

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 413 093**

51 Int. Cl.:

**C07C 68/06** (2006.01)

**C07C 69/96** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **24.09.2010 E 10760989 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **29.05.2013 EP 2483232**

54 Título: **Proceso para la preparación de alcanodiol y carbonato de dialquilo**

30 Prioridad:

**29.09.2009 EP 09171674**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**15.07.2013**

73 Titular/es:

**SHELL INTERNATIONALE RESEARCH  
MAATSCHAPPIJ B.V. (100.0%)  
Carel van Bylandtlaan 30  
2596 HR Den Haag, NL**

72 Inventor/es:

**NISBET, TIMOTHY, MICHAEL y  
VROUWENVELDER, CORNELIS, LEONARDUS,  
MARIA**

74 Agente/Representante:

**UNGRÍA LÓPEZ, Javier**

**ES 2 413 093 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 preparación de alcanodiol y carbonato de dialquilo

5 La presente invención se refiere a un proceso para la preparación de un alcanodiol y un carbonato de dialquilo a partir de un carbonato de alquileo y un alcohol.

10 Dichos procesos de transesterificación se divulgan, por ejemplo, en el documento WO2003089400 y WO2008090108. El documento WO2008090108 divulga un proceso para la recuperación de carbonato de dialquilo a partir de una mezcla de reacción obtenida a partir de la reacción de un carbonato de alquileo y un alcohol. Este proceso se muestra en la Fig. 1. El documento WO2003089400 también da a conocer un proceso para la recuperación de carbonato de dialquilo a partir de una mezcla de reacción obtenida a partir de la reacción de un carbonato de alquileo y un alcohol. Este último proceso es similar al que se muestra en la Fig. 1.

15 En el proceso de la técnica anterior que se muestra en la Fig. 1, se pasa un alcohol por una línea 1 a un reactor 2. Por la línea 3, se carga también un carbonato de alquileo en el reactor 2. Por la línea 4 del reactor 2, se extrae un producto que comprende una mezcla de carbonato de dialquilo, alcohol sin convertir, alquilenglicol y carbonato de alquileo sin convertir. Por la línea 4, se hace pasar la mezcla hasta una columna de destilación 5, donde el producto se separa en una fracción superior que comprende carbonato de dialquilo y alcohol, que se retira por la línea 6, y una fracción inferior que comprende alquilenglicol y carbonato de alquileo, retirada por la línea 7. La mezcla que comprende carbonato de dialquilo y alcohol de la línea 6 se hace pasar a una columna de destilación 8. El alcohol se descarga por una línea 10 y se recicla hacia el reactor 2 por la línea 1. El carbonato de dialquilo se descarga por una línea 9 y se recupera como producto.

25 La corriente inferior de la columna de destilación 5 se somete a destilación en una columna de destilación 11. En la columna de destilación 11, se recupera un producto superior que comprende alquilenglicol por la línea 12. El producto inferior de la columna de destilación 11 retirado por la línea 13 comprende carbonato de alquileo, que es (parcialmente) reciclado hacia el reactor 2 por la línea 3.

30 El objeto de la presente invención es encontrar un proceso para la preparación de un alcanodiol y un carbonato de dialquilo mediante la reacción de un carbonato de alquileo y un alcohol, donde, después de la reacción, el carbonato de dialquilo se pueda recuperar del modo más energéticamente eficiente.

35 Sorprendentemente, se encontró que dicha recuperación energética eficiente del carbonato de dialquilo se puede lograr mediante la adición de una columna de destilación adicional directamente aguas abajo del reactor de transesterificación, en comparación con la configuración que se muestra en la Fig. 1. La configuración para la recuperación de carbonato de dialquilo de acuerdo con la presente invención se muestra en la Fig. 2

40 Por consiguiente, la presente invención se refiere a un proceso para la preparación de un alcanodiol y un carbonato de dialquilo que comprende:

- (a) hacer reaccionar un carbonato de alquileo y un alcohol en presencia de un catalizador de transesterificación para obtener una mezcla de reacción que comprende carbonato de dialquilo, alcohol sin convertir, alcanodiol y carbonato de alquileo sin convertir;
- 45 (b) someter la mezcla de reacción a una destilación en una primera columna de destilación para obtener una corriente superior que comprende carbonato de dialquilo y alcohol, y una corriente inferior que comprende carbonato de dialquilo, alcohol, alcanodiol y carbonato de alquileo;
- (c) someter la corriente inferior de la primera columna de destilación a destilación en una segunda columna de destilación para obtener una corriente superior que comprende carbonato de dialquilo y alcohol, y una corriente inferior que comprende alcanodiol y carbonato de alquileo;
- 50 (d) recuperar el alcanodiol de la corriente inferior de la segunda columna de destilación; y
- (e) someter las corrientes superiores de la primera y segunda columna de destilación a destilación en una tercera columna de destilación para obtener una corriente superior que comprende alcohol y una corriente inferior que comprende carbonato de dialquilo.

55 La presente invención da como resultado ventajosamente necesidades energéticas menos estrictas para separar el carbonato de dialquilo de la mezcla de reacción, como se muestra en los ejemplos que figuran a continuación.

60 La etapa (a) del presente proceso se puede llevar a cabo en una columna de destilación reactiva, como se describe en el documento US5359118. Esto implicaría llevar a cabo la reacción a contracorriente. La columna de destilación puede contener bandejas con tapas de burbujas, platos de cedazo o anillos Raschig. El experto en la materia reconocerá que son posibles varios tipos de envases para el catalizador de transesterificación y varias configuraciones de las bandejas. Se han descrito columnas adecuadas, por ejemplo, en "Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry", V edición, Vol. B4, pág. 321 ff, 1992.

65

- 5 El carbonato de alquileo, en general, tendrá un punto de ebullición superior al del alcohol. En el caso del etileno y el carbonato de propileno, los puntos de ebullición atmosféricos son superiores a 240 °C. Por lo tanto, en general, el carbonato de alquileo se introducirá en la parte superior de una columna de destilación reactiva y el alcohol se introducirá en la parte inferior de dicha columna. El carbonato de alquileo fluirá hacia abajo, y el alcohol lo hará hacia arriba.
- 10 Preferentemente, la etapa (a) del presente proceso se lleva a equicorriente. Una forma adecuada de operar es llevar a cabo la reacción mediante flujo por goteo, donde los reactantes, parte en fase de vapor y parte en fase líquida, gotean hacia abajo sobre un catalizador heterogéneo. Una forma más preferida de realizar la etapa (a) del proceso de la presente invención es en un reactor solamente con líquidos. Una zona de reacción adecuada de este tipo es una zona de reacción de tipo tubular, donde la reacción se lleva a cabo de una manera de flujo pistón. Por ejemplo, la etapa (a) del presente proceso se puede llevar a cabo en un reactor de flujo pistón o en una serie de dos o más reactores de flujo pistón. Esto permitirá que la reacción se aproxime al equilibrio.
- 15 Otra posibilidad es llevar a cabo la etapa (a) del proceso de la presente invención en un reactor de tanque continuamente agitado (CSTR). En este último caso, el efluente del CSTR se somete preferentemente a una post-reacción en un reactor de flujo pistón, de modo que la reacción puede acercarse al equilibrio.
- 20 En la etapa (b) del presente proceso, la mezcla de reacción que comprende carbonato de dialquilo, alcohol sin convertir, alcanodiol y carbonato de alquileo sin convertir de la etapa (a) se somete a destilación en una primera columna de destilación para obtener una corriente superior que comprende carbonato de dialquilo y alcohol, y una corriente inferior que comprende carbonato de dialquilo, alcohol, alcanodiol y carbonato de alquileo.
- 25 De acuerdo con la presente descripción, una corriente o producto superior de una columna de destilación proceden de arriba o de la parte superior de la columna de destilación. Del mismo modo, una corriente o un producto inferior proceden de abajo o de la parte inferior de la columna de destilación. Esto implica que es posible descargar una corriente superior bien de la bandeja más alta o de una bandeja colocada debajo de la bandeja más alta, y que una corriente inferior se puede descargar bien de la bandeja más baja o de una bandeja colocada encima de la bandeja más baja.
- 30 Preferentemente, la presión en la parte superior de la primera columna de destilación es de 50 a 1.000 kPa (0,5 a 10 bar), más preferentemente de 100 a 500 kPa (1 a 5 bar). La presión en la parte superior de una columna de destilación es la presión más baja dentro de dicha columna. Además, preferentemente, la temperatura en la parte inferior de la primera columna de destilación es de de 100 a 200 °C, más preferentemente 125 a 175 °C. La temperatura en la parte inferior de una columna de destilación es la temperatura más alta dentro de dicha columna.
- 35 Tanto la corriente superior como la corriente inferior de la primera columna de destilación pueden comprender una cantidad considerable de carbonato de dialquilo y alcohol.
- 40 La cantidad de carbonato de dialquilo que sale de la primera columna de destilación a través de la corriente superior es preferentemente del 40 al 80% en peso, más preferentemente, del 50 al 70% en peso, en base a la cantidad total de carbonato de dialquilo presente en la primera columna de destilación. La cantidad de carbonato de dialquilo que sale de la primera columna de destilación por la corriente inferior es preferentemente del 20 al 60% en peso, más preferentemente del 30 al 50% en peso, en base a la cantidad total de carbonato de dialquilo presente en la primera columna de destilación.
- 45 La cantidad de alcohol que sale de la primera columna de destilación a través de la corriente superior es preferentemente del 60 al 99% en peso, más preferentemente, del 80 al 95% en peso, en base a la cantidad total de alcohol presente en la primera columna de destilación. La cantidad de alcohol que sale de la primera columna de destilación por la corriente inferior es preferentemente del 1 al 40% en peso, más preferentemente del 5 al 20% en peso, en base a la cantidad total de alcohol presente en la primera columna de destilación.
- 50 En la etapa (c) del presente proceso, la corriente inferior de la primera columna de destilación que comprende carbonato de dialquilo, alcohol, alcanodiol y carbonato de alquileo se somete a destilación en una segunda columna de destilación para obtener una corriente superior que comprende carbonato de dialquilo y alcohol, y una corriente inferior que comprende alcanodiol y carbonato de alquileo.
- 55 Preferentemente, la presión en la parte superior de la segunda columna de destilación es de 1 a 300 kPa (10 mbar a 3 bar), más preferentemente de 5 a 100 kPa (50 mbar a 1 bar). Específicamente, la presión en la parte superior de la segunda columna de destilación es inferior a la presión en la parte superior de la primera columna de destilación, y es de 5 a 50 kPa (50 a 500 mbar), más preferentemente de 7 a 30 kPa (70 a 300 mbar). Además, preferentemente, la temperatura en la parte inferior de la segunda columna de destilación es de de 100 a 200 °C, más preferentemente de 125 a 175 °C.
- 60 En la etapa (e) del presente proceso, las corrientes superiores de la primera y segunda columna de destilación que comprenden carbonato de dialquilo y alcohol se someten a destilación en una tercera columna de destilación para
- 65

obtener una corriente superior que comprende alcohol y una corriente inferior que comprende carbonato de dialquilo.

Preferentemente, la presión en la parte superior de la tercera columna de destilación es inferior a la presión en la parte superior de la primera columna de destilación, y es de 10 a 500 kPa (0,1 a 5 bar), más preferentemente de 50 a 400 kPa (0,5 a 4 bar). Además, preferentemente, la corriente superior de la primera columna de destilación se envía en forma de corriente de vapor a la tercera columna de destilación. Además, preferentemente, la temperatura en la parte inferior de la tercera columna de destilación es de 100 a 200 °C, más preferentemente de 125 a 175 °C.

10 Cuando el carbonato de dialquilo y el alcohol forman un azeótropo o tienen puntos de ebullición cercanos puede ser beneficioso usar destilación extractiva en dicha tercera columna de destilación, con el uso de un agente de extracción para facilitar la separación entre el carbonato de dialquilo y el alcohol. El agente de extracción se puede seleccionar de entre muchos compuestos, en particular alcoholes tales como fenol o éteres tales como anisol. Sin embargo, es preferible emplear un carbonato de alquileo como agente de extracción. Es más ventajoso obtener la separación en presencia del carbonato de alquileo que se esté usando como material de partida.

La corriente superior de la tercera columna de destilación que comprende alcohol sin convertir se puede reciclar a etapa de transesterificación (a).

20 La corriente inferior de la tercera columna de destilación que comprende carbonato de dialquilo se puede someter a una purificación adicional. Esta purificación adicional puede comprender una etapa de intercambio iónico, como se describe en el documento US5455368. Como alternativa, dicha corriente inferior de la tercera columna de destilación se puede someter a destilación en otra columna de destilación para obtener una corriente superior que comprende carbonato de dialquilo y una corriente inferior que comprende compuestos que tienen un punto de ebullición más alto que el carbonato de dialquilo.

En la etapa (d) del presente proceso, se recupera el alcanodiol de la corriente inferior de la segunda columna de destilación que comprende carbonato de alquileo y alcanodiol. En el documento anteriormente mencionado WO2008090108, se divulga un proceso para la recuperación de alcanodiol de una corriente que comprende alcanodiol y carbonato de alquileo sin convertir. El carbonato de alquileo sin convertir separado del alcanodiol se puede reciclar a la etapa de transesterificación (a).

El proceso de la presente invención se lleva a cabo preferentemente de manera continua.

35 El proceso de la presente invención incluye en la etapa (a) la transesterificación de un carbonato de alquileo con un alcohol. Los materiales de partida de la transesterificación se seleccionan preferentemente de entre carbonato de alquileo C<sub>2</sub>-C<sub>6</sub> y alcoholes C<sub>1</sub>-C<sub>4</sub>. Más preferentemente, los materiales de partida son carbonato de etileno o carbonato de propileno y metanol, etanol o isopropanol, más preferentemente etanol.

40 En la etapa (a) del presente proceso, se requiere la presencia de un catalizador de transesterificación. Se han descrito catalizadores de transesterificación homogéneos adecuados en el documento US5359118, e incluyen hidruros, óxidos, hidróxidos, alcoholatos, amidas, o sales de metales alcalinos, es decir, litio, sodio, potasio, rubidio y cesio. Los catalizadores preferidos son hidróxidos o alcoholatos de potasio o de sodio. Es ventajoso usar el alcoholato del alcohol que se está usando como materia prima.

Otros catalizadores adecuados son sales de metales alcalinos, tales como acetatos, propionatos, butiratos o carbonatos. Otros catalizadores adecuados se describen en el documento US5359118 y las referencias mencionadas en el mismo, tales como los documentos EP274953, US3803201, EP1082 y EP180387.

50 Como se indica en el documento US5359118, también se pueden emplear catalizadores heterogéneos. En el proceso actual, se prefiere el uso de catalizadores de transesterificación heterogéneos en la etapa (a). Los catalizadores heterogéneos adecuados incluyen resinas de intercambio iónico que contienen grupos funcionales. Los grupos funcionales adecuados incluyen grupos de amina terciaria y grupos de amonio cuaternario, y también grupos de ácido sulfónico y grupos de ácido carboxílico. Otros catalizadores adecuados incluyen silicatos de metales alcalinos y alcalinotérreos. Los catalizadores adecuados se han divulgado en los documentos US4062884 y US4691041. Preferentemente, el catalizador heterogéneo se selecciona de entre resinas de intercambio iónico que comprenden una matriz de poliestireno y grupos funcionales de amina terciaria. Un ejemplo es Amberlyst A-21 (ex Rohm & Haas) que comprende una matriz de poliestireno a la que se han unido grupos *N,N*-dimetilamina. En J. F. Knifton *et al.*, *J. Mol. Catal.*, 67 (1991) 389ff, se dan a conocer ocho clases de catalizadores de transesterificación, incluyendo resinas de intercambio iónico con grupos amina terciaria y de amonio cuaternario. Otros catalizadores de transesterificación adecuados son catalizadores soportados en cinc tales como los que se divulgan en el documento WO2004024658. Preferentemente, dicho catalizador soportado de cinc comprende un material de soporte que se selecciona de entre el grupo que comprende SiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, MgO, TiO<sub>2</sub>, ZrO<sub>2</sub>, Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, C y mezclas de los mismos.

65 Las condiciones de transesterificación de la etapa (a) del presente proceso incluyen una temperatura de 10 a 200 °C, y una presión de 50 a 5000 kPa (0,5 a 50 bar;  $5 \times 10^4$  a  $5 \times 10^6$  N/m<sup>2</sup>). Preferentemente, especialmente en

equicorriente, dicha presión varía de 100 a 2.000 kPa (1 a 20 bar), más preferentemente de 150 a 2000 kPa (1,5 a 20 bar), más preferentemente de 200 a 1.500 kPa (2 a 15 bar), y dicha temperatura varía de 30 a 200 °C, más preferentemente de 40 a 170 °C, y lo más preferentemente de 50 a 150 °C.

- 5 Además, en la etapa (a) del presente proceso, preferentemente se usa un exceso del alcohol frente al carbonato de alquileno. Lo adecuado es que la relación molar entre el alcohol y el carbonato de alquileno en dicha etapa (a) sea de 1,01:1 a 25:1, preferentemente de 2:1 a 20:1, más preferentemente de 4:1 a 17:1, y lo más preferentemente de 5:1 a 15:1. La cantidad de catalizador en la etapa (a) del presente proceso puede ser del 0,1 al 5,0% en peso en base al carbonato de alquileno (es decir, carbonato de alquileno total introducido en la etapa (a) del presente proceso), preferentemente del 0,2 al 2% en peso. La velocidad espacial en peso por hora en la etapa (a) del presente proceso puede variar adecuadamente de 0,1 a 100 kg/kg.h.

15 El proceso de la presente invención se puede emplear para una variedad de materias primas. El proceso es muy adecuado para la preparación de monoetilenglicol (1,2-etanodiol), monopropilenglicol (1,2-propanodiol), carbonato de dimetilo y/o carbonato de dietilo y/o carbonato de diisopropilo. Lo más ventajoso es usar el proceso para la producción de monoetilenglicol o propilenglicol y carbonato de dietilo a partir de carbonato de etileno o carbonato de propileno y etanol.

20 En la Fig. 2, se muestra un esquema de flujo para el proceso de acuerdo con la presente invención. Aunque el proceso se describirá para el etanol como el alcohol adecuado y el carbonato de etileno como el carbonato de alquileno, el experto comprenderá que se pueden usar de manera similar otros alcoholes y carbonatos de alquileno.

25 El etanol se hace pasar por la línea 1 a un reactor 2. El reactor 2 puede ser adecuadamente un reactor de tipo tanque continuamente agitado. Por una línea de 3, también se introduce carbonato de etileno en el reactor 2. Hay un catalizador de transesterificación presente en el reactor 2, que se puede introducir de manera continua a dicho reactor. El catalizador se puede mezclar con los reactantes en la línea 1 o la línea 3 o introducirlo en el reactor 2 por una línea separada (no mostrada).

30 Por una línea 4, la mezcla de reacción procedente del reactor 2, que comprende carbonato de dietilo, etanol sin convertir, monoetilenglicol y carbonato de etileno sin convertir, se introduce en una primera columna de destilación 5. En la columna de destilación 5, dicha mezcla se separa en una fracción superior que comprende carbonato de dietilo y etanol, que se retira por una línea 6, y una fracción inferior que comprende carbonato de dietilo, etanol, monoetilenglicol y carbonato de etileno, que se retira por una línea 7.

35 La corriente inferior de la línea 7 se somete a destilación en una segunda columna de destilación 8. En la columna de destilación 8, se extrae un producto superior que comprende carbonato de dietilo y etanol por la línea 9.

40 Las corrientes superiores de las columnas de destilación 5 y 8 se combinan y se envían a una tercera columna de destilación 10, donde se realiza la separación en etanol y carbonato de dietilo. El carbonato de dietilo se descarga por una línea 11 y se recupera como producto, opcionalmente después de una purificación adicional. El etanol se recupera por una línea 12, y por la línea 1 se recicla hacia el reactor 2.

45 Además, en la columna de destilación 8, se retira una corriente inferior que comprende monoetilenglicol y carbonato de etileno por la línea 13, y se envía a una columna de destilación 14. El producto inferior de la columna de destilación 14 retirado por la línea 15 comprende carbonato de etileno. Dicho carbonato de etileno de la línea 15 se recicla, opcionalmente tras otra purificación adicional, hacia el reactor 2 por la línea 3. Se recupera monoetilenglicol del producto superior de la columna de destilación 14, que se retira por una línea 16. Dado que dicho producto superior puede estar ligeramente contaminado con algún carbonato de etileno, se puede considerar la realización de una purificación adicional.

50 La invención se ilustra más detalladamente mediante los siguientes ejemplos.

#### Ejemplo y Ejemplo comparativo

55 En el Ejemplo que ejemplifica la invención, se usa la configuración mostrada en la Fig. 2 para producir carbonato de dietilo (DEC) y monoetilenglicol (MEG) a partir de carbonato de etileno (eC) y etanol en el reactor 2, y para separar el DEC y el MEG de la mezcla de reacción en las columnas de destilación 5, 8, 10 y 14 como se describe más adelante.

60 En el Ejemplo comparativo que ejemplifica un proceso de la técnica anterior tal como, por ejemplo, el descrito en los documentos anteriormente mencionados WO2003089400 y W02008090108, se usa la configuración mostrada en la Fig. 1 para producir DEC y MEG a partir de eC y EtOH en el reactor 2, y para separar el DEC y el MEG de la mezcla de reacción en las columnas de destilación 5, 8 y 11 como se describe más adelante.

65 En el Ejemplo y el Ejemplo comparativo, se hace pasar de manera continua EtOH por la línea 1 al reactor 2 que contiene el catalizador. Por la línea 3, también se introduce de manera continua eC en el reactor 2. Dentro del

## ES 2 413 093 T3

reactor 2, la temperatura es de 130-140 °C y la presión es de 1.200 kPa (12 bar).

Se retira del reactor 2, por la línea 4, una mezcla que consiste en DEC (13% en peso), EtOH sin convertir (56% en peso), MEG (7% en peso), eC sin convertir (1% en peso) y compuestos que tienen un peso molecular superior al de MEG (11% en peso). Por la línea 4, se hace pasar la mezcla a la columna de destilación 5, donde se separa en una fracción superior que se retira por la línea 6 y una fracción inferior que se retira por la línea 7.

En el Ejemplo comparativo, se hace pasar la corriente de la línea 6 a la columna de destilación 8 (como se muestra en la Fig. 1). Se descarga EtOH por la línea 10 y se recicla hacia el reactor 2 por la línea 1. El DEC se descarga por la línea 9 y se recupera como producto. Además, en el Ejemplo comparativo, la corriente de la línea 7 se hace pasar a la columna de destilación 11 (como se muestra en la Fig. 1). El eC se descarga por la línea 13 y se recicla hacia el reactor 2 por la línea 3. El MEG se descarga por la línea 12 y se recupera como producto.

En la siguiente Tabla 1, se mencionan algunas de las características de las columnas 5, 8 y 11 usadas en el Ejemplo comparativo.

Tabla 1 – Ejemplo comparativo

Nº de columna en la Fig. 1	Número total de fases teóricas	Fase en la que la carga se deja en (*)	Diámetro de la columna (m)	Relación de reflujo (R/D)
Columna 5	15	5	3,5	0,03
Columna 8	20	16	2,9	1,04
Columna 11	30	26	1,9	1,21

(\*) El condensador de la columna se representa por la fase Nº 1.

En la siguiente Tabla 2, se proporcionan los siguientes parámetros para las corrientes del Ejemplo comparativo como están presentes en las líneas 1, 3, 4, 6, 7, 9, 10, 12 y 13 según lo indicado en la Fig. 1: temperatura, presión, flujo másico total y flujo másico (FM) por componente de la corriente. Todas las corrientes del Ejemplo comparativo son líquidas.

Tabla 2 – Ejemplo comparativo

Línea	1	3	4	6	7	9	10	12	13
T	25,6	125,6	125,0	30	155,4	126,7	77,1	117	153,4
P	1.200	1.200	1.200	12	16	105	100	5	7
FMT	4,162	4,709	45,187	32,487	12,237	4,825	27,662	2,773	9,464
FM del eC	0	4,692	6,014	0	8,151	0	0	0,267	7,884
FM del EtOH	4,162	0	26,212	26,971	0	0,002	26,969	0	0
FM del MEG	0	0,009	2,572	0	2,512	0	0	2,506	0,006
FM del DEC	0	0	5,559	5,513	0	4,823	0,69	0	0
línea	1	3	4	6	7	9	10	12	13
FM de los materiales pesados	0	0,007	4,767	0	1,573	0	0	0	1,573

Explicación: T = temperatura (°C); P = presión (kPa), FMT = flujo másico total (ton/h); FM = flujo másico (ton/h); eC = carbonato de etileno; EtOH = etanol; MEG = monoetilenglicol; DEC = carbonato de dietilo; materiales pesados = compuestos que tienen un peso molecular superior al del MEG. A excepción de las corrientes de las líneas 1 y 3, los datos anteriores se refieren a las corrientes en un punto de las líneas donde las corrientes justo salen del reactor o de la columna en cuestión.

En el Ejemplo, la corriente de la línea 7 se hace pasar a la columna de destilación 8 (como se muestra en la Fig. 2). Las corrientes superiores de las columnas de destilación 5 y 8, en las líneas 6 y 9, respectivamente, se combinan y se envían a la columna de destilación 10. El EtOH se descarga por la línea 12 y se recicla hacia el reactor 2 por la línea 1. El DEC se descarga por la línea 11 y se recupera como producto. Además, en el Ejemplo, la corriente inferior de la columna de destilación 8, en la línea 13, se hace pasar a la columna de destilación 14 (como se muestra en la Fig. 2). El eC se descarga por la línea 15 y se recicla hacia el reactor 2 por la línea 3. El MEG se

descarga por la línea 16 y se recupera como producto.

Tabla 3 –Ejemplo

Nº de columna en la Fig. 2	Número total de fases teóricas	Fase en la que la carga se deja en (*)	Diámetro de la columna (m)	Relación de reflujo (R/D)
Columna 5	7	7	1,7	0,10
Columna 8	15	5	1,6	0,23
Columna 10	20	16	2,2	0,58
Columna 14	35	29	1,7	0,88

(\*) El condensador de la columna se representa por la fase Nº 1.

5 En la siguiente Tabla 4, se proporcionan los siguientes parámetros para las corrientes del Ejemplo como están presentes en las líneas 1, 3, 4, 6, 7, 9, 11, 12, 13, 15 y 16 como se indica en la Fig. 2: temperatura, presión, flujo másico total y el flujo másico (FM) por componente de la corriente. Para explicar la Tabla 4, se hace referencia a la explicación dada bajo la Tabla 2. Todas las corrientes del Ejemplo son líquidas, a excepción de la corriente de la línea 6, que es una corriente de vapor.

10

Tabla 4 – Ejemplo

Línea	1	3	4	6	7	9	11	12	13
T	25,6	125,6	122,9	111,1	150	33,1	150,3	95	155,1
P	1.200	1.200	1.200	300	305	12	205	200	16
FMT	3,812	4,709	45,92	27,646	18,274	6,046	4,897	27,659	12,227
FM de eC	0	4,692	6,017	0	6,017	0	0	0	8,154
FM de EtOH	3,812	0	26,224	23,594	2,63	3,746	0,002	26,298	0,002
FM de MEG	0	0,009	2,573	0,017	2,556	0,006	0,023	0	2,49
FM de DEC	0	0	6,253	3,96	2,294	2,294	4,871	1,353	0
FM de materiales pesados	0	0,007	4,778	0	4,778	0	0	0	1,581
Línea	15	16							
T	153,4	113,9							
P	7	5							
FMT	9,477	2,751							
FM de eC	7,889	0,265							
FM de EtOH	0	0,002							
FM de MEG	0,006	2,483							
FM de DEC	0	0							
FM de materiales pesados	1,581	0							

15 De las Tablas 2 y 4, se desprende que en el Ejemplo, la presión en la parte superior de la columna de destilación 10 (200 kPa, 2 bar) es inferior a la presión en la parte superior de la columna de destilación 5 (300 kPa, 3 bar). Por otra parte, en el Ejemplo comparativo, la presión en la parte superior de la columna de destilación 8 (100 kPa, 1 bar) es superior a la presión en la parte superior de columna de destilación 5 (12 kPa, 0,12 bar).

20 En el Ejemplo comparativo, se requieren 20,9 kJ/g del DEC producido para la calefacción en el reactor 2 y las columnas de destilación 5, 8 y 11. En el Ejemplo que ejemplifica la presente invención, ventajosamente solo se requieren 10,3 kJ/g del DEC producido para la calefacción en el reactor 2 y las columnas de destilación 5, 8, 10 y 14.

**REIVINDICACIONES**

1. Proceso para la preparación de un alcanodiol y un carbonato de dialquilo que comprende:
  - 5 (a) hacer reaccionar un carbonato de alquileo y un alcohol en presencia de un catalizador de transesterificación para obtener una mezcla de reacción que comprende carbonato de dialquilo, alcohol sin convertir, alcanodiol y carbonato de alquileo sin convertir;
  - (b) someter la mezcla de reacción a una destilación en una primera columna de destilación para obtener una corriente superior que comprende carbonato de dialquilo y alcohol, y una corriente inferior que comprende carbonato de dialquilo, alcohol, alcanodiol y carbonato de alquileo;
  - 10 (c) someter la corriente inferior de la primera columna de destilación a destilación en una segunda columna de destilación para obtener una corriente superior que comprende carbonato de dialquilo y alcohol, y una corriente inferior que comprende alcanodiol y carbonato de alquileo;
  - (d) recuperar el alcanodiol de la corriente inferior de la segunda columna de destilación; y
  - 15 (e) someter las corrientes superiores de las primera y segunda columna de destilación a destilación en una tercera columna de destilación para obtener una corriente superior que comprende alcohol y una corriente inferior que comprende carbonato de dialquilo.
- 20 2. Proceso de acuerdo con la reivindicación 1, donde la presión encima de la primera columna de destilación es de 50 a 1.000 kPa (0,5 a 10 bar), más preferentemente de 100 a 500 kPa (1 a 5 bar).
3. Proceso de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, donde la presión encima de la segunda columna de destilación es de 1 a 300 kPa (10 mbar a 3 bar), más preferentemente de 5 a 100 kPa (50 mbar a 1 bar).
- 25 4. Proceso de acuerdo con la reivindicación 3, donde la presión encima de la segunda columna de destilación es inferior a la presión encima de la primera columna de destilación, y es de de 5 a 50 kPa (50 a 500 mbar), más preferentemente de 7 a 30 kPa (70 a 300 mbar).
- 30 5. Proceso de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde la presión encima de la tercera columna de destilación es inferior a la presión encima de la primera columna de destilación.
6. Proceso de acuerdo con la reivindicación 5, donde la presión encima de la tercera columna de destilación es de 10 a 500 kPa (0,1 a 5 bar), más preferentemente de 50 a 400 kPa (0,5 a 4 bar).
- 35 7. Proceso de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde la temperatura en la parte inferior de la primera, segunda y tercera columna de destilación es de 100 a 200 °C, más preferentemente, de 125 a 175 °C.
8. Proceso de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que se lleva a cabo de manera continua.
- 40 9. Proceso de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde el catalizador de transesterificación es un catalizador heterogéneo.
- 45 10. Proceso de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde el carbonato de alquileo es carbonato de etileno o carbonato de propileno y el alcohol es etanol.



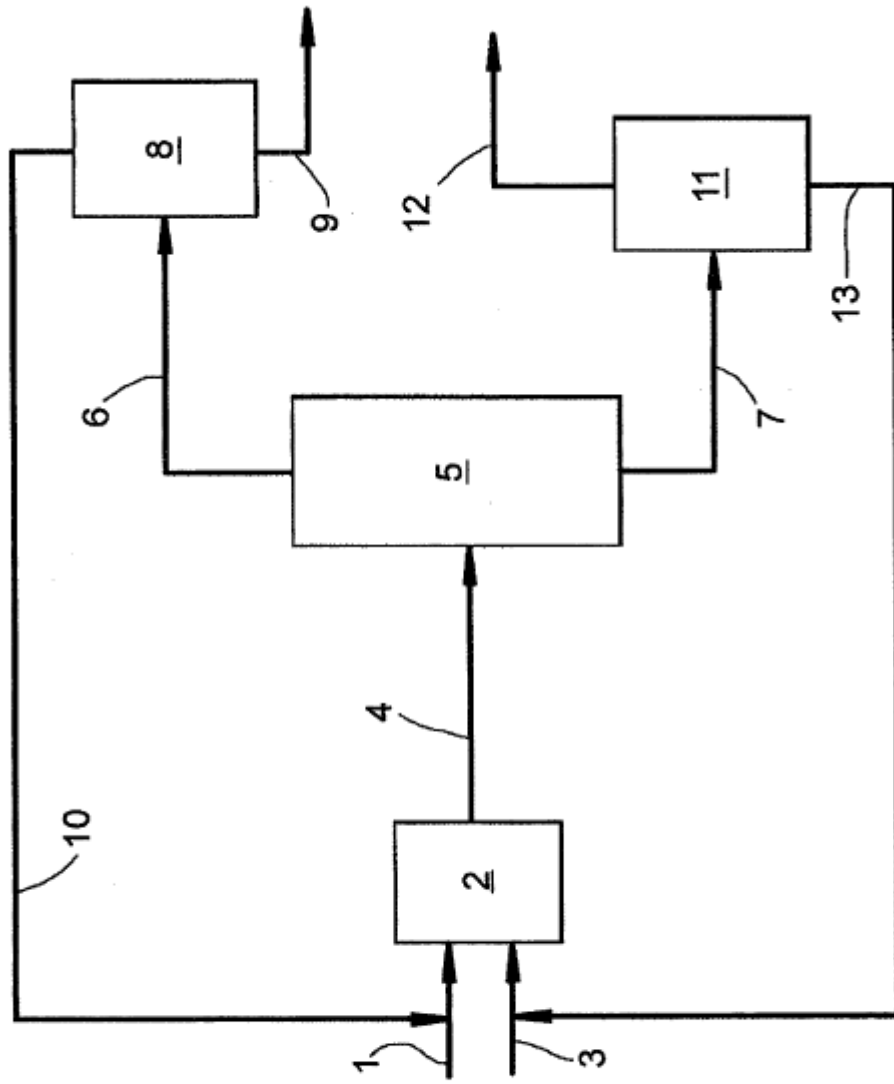


Fig.1

Fig.2

