamente del contacto de la fase orgánica con dióxido de carbono como se describe anteriormente, la mezcla resultante se separa en fases inmiscibles, mediante el dispositivo de separación 35. Las sales de sodio y las cenizas pueden solubilizarse en la fase acuosa. Específicamente, la separación proporciona una fase acuosa que contiene sodio y una fase orgánica que tiene un contenido reducido de sodio con relación a la corriente orgánica, en el que el contenido reducido de sodio está por debajo del esperado por la adición de agua o dilución solamente. En realizaciones tal como se muestran en la Figura 1, después de poner en contacto la fase orgánica con agua y dióxido de carbono (ya sea mediante el contacto de la fase orgánica con agua carbonatada, mediante el contacto de gas dióxido de carbono con una mezcla de la fase orgánica y agua, o ambas) en el dispositivo de mezclado 25, la mezcla se introduce en uno o más dispositivos de separación 35. Como se indica en la Figura 1, una línea de salida de mezcla 30 puede introducir la mezcla resultante del contacto en el dispositivo de separación 35. Como se indicó anteriormente, en realizaciones, el dispositivo de separación 35 puede ser una zona de separación dentro del dispositivo de mezclado 25, o puede ser el mismo recipiente. Es decir, el contacto/mezclado del dióxido de carbono con la fase orgánica y la separación de la fase orgánica de una fase acuosa pueden ocurrir dentro de un único aparato o dispositivo, en realizaciones. La separación se realiza bajo condiciones que proporcionan una fase acuosa inmiscible que contiene sodio y una fase orgánica que tiene un contenido reducido de sodio.

El dispositivo de separación 35 es operable para separar una fase orgánica que tiene un contenido reducido de sodio (*es decir*, una fase orgánica descenizada) de una fase acuosa que contiene las cenizas extraídas (por ejemplo, sodio). Una corriente orgánica tratada que tiene un contenido de cenizas más bajo/reducido puede extraerse del dispositivo de separación 35 mediante la línea de desecho POSM mejorada o 'tratada' 40. Una fase acuosa que comprende más cenizas se extrae del dispositivo de separación 35 mediante la línea de salida de la fase acuosa 50. La fase acuosa puede enviarse para el tratamiento de agua de desecho, reciclarse, como conocen los expertos en la técnica. La temperatura de separación de fase puede variar en función de las condiciones de funcionamiento, tal como la presión. En realizaciones, la separación puede realizarse a una temperatura en el intervalo de 15 °C a 85 °C, de 20 °C a 85 °C, de 20 °C a 70 °C, de 25 °C a 70 °C, o de 30 °C a 60 °C. En realizaciones, la separación de fases se realiza a una temperatura más alta que la de contacto/mezclado. La utilización de una temperatura de separación de fase más alta puede mejorar la separación del gas dióxido de carbono de las fases orgánica y acuosa, en realizaciones.

La fase orgánica tratada de "cenizas reducidas" puede comprender un contenido de sodio menor que 250, 150 o 100 ppm de sodio. En realizaciones, el contenido "reducido" de sodio comprende un contenido de sodio que es al menos 50, 60 o 75 % menor que el contenido de sodio esperado del simple contacto de la fase orgánica que se desceniza con una cantidad equivalente de agua (*es decir*, mediante el mismo procedimiento en ausencia de dióxido de carbono). En realizaciones, la fase orgánica descenizada comprende un contenido de sodio que es menor que 90, 92,5 o 95 % del de la fase orgánica antes del tratamiento. La fase orgánica tratada de "cenizas reducidas" puede comprender un contenido de cenizas menor que 250, 150 o 100 ppm de cenizas. En realizaciones, el contenido "reducido" de cenizas comprende un contenido de cenizas que es al menos 50, 60 o 75 % menor que el contenido de cenizas esperado del simple contacto de la fase orgánica que se desceniza con una cantidad equivalente de agua (*es decir*, mediante el mismo procedimiento en ausencia de dióxido de carbono). En realizaciones, la fase orgánica descenizada comprende un contenido de cenizas que es menor que 90, 92,5 o 95 % del de la fase orgánica antes del tratamiento.

En realizaciones, la separación se efectúa mediante diferentes procedimientos basados en la gravedad, tal como, sin limitación, separación por gravedad mediante decantación, o mediante procedimientos forzados para mejorar la separación, tal como, sin limitación, mediante centrifugación, o mediante sus combinaciones, tal como, sin limitación, mediante un separador coalescente. En realizaciones, ciertos productos químicos, tal como desemulsionantes, los cuales pueden mejorar la separación, se emplean junto con las operaciones de separación.

En realizaciones, la separación se realiza mediante separación de fase basada en la gravedad, tal como la decantación. En la decantación, la corriente acuosa/dióxido de carbono/residuo mezclada en la línea de salida de la mezcla 30 puede introducirse en un dispositivo de separación de la unidad decantadora 50, donde tiene lugar la separación de fase. En realizaciones, la separación de fase basada en la gravedad puede proporcionar una fase acuosa que contiene sal de sodio y una fase orgánica que tiene un contenido reducido de sodio. Para la decantación, el volumen del decantador debe proporcionar un tiempo de residencia adecuado para que se produzca la separación de fase a una velocidad de flujo específica.

En realizaciones, un recipiente de mezclado/separación combinadas se mezcla o agita periódicamente, y posteriormente se detiene la agitación y se deja que las fases se separen durante un tiempo. Por ejemplo, una mezcla de las fases acuosa y orgánica puede asperjarse periódicamente con gas dióxido de carbono, o una mezcla de agua y la fase orgánica puede agitarse periódicamente (por ejemplo, mediante un agitador, mediante la circulación alrededor de un circuito de circulación, u otros medios). Posteriormente, puede dejarse que las fases se separen durante un período de tiempo de, por ejemplo, 1, 2, 3 o 4 horas, o más, hasta 1 o 2 días o más, hasta que se efectúe la separación de fase. Una vez efectuada la separación, puede drenarse la capa acuosa, dejando una fase orgánica neutra, la cual se ha descenizado. Alternativamente, la fase orgánica mejorada (capa superior reducida en sodio) puede extraerse o decantarse de la parte superior del recipiente, dejando la capa (inferior) acuosa mejorada con sodio.

En realizaciones, el procedimiento comprende además separar un gas que comprende dióxido de carbono, un gas portador (por ejemplo, un gas inerte tal como nitrógeno) o ambos. Por ejemplo, una línea de salida de gas 45 puede ser operable para extraer un gas del dispositivo de separación 35. El gas separado se puede tratar y/o reciclar. Por ejemplo, el gas dióxido de carbono extraído del dispositivo de separación 35 puede, en realizaciones, reciclarse al dispositivo de mezclado 25.

El procedimiento puede comprender además repetir el contacto de la fase orgánica con dióxido de carbono, la separación de la fase acuosa de la fase orgánica, o ambas etapas de contacto y separación una o más veces para obtener una fase orgánica que consiste en un contenido reducido de ceniza y/o sodio. Por ejemplo, la fase orgánica tratada y extraída del dispositivo de separación 35 mediante la línea de salida de la corriente de desecho POSM mejorada 40 puede reciclarse al dispositivo de mezclado 25, por ejemplo, mediante la línea de entrada de la fase orgánica 10.

En realizaciones, el procedimiento comprende además someter la fase orgánica a una o más etapas de "pulido" de intercambio iónico para reducir adicionalmente el contenido de cenizas y/o sodio de la fase orgánica. Someter la fase orgánica a intercambio iónico, puede comprender someter la fase orgánica a intercambio catiónico. El intercambio iónico puede efectuarse mediante cualquier intercambio iónico conocido por los expertos en la técnica. Por ejemplo, en realizaciones, el intercambio iónico se efectúa con una resina de intercambio iónico que comprende grupos de ácido sulfónico. El intercambio de iones puede llevarse a cabo utilizando un medio de intercambio iónico que sea natural o sintético. En realizaciones, el intercambio iónico se efectúa con una resina de intercambio iónico seleccionado de un grupo que consiste en resinas poliméricas, zeolitas, arcillas y sus combinaciones. Por ejemplo, en realizaciones, la forma ácida de zeolitas y/o materiales en capas, tal como arcillas, pueden proporcionar medios de intercambio iónico efectivos.

La fase orgánica que tiene un contenido "más reducido" de cenizas puede comprender un contenido de cenizas menor que 100, 50 o 10 ppm de cenizas. En realizaciones, el contenido "más reducido" de cenizas comprende un contenido de cenizas que es al menos 50, 60 o 75 % menor que el contenido de cenizas esperado por simple contacto de la fase orgánica que se desceniza con una cantidad equivalente de agua. En realizaciones, la fase orgánica más descenizada comprende un contenido de cenizas que es menor que 95, 97,5 o 99,0 % del de la fase orgánica antes del tratamiento. En realizaciones, la fase orgánica que tiene un contenido "más reducido" de sodio puede comprender un contenido de sodio menor que 100, 50, 10 o 1 ppm de sodio. En realizaciones, el contenido "más reducido" de sodio comprende un contenido de sodio que es al menos 50, 60 o 75 % menor que el contenido de sodio esperado por simple contacto de la fase orgánica que se desceniza con una cantidad equivalente de agua. En realizaciones, el contenido "más reducido" de sodio comprende un contenido de sodio que es menor que 95, 97,5 o 99,0 % del de la fase orgánica antes del tratamiento.

En realizaciones, el procedimiento se realiza de forma continua. En realizaciones, el contacto de la corriente orgánica a tratar/descenizar, la separación de la fase orgánica reducida en cenizas de la fase acuosa aumentada en cenizas, o ambas, se realiza de forma continua.

En realizaciones, la fase orgánica descenizada que tiene un contenido reducido de cenizas (y que comprende componentes orgánicos pesados formados en el procedimiento POSM) se utiliza como una corriente mejorada de combustible sin procedimiento adicional. En realizaciones, la fase orgánica que tiene un contenido reducido de sodio se procesa adicionalmente.

#### Procedimiento Adicional Opcional de la Fase Orgánica Descenizada

En realizaciones, al menos una porción de la fase orgánica descenizada que tiene un contenido reducido de sodio se mejora adicionalmente mediante craqueo para producir monómero de estireno. En tales realizaciones, puede adicionarse a la fase orgánica un catalizador ácido compatible, tal como, sin limitación, ácido p-toluenosulfónico, y la mezcla resultante puede craquearse a temperatura elevada para formar 1-fenil etanol y monómero de estireno. En realizaciones, el 1-fenil etanol y el monómero de estireno se separan por destilación de los materiales pesados restantes. Las condiciones para el craqueo son conocidas en la técnica e incluyen, sin limitación, temperaturas en el intervalo de 70 °C a 300 °C, de 120 °C a 220 °C, o de 70 °C a 220 °C, y presiones inferiores a la atmosférica, por



ejemplo, 0. 013 MPa (100 mm Hg (1,9 psi) a 400 mm Hg (7,7 psi)) 0,053 MPa, las cuales son adecuadas para la vaporización de materiales ligeros.

En realizaciones, al menos una porción de la fase orgánica descenizada se somete a una evaporación de película limpia con el fin de separar una porción de la corriente como una fracción de cabeza volátil. En realizaciones, esta fracción de cabeza se craquea a temperaturas elevadas (como se describió anteriormente) para producir monómero de estireno. En realizaciones, la corriente de cabeza volátil se pasa directamente a la etapa de deshidratación de 1-fenil etanol empleada en el procedimiento POSM a partir de la cual se generó el desecho de POSM que se desceniza, por medio de lo cual los componentes de la cabeza volátil se convierten en monómero de estireno en las condiciones empleadas para la deshidratación de 1-fenil etanol.

El producto 1-fenil etanol y el monómero de estireno del procesamiento adicional opcional de la fase orgánica descenizada pueden representar mayores rendimientos de los productos deseados obtenibles mediante un proceso POSM general. Además, los materiales pesados de la mejora opcional/adicional del procedimiento pueden ser útiles, de esta manera, como combustible mejorado en virtud de su bajo contenido de sodio.

#### Producción de Corriente de Desecho POSM que se Desceniza

En realizaciones, el procedimiento comprende además generar, mediante un procedimiento POSM, una corriente de desecho POSM para ser mejorada/ descenizada de acuerdo con el sistema y procedimiento descritos en la presente descripción. Los procedimientos POSM se conocen bien en la técnica, y una corriente de desecho tratada mediante el sistema y procedimiento de esta divulgación puede producirse mediante cualquier procedimiento POSM conocido. Por ejemplo, los procedimientos POSM se describen en los documentos de Patentes de Estados Unidos Núm. 3.351.635; 3,439,001; 4.066.706; 4.262.143; y 5.210.354.

En realizaciones del procedimiento POSM mediante el cual se genera la corriente de desecho de POSM que se desceniza, se hace reaccionar etilbenceno con oxígeno molecular a temperatura elevada, de acuerdo con técnicas conocidas, para formar hidroperóxido de etilbenceno. Puede incorporarse una pequeña cantidad de álcali en la mezcla de oxidación para imponer la velocidad de oxidación y la selectividad. En realizaciones, el hidroperóxido de etilbenceno se hace reaccionar subsecuentemente con propileno para formar óxido de propileno y 1-fenil etanol. La mezcla de reacción de epoxidación puede lavarse con cáustico y someterse a una serie de destilaciones para separar los materiales contenidos en ella. En realizaciones, la mezcla de reacción se destila para separar el cabezal de propileno sin reaccionar de los componentes más pesados. El propileno separado puede reciclarse a la etapa de epoxidación. En realizaciones, los componentes más pesados adicionalmente se destilan, opcionalmente después de un lavado con cáustico, en una serie de destilaciones para separar el producto óxido de propileno, producto 1-fenil etanol y etilbenceno sin reaccionar, que puede reciclarse, opcionalmente después de un lavado con cáustico. La corriente de 1-fenil etanol puede deshidratarse para producir monómero de estireno. En realizaciones, una corriente orgánica pesada de producto de bajo valor que contiene sodio que resulta de dichos procedimientos de separación, se utiliza como la corriente de desecho de POSM introducida en el dispositivo de mezclado 25 mediante la línea de entrada de fase orgánica 10, por medio de la cual el residuo pesado que contiene sodio puede tratarse como se describió anteriormente para mejoramiento (por ejemplo, descenizar) la corriente.

En realizaciones, la corriente de residuos orgánicos pesados del procedimiento de óxido de propileno/monómero de estireno comprende principalmente compuestos oxigenados de arilo, los cuales pueden tener, sin limitación, pesos moleculares mayores que o iguales a 90 g/mol, 94 g/mol, 200 g/mol, 215 g/mol o 225 g/mol. En realizaciones, la corriente de residuos orgánicos pesados del procedimiento de óxido de propileno monómero de estireno comprende compuestos oxigenados de arilo. En realizaciones, la corriente de residuos orgánicos pesados del procedimiento de monómero de óxido de propileno/estireno comprende principalmente compuestos oxigenados de arilo. En realizaciones, la corriente de residuos orgánicos pesados del procedimiento de óxido de propileno/monómero de estireno comprende al menos 20, 30, 40 o 50 por ciento en peso de compuestos oxigenados de arilo. En realizaciones, la corriente orgánica que se desceniza comprende más de o igual a 0,25 % en peso (2.500 ppm), 0,3 % en peso (3.000 ppm), 0,4 % en peso (4.000 ppm), 0,5 % en peso (5.000 ppm), 0,75 % en peso (7.500 ppm) o 1,0 % en peso (10.000 ppm) de ceniza. La ceniza puede comprender principalmente sodio. En realizaciones, la corriente orgánica que se desceniza comprende más de o igual a 0,25 % en peso (2.500 ppm), 0,3 % en peso (3.000 ppm), 0,4 % en peso (4.000 ppm), 0,5 % en peso (5.000 ppm), 0,75 % en peso (7.500 ppm) o 1,0 % en peso (10.000 ppm) de sodio.

El sistema y procedimiento de esta divulgación proporcionan la eliminación de cenizas de un residuo pesado, tal como el formado en la coproducción de óxido de propileno y estireno. El procedimiento de la divulgación comprende poner en contacto el residuo pesado con dióxido de carbono y agua, y separar la mezcla resultante en una fase acuosa que contiene sal de sodio y una fase orgánica que tiene un contenido reducido de sodio. El sistema y procedimiento divulgado permiten una eliminación mejorada de sodio de la fase orgánica con relación a los sistemas y procedimientos que carecen de dióxido de carbono, y permiten la eliminación de sodio sin o con un uso reducido de la utilización convencional de ácido y/o solvente adicionado para controlar las propiedades de la corriente orgánica.

Los siguientes ejemplos simplemente ilustran el sistema y procedimiento de esta divulgación.

### Ejemplos

#### 5 Ejemplo 1: Tratamiento Único de Corriente de Desecho Orgánico de acuerdo con esta divulgación

Se realizaron experimentos para estudiar la efectividad del tratamiento de corriente de agua de desecho de acuerdo con esta divulgación. En este ejemplo, 2 litros de una corriente básica de desecho del procedimiento de óxido de propileno/estireno que contiene 4000 ppm de sodio se diluyen con 2 litros de etilbenceno (que resulta en 2000 ppm de sodio en la fase orgánica) y se combinan con cuatro litros de agua. La corriente de desecho del procedimiento comprende una mezcla de alcohol metilbencílico, 2-fenil etanol y éteres de los mismos, e incluye componentes de mayor peso molecular. La mezcla diluida se combina en un recipiente de 5 galones equipado con un circuito de recirculación y un tubo de inmersión para purgar el dióxido de carbono. Posteriormente, el recipiente se purgó con dióxido de carbono y se presurizó hasta 0,21 MPa (30 psi) de presión de dióxido de carbono. La mezcla se mezcló periódicamente (tres veces, en un intervalo de una hora) mediante la circulación del líquido a través del circuito de recirculación durante aproximadamente un minuto. Después de cuatro horas, se dejó que la mezcla se separara durante cuatro horas y se drenó la capa acuosa del recipiente, proporcionando una fase orgánica neutra que contiene 250 ppm de sodio. Este ejemplo ilustra que un único tratamiento de acuerdo con esta divulgación puede proporcionar una reducción significativa de sodio, en este caso de 4000 ppm a 250 ppm.

#### 20 Ejemplo 2: Tratamiento Dual de la Corriente de Desecho Orgánico de acuerdo con esta divulgación

La fase orgánica resultante del Ejemplo 1, que contiene 250 ppm de sodio, se trató nuevamente de acuerdo con esta divulgación, mediante el mezclado con agua fresca y dióxido de carbono como en el Ejemplo 1. El tratamiento resulta en una fase orgánica que contiene menos de 10 ppm de sodio. Este Ejemplo ilustra que un tratamiento secundario proporciona una reducción adicional del nivel de sodio, en este caso de 250 ppm de sodio a menos de 10 ppm de sodio.

#### 30 Ejemplo 3: Tratamiento en Tres Etapas de la Corriente de Desecho Orgánico de acuerdo con esta divulgación

Los dos litros de la fase orgánica del Ejemplo 1, que contienen 250 ppm de sodio, se trataron mediante un flujo a través de un lecho que contenía 4 gramos de resina de intercambio iónico LEWATIT® K2629 (disponible de LANXESS Chemical Company en Shanghai, China) a una velocidad de 0,25 mL/min. La fase orgánica efluente resultante contiene menos de 1 ppm de sodio. Este Ejemplo ilustra que el sodio se redujo aún más mediante el paso de la alimentación tratada a través de una resina de intercambio iónico en forma ácida para producir una fase orgánica con un contenido de sodio de menos de 1 ppm.

#### Divulgación adicional

Las realizaciones particulares divulgadas anteriormente son solamente ilustrativas, ya que la presente divulgación puede modificarse y llevarse a la práctica de maneras diferentes pero equivalentes, evidentes para los expertos en la técnica que tienen el beneficio de las enseñanzas en la presente memoria. Las realizaciones alternativas que resultan de combinar, integrar y/u omitir características de la(s) realización(es) también están dentro del ámbito de la divulgación. Aunque las composiciones y los procedimientos se describen en términos amplios de "que tiene", "que comprende", "que contiene" o "que incluye" diversos componentes o etapas, las composiciones y procedimientos también pueden "consistir esencialmente de" o "consistir de" diversos componentes y etapas. El uso del término "opcionalmente" con respecto a cualquier elemento de una reivindicación significa que el elemento es requerido, o alternativamente, el elemento no es requerido, estando ambas alternativas dentro del ámbito de la reivindicación.

Los números e intervalos divulgados anteriormente pueden variar en cierta cantidad. Siempre que un intervalo numérico con un límite inferior y un límite superior se divulga, cualquier número y cualquier intervalo incluido que cae dentro del intervalo se divulga específicamente. En particular, debe entenderse que cada intervalo de valores (de la forma, "desde a hasta b", o, de manera equivalente, "de aproximadamente a hasta b", o, de manera equivalente, "de aproximadamente a-b") divulgado en la presente memoria expone cada número e intervalo abarcado dentro del intervalo más amplio de valores. Además, los términos en las reivindicaciones tienen su significado simple y común a menos que el titular de la patente lo defina explícita y claramente de cualquier otra manera. Además, los artículos indefinidos "un" o "uno," como se usan en las reivindicaciones, se definen en la presente memoria con el significado de uno o más de uno de los elementos que introduce. Si existe algún conflicto en los usos de una palabra o término en esta memoria descriptiva y una o más patentes u otros documentos, deben adoptarse las definiciones que sean consistentes con esta memoria descriptiva.

Las realizaciones divulgadas en la presente memoria incluyen:

A. Un procedimiento que comprende: (a) poner en contacto una corriente orgánica con agua y dióxido de carbono, por medio de lo cual se extrae sodio de la corriente orgánica; y (b) separar una fase de suspensión acuosa

que contiene sal de sodio de una fase orgánica que comprende un contenido reducido de sodio con relación a la corriente orgánica.

5 B. Un procedimiento que comprende: (a) poner en contacto una mezcla que comprende una corriente orgánica y agua con gas dióxido de carbono; y (b) separar una fase acuosa que contiene sal de sodio de una fase orgánica que comprende un contenido reducido de sodio con relación a la corriente orgánica, en el que la corriente orgánica es un residuo pesado formado en la coproducción de óxido de propileno y estireno.

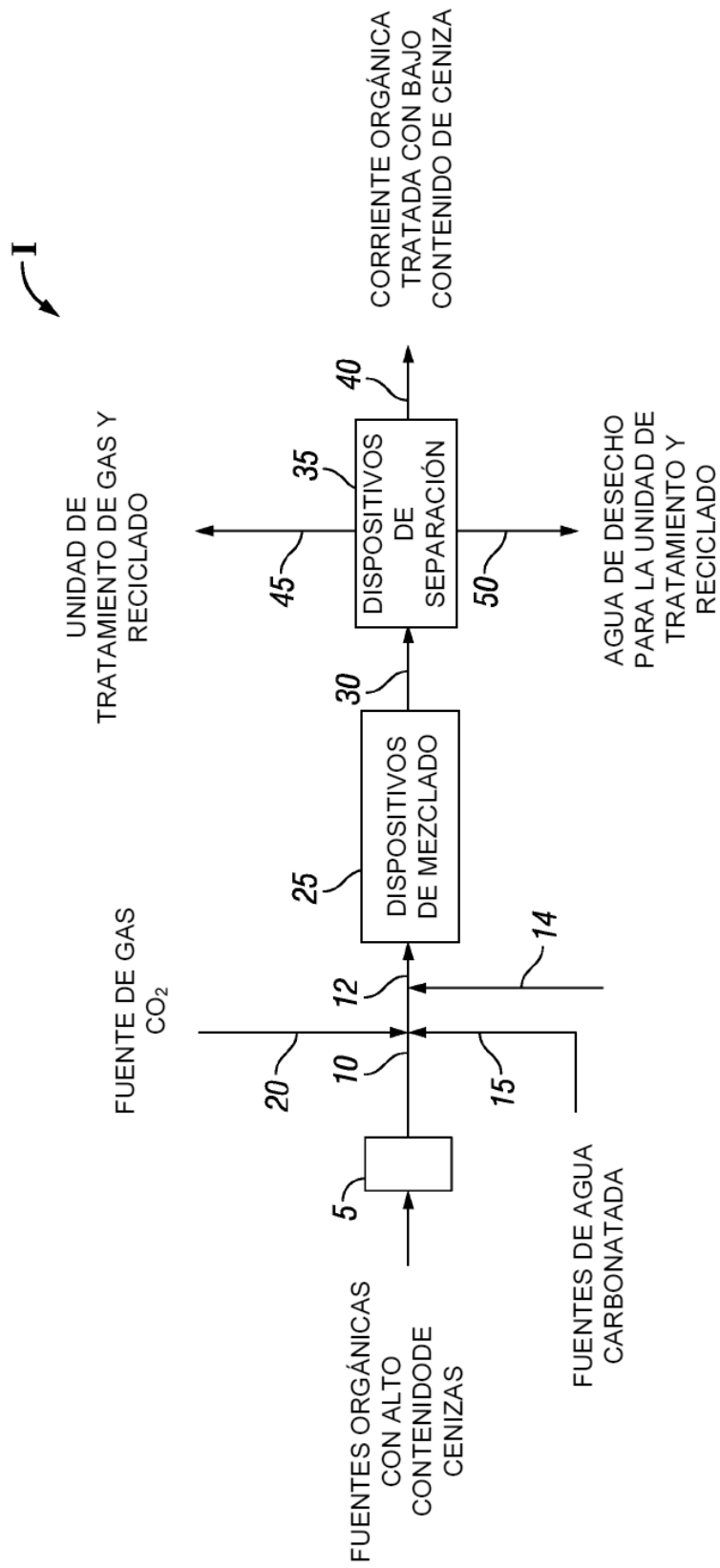
10 C. Un procedimiento que comprende: (a) poner en contacto una corriente orgánica con una corriente de agua saturada de CO<sub>2</sub>; y (b) separar una fase acuosa que contiene sal de sodio de una fase orgánica que comprende un contenido reducido de sodio con relación a la corriente orgánica, en el que la corriente orgánica es un residuo pesado formado en la coproducción de óxido de propileno y estireno.

15 D. Un sistema que comprende: (a) un dispositivo de mezclado configurado para poner en contacto una corriente orgánica con agua y dióxido de carbono, por medio de lo cual se extrae sodio de la corriente orgánica, en el que la corriente orgánica es un residuo pesado formado en la coproducción de óxido de propileno y estireno; (b) un dispositivo de separación configurado para la separación de una fase acuosa que contiene sal de sodio de una fase orgánica que comprende un contenido reducido de sodio con relación a la corriente orgánica; y (c) un sistema POSM configurado para producir polipropileno y monómero de estireno, y a partir del cual se genera la corriente orgánica.

20 Aunque las realizaciones preferentes de la divulgación se han mostrado y descrito, un experto en la técnica puede hacer modificaciones de las mismas sin apartarse del espíritu y las enseñanzas de la divulgación. Las realizaciones descritas en la presente memoria son solamente ilustrativas, y no se pretende que sean limitantes.

## REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento que comprende:
  - 5 (a) poner en contacto una corriente orgánica con agua y dióxido de carbono, por medio de lo cual se extrae sodio de la corriente orgánica; y
  - (b) separar una fase de suspensión acuosa que contiene sal de sodio de una fase orgánica que comprende un contenido reducido de sodio con relación a la corriente orgánica;
- 10 en el que la corriente orgánica es un residuo pesado formado en la coproducción de óxido de propileno y estireno.
2. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que el contacto en (a) comprende combinar el dióxido de carbono con el agua para formar una corriente de agua saturada de CO<sub>2</sub> y poner en contacto la corriente de agua saturada de CO<sub>2</sub> con la corriente orgánica.
- 15 3. El procedimiento de la reivindicación 3, que comprende además controlar la concentración de dióxido de carbono en la corriente de agua saturada de CO<sub>2</sub> mediante el control de la temperatura, la presión o ambas.
4. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que el contacto en (a) comprende combinar la corriente orgánica y el agua para formar una mezcla e inyectar el dióxido de carbono como un gas en la misma.
- 20 5. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que la separación en (b) comprende además separar un gas que comprende dióxido de carbono, un gas portador o ambos; reciclar al menos una porción del gas separado para poner en contacto con (a); o ambos.
- 25 6. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que (a) y (b) se realizan en un aparato único.
7. El procedimiento de la reivindicación 1 que comprende además:
  - 30 repetir (a) y (b) una o más veces en la fase orgánica; someter la fase orgánica a intercambio iónico; o ambos, para obtener una fase orgánica que tiene un contenido más reducido de sodio.
8. El procedimiento de la reivindicación 6, en el que el contenido más reducido de sodio comprende un contenido de sodio menor que 100 ppm de sodio.
- 35 9. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que el contenido reducido de sodio comprende un contenido de sodio menor que 250 ppm de sodio.
10. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que la corriente orgánica y el agua están presentes en una relación volumétrica en el intervalo de 1:1 a 10:1.
- 40 11. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que el contacto de (a), la separación de (b) o ambos se realizan de forma continua.
12. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que la separación de (b) se realiza a una temperatura en el intervalo de 15 °C a 85 °C.
- 45 13. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que el dióxido de carbono es proporcionado por un gas seleccionado del grupo que consiste en dióxido de carbono puro, otros gases que comprenden más de aproximadamente 50 por ciento en volumen de dióxido de carbono y sus combinaciones.
- 50 14. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que al menos una porción del contacto de (a) se produce en un contactador líquido-líquido.



**Figura 1**