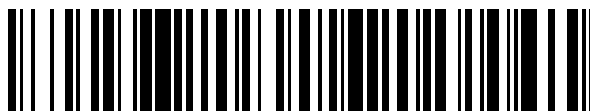


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 573 262**

51 Int. Cl.:

**C07C 2/66** (2006.01)

**C07C 6/12** (2006.01)

**C07C 15/073** (2006.01)

**C07C 15/085** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **24.09.2009 E 09741073 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **30.03.2016 EP 2349955**

54 Título: **Procedimiento de producción de compuestos alquilaromáticos**

30 Prioridad:

**16.01.2009 EP 09150689**

**10.10.2008 US 104447 P**

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

**06.06.2016**

73 Titular/es:

**BADGER LICENSING, LLC (100.0%)**

**One Financial Center**

**Boston, MA 02111, US**

72 Inventor/es:

**VINCENT, MATTHEW, J. y**

**SMITH, C., MORRIS**

74 Agente/Representante:

**CARPINTERO LÓPEZ, Mario**

**ES 2 573 262 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

Procedimiento de producción de compuestos alquilaromáticos

**Campo**

5 La presente invención se refiere a un procedimiento de producción de compuestos alquilaromáticos, particularmente etilbenceno y cumeno.

**Antecedentes**

El etilbenceno es una materia prima clave en la producción de estireno, y se produce por la reacción de etileno y benceno en presencia de un catalizador ácido. Análogamente, el cumeno es un importante precursor en la producción de fenol y se produce por alquilación de benceno con propileno en presencia de un catalizador ácido.

10 Tradicionalmente, el etilbenceno se ha producido en sistemas de reactor en fase vapor, en los que la reacción de etilación de benceno con etileno se realiza a una temperatura de aproximadamente 380-420 °C y una presión de 1,03-1,72 MPa en múltiples lechos fijos de catalizador de zeolita. El etileno reacciona exotérmicamente con el benceno para formar etilbenceno, aunque ocurren también reacciones indeseables en la cadena y secundarias. Aproximadamente un 15 % del etilbenceno formado reacciona además con el etileno para formar isómeros de di-  
15 etilbenceno (DEB), isómeros de tri-etilbenceno (TEB) y productos aromáticos más pesados. Todos estos productos de la reacción en cadena se denominan comúnmente como bencenos polietilados (PEB). Además de las reacciones de etilación, la formación de isómeros de xileno como productos traza ocurre mediante reacciones secundarias. Esta formación de xileno en procedimientos en fase vapor puede producir un producto de etilbenceno con aproximadamente un 0,050-0,20 % en peso de xilenos. Los xilenos se muestran como una impureza en el producto de estireno posterior, y generalmente se consideran indeseables.

20 Para minimizar la formación de los PEB, se aplica un exceso estequiométrico de benceno, aproximadamente 400-2000 % por pasada, dependiendo de la optimización del procedimiento. El efluente del reactor de etilación contiene aproximadamente 70-85 % en peso de benceno no reaccionado, aproximadamente 12-20 % en peso de producto de etilbenceno y aproximadamente 3-4 % en peso de PEB. Para evitar una pérdida de rendimiento, los PEB se vuelven a convertir en etilbenceno por transalquilación con benceno adicional, normalmente en un reactor de transalquilación diferente.

A modo de ejemplo, la etilación en fase vapor de benceno sobre la zeolita de aluminosilicato cristalino ZSM-5 se desvela en las patentes de Estados Unidos n.º 3.751.504 (Keown y col.), 3.751.506 (Burress) y 3.755.483 (Burress).

30 En los últimos años la tendencia en la industria ha sido desplazarse de los reactores en fase vapor de etilbenceno a reactores en fase líquida. Los reactores en fase líquida funcionan a una temperatura de aproximadamente 180-270 °C, que está por debajo de la temperatura crítica del benceno (aproximadamente 290 °C). Una ventaja del reactor en fase líquida es la formación muy baja de xilenos y otros subproductos indeseables. La velocidad de la reacción de etilación normalmente es menor en comparación con la fase vapor, pero la menor temperatura de diseño de la reacción en fase líquida normalmente compensa económicamente los puntos negativos asociados con el mayor volumen de catalizador. Además, la reacción en fase líquida a menor temperatura posibilita una menor velocidad de las reacciones en cadena que forman los PEB; en concreto, aproximadamente el 5-8 % del etilbenceno se convierte en PEB en reacciones en fase líquida frente al 15-20 % convertido en las reacciones en fase vapor. De esta manera, el exceso estequiométrico de benceno en sistemas en fase líquida típicamente es de un 150-400 %, en comparación con un 400-2000 % en fase vapor.

40 La etilación en fase líquida de benceno usando zeolita beta como el catalizador se desvela en la patente de Estados Unidos n.º 4.891.458 y en las publicaciones de patente europea n.º 0432814 y 0629549. Más recientemente, se ha desvelado que MCM-22 y sus análogos estructurales tienen utilidad en reacciones de alquilación/transalquilación, especialmente para producir etilbenceno y cumeno. Véase, por ejemplo, la patente de Estados Unidos n.º 4.992.606 (MCM-22), la patente de Estados Unidos n.º 5.258.565 (MCM-36), la patente de Estados Unidos n.º 5.371.310 (MCM-49), la patente de Estados Unidos n.º 5.453.554 (MCM-56), la patente de Estados Unidos n.º 5.149.894 (SSZ-25); la patente de Estados Unidos n.º 6.077.498 (ITQ-1); y la patente de Estados Unidos n.º 6.231.751 (ITQ-2).

50 Las plantas de alquilación de aromáticos en fase líquida ofrecen ventajas significativas respecto a los procedimientos en fase vapor, porque los procedimientos en fase líquida operan a temperaturas menores que sus homólogos en fase vapor. Sin embargo, tales plantas en fase líquida tienden a ser más sensibles a las impurezas en la alimentación, que actúan como venenos para las zeolitas usadas como catalizadores de alquilación y transalquilación. Como resultado, la mayor parte de los procedimientos en fase líquida requieren el uso de materias primas de alta pureza y/o la provisión de pretratamientos a la alimentación para retirar tales impurezas en la alimentación, particularmente compuestos de nitrógeno básico.

55 Una disposición conocida empleada con los procedimientos de alquilación en fase líquida para retirar impurezas de la alimentación es la instalación de un lecho de protección reactivo localizado aguas arriba del reactor de alquilación principal. El lecho de protección reactivo incorpora uno o más lechos catalíticos con el mismo o diferente catalizador,

y puede dejarse fuera de servicio en cualquier momento para reemplazar el catalizador, mientras la unidad de alquilación principal continúa operando. En el lecho de protección reactivo, el compuesto aromático alquilable y el agente de alquilación se ponen en contacto en presencia de un catalizador de alquilación antes de entrar en el reactor de alquilación principal. El lecho de protección reactivo no solo sirve para efectuar la reacción de alquilación deseada, sino que también retira cualquier impureza reactiva en las alimentaciones, tal como compuestos de nitrógeno, que de lo contrario podrían desactivar el resto del catalizador de alquilación. Los catalizadores del lecho de protección reactivo, por tanto, están sometidos a una regeneración y/o reposición más frecuentes que el resto del catalizador de alquilación. Asimismo, el lecho de protección reactivo normalmente está provisto de un circuito de circunvalación, de manera que las materias primas de alquilación pueden alimentarse directamente al reactor de alquilación cuando el lecho de protección reactivo está fuera de servicio. Un ejemplo de un sistema de alquilación de aromáticos que incluye un lecho de protección reactivo se divulga en la patente de Estados Unidos n.º 6.995.295.

Aunque los procedimientos de alquilación en fase líquida producen niveles mucho más bajos de especies polialquiladas que los sistemas en fase de vapor, la economía del procedimiento requiere la instalación de un reactor de transalquilación que contiene un catalizador de transalquilación que convierte los compuestos polialquil aromáticos en presencia de benceno para producir un producto monoalquilado adicional. La alimentación de benceno al reactor de transalquilación típicamente es una porción del benceno recuperado en la columna de benceno junto con benceno recién preparado, que también se alimenta a la columna. Todo el benceno restante recuperado en la columna de benceno se alimenta a través del lecho de protección reactivo al catalizador de alquilación.

De acuerdo con la presente invención, se ha desarrollado un procedimiento de alquilación de aromáticos mejorado en el que el reactor de transalquilación, que contiene un catalizador de transalquilación, recibe sustancialmente todo el benceno recién preparado, según se compara simplemente con una corriente de rebufo de la cabeza de la columna de benceno. Alimentar todo el benceno preparado al reactor de transalquilación permite que el reactor de transalquilación se use como un lecho de protección reactivo para retirar impurezas de la alimentación de benceno. Asimismo, posibilita que se mantenga una relación molar mucho mayor de benceno a compuestos aromáticos polialquilados en el reactor de transalquilación. Esto da como resultado un subproducto aromático polialquilado reducido, una mayor conversión por pasada de compuestos aromáticos polialquilados y un rendimiento termodinámico mayor del producto monoalquilado deseado. Con una mayor conversión por pasada de compuestos aromáticos polialquilados, los caudales de reciclado disminuyen y la cantidad de subproductos aromáticos polialquilados que requieren destilación disminuye también. En general, los costes energéticos, por tanto, se reducen. Además, la reacción de transalquilación es termoneutra, permitiendo que toda la unidad funcione a temperaturas relativamente bajas. El catalizador de transalquilación en el reactor de transalquilación generalmente es una zeolita con un mayor contenido de aluminio y un tamaño de poro más grande que el catalizador de alquilación. Esto potencia en gran medida la eficacia del catalizador de transalquilación, reduciendo las impurezas en la alimentación de benceno.

La patente de Estados Unidos n.º 5.902.917 desvela un procedimiento de producción de compuestos alquiloaromáticos, especialmente etilbenceno y cumeno, en el que una materia prima se alimenta en primer lugar a una zona de transalquilación y todo el efluente de la zona de transalquilación después se dirige en cascada directamente a una zona de alquilación junto con un agente de alquilación de olefina, especialmente etileno o propileno. Sin embargo, el benceno recién preparado se alimenta directamente a la zona de alquilación y no se sugiere el uso de la zona de transalquilación como un lecho de protección reactivo.

En el procedimiento mejorado, el producto monoalquilado deseado se recupera de los efluentes de los reactores de transalquilación y alquilación, y el aromático alquilable no reaccionado se alimenta al reactor de alquilación. De esta manera, se evita la pérdida de producto monoalquilado, por ejemplo, para una especie polialquilada adicional en el reactor de alquilación.

La patente de Estados Unidos n.º 6.096.935 desvela un procedimiento de producción de compuestos alquiloaromáticos usando una zona de reacción de transalquilación y una zona de reacción de alquilación, en el que el efluente de la zona de reacción de transalquilación se hace pasar a la zona de reacción de alquilación donde los compuestos aromáticos en el efluente de la zona de reacción de transalquilación se alquilan a los compuestos alquiloaromáticos deseados, particularmente etilbenceno y cumeno. De nuevo, no hay sugerencia del uso de la zona de transalquilación como un lecho de protección reactivo y, aunque al menos parte del benceno recién preparado se alimenta a la zona de reacción de transalquilación, todo el efluente de la zona de transalquilación se dirige en cascada directamente a la zona de alquilación.

La publicación de solicitud de patente de Estados Unidos n.º 2007/0179329 desvela un procedimiento de alquilación de aromáticos en el que los compuestos aromáticos alquilables y, opcionalmente, al menos parte del agente de alquilación, se hacen pasar a través de un lecho de protección reactivo y en presencia de una cierta cantidad de agua, que contiene catalizador de alquilación o transalquilación, antes de entrar en la zona de alquilación.

La patente de Estados Unidos n.º 6.894.201 desvela un procedimiento y un aparato para retirar compuestos de nitrógeno de un sustrato de alquilación tal como benceno. Se usa un lecho adsorbente convencional que contiene arcilla o resina para adsorber los compuestos de nitrógeno orgánico básicos, mientras que se usa un lecho

adsorbente caliente de tamiz molecular ácido para adsorber los compuestos de nitrógeno débilmente básicos, tales como nitritos, generalmente en presencia de agua. El lecho adsorbente caliente puede proporcionarse en el reactor de transalquilación aguas arriba del catalizador de transalquilación (Figura 6), en el reactor de alquilación aguas arriba del catalizador de alquilación (Figura 7) o en ambos (Figura 8).

## 5 **Sumario**

En un aspecto, la presente invención se refiere a un procedimiento de alquilación de un compuesto aromático alquilable para producir un compuesto aromático monoalquilado, comprendiendo el procedimiento:

- (a) hacer pasar una primera corriente de alimentación que comprende todo el compuesto aromático alquilable fresco, y una o más impurezas de alimentación que comprenden compuestos de nitrógeno reactivos, a una primera zona de reacción que comprende un catalizador de transalquilación;
- (b) hacer pasar una segunda corriente de alimentación que comprende compuestos aromáticos polialquilados a dicha primera zona de reacción;
- (c) poner en contacto dicha primera y segunda corrientes de alimentación con dicho catalizador de transalquilación en dicha primera zona de reacción en condiciones para transalquilar dichos compuestos aromáticos polialquilados con dicho compuesto aromático alquilable para producir dicho compuesto aromático monoalquilado y retirar al menos parte de dichas impurezas de la alimentación;
- (d) retirar de dicha primera zona de reacción una primera corriente efluente que comprende compuesto aromático alquilable no reaccionado y dicho compuesto aromático monoalquilado;
- (e) hacer pasar dicha primera corriente efluente a un sistema de fraccionamiento para separar dicha primera corriente efluente en una primera fracción ligera, que comprende dicho compuesto aromático alquilado no reaccionado, y una primera fracción pesada, que comprende dicho compuesto aromático monoalquilado;
- (f) recuperar el compuesto aromático monoalquilado de dicha primera fracción pesada;
- (g) hacer pasar dicha primera fracción ligera, que comprende dicho compuesto aromático alquilable, y una tercera corriente de alimentación, que comprende un agente de alquilación a una segunda zona de reacción que comprende un catalizador de alquilación;
- (h) poner en contacto dicha primera fracción ligera y dicha tercera corriente de alimentación con dicho catalizador de alquilación en dicha segunda zona de reacción, en condiciones para alquilar dicho compuesto aromático alquilable con dicho agente de alquilación, y producir una segunda corriente efluente que comprende dicho compuesto aromático monoalquilado; y
- (i) recuperar el compuesto aromático monoalquilado de dicha segunda corriente efluente.

La primera corriente de alimentación comprende una o más impurezas de la alimentación. Al menos parte de dichas impurezas de la alimentación se retiran en dicha primera zona de reacción en la etapa de puesta en contacto (c).

En algunas realizaciones, las impurezas de la alimentación en dicha primera corriente de alimentación comprenden al menos 0,02 ppm, preferentemente al menos 0,005 ppm en peso de dicha primera corriente de alimentación. Tales impurezas de la alimentación se seleccionan del grupo que consiste en compuestos que tienen uno o más de los siguientes elementos: halógenos, oxígeno, azufre, arsénico, selenio, telurio, fósforo y metales del grupo 1 al grupo 12. Dichas impurezas de la alimentación incluyen compuestos de nitrógeno reactivos, distintos de nitrógeno molecular. Típicamente, el catalizador de transalquilación actúa como un lecho de protección para retirar al menos un 10 % en peso de dichos compuestos de nitrógeno reactivos en dicha primera corriente de alimentación.

Convenientemente, el procedimiento comprende además:

- (j) hacer pasar dicha segunda corriente efluente a un sistema de fraccionamiento para separar dicha corriente efluente en una segunda fracción ligera, que comprende compuesto aromático alquilable no reaccionado, y una segunda fracción pesada, que comprende dicho compuesto aromático monoalquilado y compuestos aromáticos polialquilados, recuperándose dicho compuesto aromático monoalquilado en (h) de dicha segunda fracción pesada.

Convenientemente, dicha segunda fracción ligera que comprende compuesto aromático alquilable no reaccionado se hace pasar a dicha segunda zona de reacción.

En una realización, dicha primera corriente efluente y dicha segunda corriente efluente se hacen pasar al mismo sistema de fraccionamiento.

Convenientemente, el procedimiento comprende además:

- (k) hacer pasar dicha primera y segunda fracciones pesadas a al menos un sistema de fraccionamiento adicional para recuperar dicho compuesto aromático monoalquilado de dichas fracciones combinadas, y separar una tercera fracción que comprende dichos compuestos aromáticos polialquilados; y
- (l) reciclar al menos parte de dicha tercera fracción a dicha primera zona de reacción.

En una realización, el procedimiento comprende además efectuar las siguientes etapas en una base intermitente:

- (m) detener el paso de dicha primera y segunda corrientes de alimentación a dicha primera zona de reacción;
- (n) hacer pasar dicha primera y segunda corrientes de alimentación a una tercera zona de reacción que comprende un catalizador de transalquilación;
- 5 (o) poner en contacto dicha primera y segunda corrientes de alimentación con dicho catalizador de transalquilación en dicha tercera zona de reacción en condiciones para retirar al menos parte de dichas impurezas de la alimentación en dicha primera corriente de alimentación y transalquilar dichos compuestos aromáticos polialquilados con dicho compuesto aromático alquilable para producir dicho compuesto aromático monoalquilado; y
- (p) reemplazar o regenerar el catalizador de transalquilación en dicha primera zona de reacción.
- 10 Convenientemente, el catalizador de transalquilación y el catalizador de alquilación comprenden tamices moleculares de aluminosilicato en los que el catalizador de transalquilación tiene una relación molar de sílice a alúmina menor que la del catalizador de alquilación.
- Convenientemente, el catalizador de transalquilación y el catalizador de alquilación comprenden diferentes tamices moleculares de aluminosilicato en los que el catalizador de transalquilación tiene un tamaño de poro mayor que el
- 15 del catalizador de alquilación.
- Convenientemente, dicho catalizador de transalquilación comprende un tamiz molecular que tiene un índice de restricción menor de 2. Típicamente, el catalizador de transalquilación comprende un tamiz molecular seleccionado entre el grupo que consiste en zeolita beta, zeolita Y, Y ultraestable (USY), Ydesaluminada (Y Desal), Y de tierras raras (REY), mordenita, ZSM-3, ZSM-4, ZSM-18, ZSM-20, y mezclas de las mismas.
- 20 Convenientemente, dicho catalizador de transalquilación y/o dicho catalizador de alquilación comprende un tamiz molecular seleccionado entre el grupo que consiste en zeolita beta, un tamiz molecular que tiene un índice de restricción de aproximadamente 2 a aproximadamente 12 y un tamiz molecular de la familia MCM-22. Típicamente, el catalizador de alquilación comprende un tamiz molecular de la familia MCM-22 seleccionado entre el grupo que
- 25 consiste en MCM-22, PSH-3, SSZ-25, ERB-1, ITQ-1, ITQ-2, ITQ-30, MCM-36, MCM-49, MCM-56, UZM-8 y mezclas de los mismos.
- En una realización, las condiciones en dicha primera zona de reacción durante dicha puesta en contacto (c) son tales que mantienen dicho compuesto aromático polialquilado y dicho compuesto aromático alquilable sustancialmente en la fase líquida, y convenientemente comprenden una temperatura entre aproximadamente 50 °C y aproximadamente 300 °C y una presión entre aproximadamente 170 kPa y aproximadamente 10.000 kPa.
- 30 En una realización, las condiciones en dicha segunda zona de reacción durante dicha puesta en contacto (h) son tales que mantienen dicho compuesto aromático alquilable sustancialmente en la fase líquida, y convenientemente comprenden una temperatura entre aproximadamente 50 °C y aproximadamente 270 °C y una presión entre aproximadamente 1.000 kPa y aproximadamente 10.000 kPa.
- En una realización, el compuesto aromático alquilable comprende benceno o naftaleno y el agente de alquilación comprende al menos uno de etileno, propileno, 1-buteno, 2-buteno e isobutileno.
- 35

#### **Breve descripción de los dibujos**

La Figura 1 es un diagrama de flujo simplificado de un procedimiento de producción de compuestos aromáticos de monoalquilo, tales como etilbenceno, de acuerdo con una realización de la presente invención.

La Figura 2 es un diagrama de flujo de un procedimiento de la técnica anterior para producir etilbenceno.

#### **Descripción detallada de las realizaciones**

- Se describe en el presente documento un procedimiento de producción de compuestos monoalquilaromáticos por alquilación de un compuesto aromático alquilable con un agente de alquilación en presencia de un catalizador de alquilación, seguido de transalquilación de cualquier compuesto aromático polialquilado generado en la etapa de alquilación con compuesto aromático alquilable adicional, para producir producto monoalquilaromático adicional. La
- 45 etapa de transalquilación se realiza en presencia de un catalizador de transalquilación diferente y, en el presente procedimiento, la alimentación nueva que contiene el aromático alquilable se pone en contacto inicialmente con el catalizador de transalquilación, de manera que este último actúa no solo para transalquilar los compuestos aromáticos polialquilados para producir producto monoalquilaromático adicional, sino que también actúa como un
- 50 lecho de protección reactivo para retirar impurezas, tal como compuestos de nitrógeno reactivos, contenidos en la alimentación aromática alquilable. Puesto que el catalizador de transalquilación puede elegirse para que tenga más sitios de ácido de Bronsted por peso unitario y un tamaño de poro más grande que el catalizador de alquilación, es más adecuado que el catalizador de alquilación actúe como un lecho de protección para retirar venenos.

- Además, alimentar toda la alimentación aromática nueva al catalizador de transalquilación permite que se mantenga una relación molar mucho mayor de sustrato aromático a compuestos aromáticos polialquilados en la etapa de
- 55 transalquilación. Esto permite preparar un subproducto reducido, una mayor conversión por pasada y un mayor rendimiento termodinámico del producto monoalquilado deseado. A su vez, una mayor conversión por pasada de los

compuestos aromáticos polialquilados reduce tanto las velocidades de reciclado como las cantidades de subproductos que requieren destilación, reduciendo de esta manera los costes energéticos. Además, la reacción de transalquilación es termoneutra, permitiendo que toda la unidad opere a temperaturas relativamente bajas.

5 Como se usa en el presente documento, la expresión "compuestos de nitrógeno reactivos" se refiere a compuestos de nitrógeno distintos de nitrógeno molecular, que son relativamente inertes en las condiciones empleadas en el presente procedimiento.

#### Materias primas

Las materias primas usadas en el presente procedimiento incluyen un compuesto aromático alquilable y un agente de alquilación.

10 El término "aromático" en referencia a los compuestos alquilables que son útiles en el presente documento debe entenderse de acuerdo con su alcance reconocido en la técnica para incluir hidrocarburos aromáticos tanto mono como polinucleares. Los compuestos de un carácter aromático que poseen un heteroátomo también son útiles con la condición de que no actúen como venenos para el catalizador en las condiciones de reacción seleccionadas.

15 Los hidrocarburos aromáticos adecuados incluyen benceno, naftaleno, antraceno, naftaleno, perileno, coroneno y fenantreno, prefiriéndose el benceno.

En general, la materia prima aromática nueva empleada en el presente procedimiento contendrá impurezas de la alimentación que, si no se retiran, serán perjudiciales para el catalizador de alquilación y/o transalquilación. Los ejemplos de tales impurezas de la alimentación incluyen compuestos de nitrógeno reactivos, halógenos y/o compuestos que comprenden uno o más de oxígeno, azufre, arsénico, selenio, telurio, fósforo y metales, incluyendo metales del grupo 1 al grupo 12 de la Tabla Periódica de los Elementos. Típicamente, estas impurezas de la alimentación están presentes en las materias primas disponibles en el mercado en cantidades que no son detectables por medios analíticos convencionales. En tales casos, la retirada de las impurezas de la alimentación no detectables se pone de manifiesto por una recuperación de la actividad del catalizador y la conversión del producto después del tratamiento.

25 En algunas realizaciones, las impurezas de la alimentación están presentes en tales materias primas en cantidades de al menos 0,02 ppm en peso (ppmp), a menudo de al menos 1 ppmp a 5 ppmp, incluso 5 ppmp o mayor. Además, tal y como se suministra, la mayoría de alimentaciones aromáticas comerciales están saturadas con agua, es decir, contienen al menos 50 ppmp, generalmente al menos 200 ppmp, de agua. El presente procedimiento proporciona un procedimiento ventajoso para reducir las cantidades de estas impurezas de la alimentación en materias primas aromáticas comerciales a niveles aceptables.

Los agentes de alquilación que son útiles en el presente procedimiento generalmente incluyen cualquier compuesto orgánico que tenga al menos un grupo de alquilación disponible capaz de reaccionar con el compuesto aromático alquilable, poseyendo el grupo de alquilación típicamente de 1 a 5 átomos de carbono. Los ejemplos de agentes de alquilación adecuados son olefinas tales como etileno, propileno, los butenos y los pentenos; alcoholes (incluyendo monoalcoholes, dialcoholes, trialcoholes, etc.) tales como metanol, etanol, los propanoles, los butanoles y los pentanoles; aldehídos tales como formaldehído, acetaldehído, propionaldehído, butiraldehído y n-valeraldehído; y haluros de alquilo tales como, cloruro de metilo, cloruro de etilo, los cloruros de propilo, los cloruros de butilo y los cloruros de pentilo y así sucesivamente.

40 Preferentemente, las materias primas en el procedimiento son benceno y etileno y el producto de reacción deseado es etilbenceno.

#### Reacción de alquilación

La etapa principal en la reacción de alquilación implica poner en contacto el compuesto aromático alquilable con un agente de alquilación en presencia de un catalizador de alquilación en condiciones tales que el agente de alquilación reaccione con el compuesto aromático alquilable para producir selectivamente el compuesto monoalquilaromático deseado. Aunque la reacción de alquilación puede ocurrir en la fase vapor, generalmente es deseable controlar las condiciones de alquilación para mantener el compuesto aromático alquilable sustancialmente en la fase líquida. Por ejemplo, donde el compuesto aromático alquilable incluye benceno, el alqueno incluye etileno y el compuesto alquilaromático incluye etilbenceno, las condiciones de alquilación convenientemente comprenden una temperatura entre aproximadamente 50 °C y aproximadamente 270 °C y una presión entre aproximadamente 1.000 kPa y aproximadamente 10.000 kPa.

En una realización, el catalizador de alquilación comprende al menos un tamiz molecular de poros de tamaño medio que tiene un índice de restricción de 2-12 (como se define en la patente de Estados Unidos n.º 4.016.218). Los tamices moleculares de poros de tamaño medio adecuados incluyen ZSM-5, ZSM-11, ZSM-12, ZSM-22, ZSM-23, ZSM-35 y ZSM-48. ZSM-5 se describe en detalle en las patentes de Estados Unidos n.º 3.702.886 y Re. 29.948. ZSM-11 se describe en detalle en la patente de Estados Unidos n.º 3.709.979. ZSM-12 se describe en la patente de Estados Unidos n.º 3.832.449. ZSM-22 se describe en la patente de Estados Unidos n.º 4.556.477. ZSM-23 se

describe en la patente de Estados Unidos n.º 4.076.842. ZSM-35 se describe en la patente de Estados Unidos n.º 4.016.245. ZSM-48 se describe más particularmente en la patente de Estados Unidos n.º 4.234.231.

En otra realización, el catalizador de alquilación comprende al menos un tamiz molecular de la familia MCM-22. Como se usa en el presente documento, la expresión "tamiz molecular de la familia MCM-22" (o "material de la familia MCM-22" o "familia MCM-22 de materiales" o "zeolita de la familia MCM-22") incluye uno o más de:

- tamices moleculares preparados a partir de una célula unitaria de bloque de construcción cristalino de primer grado común, célula unitaria que tiene la topología de armazón MWW. (Una célula unitaria es una disposición espacial de átomos que, si se considera en un espacio tridimensional, describe la estructura del cristal. Tales estructuras del cristal se analizan en "Atlas of Zeolite Framework Types", quinta edición, 2001, cuyo contenido completo se incorpora por referencia);
- tamices moleculares preparados a partir de un bloque de construcción de segundo grado común, siendo una baldosa bidimensional de tales células unitarias de topología de armazón MWW, formando una monocapa de un espesor de célula unitaria, preferentemente un espesor de célula unitaria c;
- tamices moleculares preparados a partir de bloques de construcción de segundo grado común, que son capas de una o más de una célula unitaria de espesor, en los que la capa además de una célula unitaria de espesor está fabricada a partir de apilamiento, empaquetado o unión de al menos dos monocapas de una célula unitaria de espesor. El apilamiento de tales bloques de construcción de segundo grado puede ser de una manera regular, de una manera irregular, de una manera aleatoria o cualquier combinación de las mismas; y
- tamices moleculares preparados por una combinación bidimensional o tridimensional regular o aleatoria de células unitarias que tienen la topología de armazón MWW.

Los tamices moleculares de la familia MCM-22 incluyen aquellos tamices moleculares que tienen un patrón de difracción de rayos X que incluye una distancia interplanar máxima a  $12,4 \pm 0,25$ ,  $6,9 \pm 0,15$ ,  $3,57 \pm 0,07$  y  $3,42 \pm 0,07$  Angstrom. Los datos de difracción de rayos X usados para caracterizar el material se obtienen por técnicas convencionales usando el doblete K-alfa del cobre como radiación incidente y un difractómetro equipado con un contador de centelleo y un ordenador asociado como el sistema de recogida.

Los materiales de la familia MCM-22 incluyen MCM-22 (descrito en la patente de Estados Unidos n.º 4.954.325), PSH-3 (descrito en la patente de Estados Unidos n.º 4.439.409), SSZ-25 (descrito en la patente de Estados Unidos n.º 4.826.667), ERB-1 (descrito en la patente europea n.º 0293032), ITQ-1 (descrito en la patente de Estados Unidos n.º 6.077.498), ITQ-2 (descrito en la Publicación de Patente Internacional n.º WO97/17290), MCM-36 (descrito en la patente de Estados Unidos n.º 5.250.277), MCM-49 (descrito en la patente de Estados Unidos n.º 5.236.575), MCM-56 (descrito en la patente de Estados Unidos n.º 5.362.697), UZM-8 (descrito en la patente de Estados Unidos n.º 6.756.030) y mezclas de los mismos.

En una realización adicional, el catalizador de alquilación comprende uno o más tamices moleculares de poros grandes que tienen un índice de restricción menor de 2. Los tamices moleculares de poros grandes adecuados incluyen zeolita beta, zeolita Y, Y ultraestable (USY), Y desaluminada (Y Desal), mordenita, ZSM-3, ZSM-4, ZSM-18, y ZSM-20. La zeolita ZSM-14 se describe en la patente de Estados Unidos n.º 3.923.636. La zeolita ZSM-20 se describe en la patente de Estados Unidos n.º 3.972.983. La zeolita beta se describe en las patentes de Estados Unidos n.º 3.308.069, y Re. n.º 28.341. El tamiz molecular Y ultraestable bajo en sodio (USY) se describe en las patentes de Estados Unidos n.º 3.293.192 y 3.449.070. La zeolita desaluminada (Y Desal) puede prepararse por el procedimiento encontrado en la patente de Estados Unidos n.º 3.442.795. La zeolita UHP-Y se describe en la patente de Estados Unidos n.º 4.401.556. La mordenita es un material de origen natural pero también está disponible en formas sintéticas, tales como TEA-mordenita (es decir, mordenita sintética preparada a partir de una mezcla de reacción que comprende un agente de dirección de tetraetilamonio). La TEA-mordenita se desvela en las patentes de Estados Unidos n.º 3.766.093 y 3.894.104.

Los tamices moleculares preferidos para la reacción de alquilación comprenden zeolita beta, ZSM-5, y tamices moleculares de la familia MCM-22.

Los tamices moleculares anteriores pueden usarse como el catalizador de alquilación sin ningún aglutinante o matriz, es decir, en la forma denominada de auto-enlace. Como alternativa, el tamiz molecular puede estar combinado con otro material que es resistente a las temperaturas y otras condiciones empleadas en la reacción de alquilación. Tales materiales incluyen materiales activos e inactivos y zeolitas de origen natural y sintético, así como materiales inorgánicos tales como arcillas y/u óxidos tales como alúmina, sílice, sílice-alúmina, zirconia, titania, magnesia, o mezclas de estos y otros óxidos. Estos últimos pueden ser de origen natural o estar en forma de precipitados gelatinosos o geles, incluyendo mezclas de sílice y óxidos metálicos. Las arcillas pueden estar incluidas también con los aglutinantes de tipo óxido para modificar las propiedades mecánicas del catalizador o ayudar en su fabricación. El uso de un material junto con el tamiz molecular, es decir, combinado con el mismo o presente durante su síntesis, que es por sí mismo catalíticamente activo, puede cambiar la conversión y/o la selectividad del catalizador. Los materiales inactivos sirven adecuadamente como diluyentes para controlar la cantidad de conversión, de manera que los productos pueden obtenerse económica y ordenadamente sin emplear otros medios para controlar la velocidad de reacción. Estos materiales pueden incorporarse en arcillas de origen natural, por ejemplo bentonita y caolín, para mejorar la resistencia al aplastamiento del catalizador en las condiciones de

operación comerciales, y funcionar como aglutinantes o matrices para el catalizador. Las proporciones relativas del tamiz molecular y la matriz de óxido inorgánico varían ampliamente, variando el contenido de tamiz de aproximadamente el 1 a aproximadamente el 90 por ciento en peso y, más normalmente, particularmente, cuando el material compuesto se prepara en forma de perlas, en el intervalo de aproximadamente el 2 a aproximadamente el 80 por ciento en peso de material compuesto.

El catalizador de alquilación puede proporcionarse como un lecho catalítico individual, normalmente un lecho fijo, en un reactor de alquilación. Sin embargo, para potenciar la monoselectividad de la reacción, el catalizador de alquilación normalmente se divide en una pluralidad de lechos catalíticos conectados en serie, alimentando sustancialmente todo el compuesto aromático alquilable al primer lecho catalítico y el agente de alquilación se alimenta dividiéndose entre los lechos.

### **Reacción de transalquilación**

El efluente de la reacción de alquilación inevitablemente contendrá algunos compuestos aromáticos polialquilados, además del producto monoalquilado deseado y el compuesto aromático alquilable no reaccionado. De esta manera, el efluente de alquilación se hace pasar a un sistema de separación de producto, normalmente una serie de columnas de destilación, que no solo sirve para retirar el compuesto aromático alquilado no reaccionado y el producto monoalquilado deseado, sino también separa las especies polialquiladas. En la etapa principal de la reacción de transalquilación, las especies polialquiladas se alimentan después a un reactor de transalquilación, que está separado del reactor de alquilación, donde el producto monoalquilado adicional se produce haciendo reaccionar las especies polialquiladas con compuesto aromático adicional en presencia de un catalizador de transalquilación. Típicamente, el reactor de transalquilación se hace funcionar en condiciones tales que los compuestos aromáticos polialquilados y el compuesto aromático alquilable están, al menos predominantemente, en la fase líquida.

Por ejemplo, las condiciones adecuadas para realizar la transalquilación en fase líquida de benceno con polietilbencenos puede incluir una temperatura de aproximadamente 150 °C a aproximadamente 260 °C, una presión de 7000 kPa o menor, una WHSV, basada en el peso de la alimentación líquida total a la zona de reacción, de aproximadamente 0,5 a aproximadamente 100 h<sup>-1</sup> y una relación en moles de benceno a polietilbenceno de aproximadamente 1:1 a aproximadamente 30:1.

El catalizador de transalquilación puede comprender uno o más de cualquiera de los tamices moleculares analizados anteriormente respecto al catalizador de alquilación, tal como un material de la familia MCM-22, y puede usarse con o sin un aglutinante o matriz. Normalmente, sin embargo, aunque tanto el catalizador de transalquilación como el catalizador de alquilación comprenden tamices moleculares de aluminosilicato, el catalizador de transalquilación tiene una reacción molar de sílice a alúmina menor que la del catalizador de alquilación. Además, el catalizador de transalquilación normalmente emplea un tamiz molecular que tiene un tamaño de poro mayor que el del catalizador de alquilación.

Generalmente, el catalizador de transalquilación comprende un tamiz molecular que tiene un índice de restricción menor de 2, particularmente un tamiz molecular seleccionado entre el grupo que consiste en zeolita beta, zeolita Y, Y ultraestable (USY), Y desaluminada (Y Desal), Y de tierras raras (REY), mordenita, ZSM-3, ZSM-4, ZSM-5, ZSM-11, ZSM-18, ZSM-20 y mezclas de las mismas.

### **Tratamiento de la materia prima**

Como se ha analizado anteriormente, la materia prima aromática alquilable fresca empleada en el presente procedimiento normalmente contendrá cantidades significativas de venenos para el catalizador, particularmente compuestos de nitrógeno reactivos y compuestos de nitrógeno no reactivos, así como agua. Típicamente, por lo tanto, la materia prima aromática se somete a una etapa de pretratamiento para reducir su contenido de agua y retirar al menos parte de los venenos del catalizador. Tal pretratamiento normalmente implica hacer pasar la materia prima aromática alquilable a través de una zona de deshidratación, tal como una unidad de retirada de compuestos ligeros, antes o después de un lecho de un adsorbente, tal como una arcilla, una resina o un tamiz molecular, generalmente en o cerca de condiciones ambiente, tal como a una temperatura de aproximadamente 25 °C a aproximadamente 250 °C, preferentemente de aproximadamente 25 °C a aproximadamente 150 °C, y una presión de aproximadamente 50 a aproximadamente 10,000 kPa.

A continuación, la materia prima aromática alquilable se hace pasar a través de una columna de fraccionamiento para separar una fase acuosa y una fase de hidrocarburo en la corriente de cabeza. Una materia prima aromática seca se separa en la corriente de cola, que no contiene más de 100 ppm de agua. Se ha descubierto que algunos venenos para el catalizador se retiran del sistema con la fase acuosa.

Sin embargo, aunque el pretratamiento de adsorción y el fraccionamiento son eficaces para retirar muchas de las impurezas perjudiciales en la materia prima aromática alquilable, se ha descubierto que, incluso después de tal pretratamiento, los niveles de impurezas, particularmente de compuestos de nitrógeno reactivos son suficientemente altos, aunque en algunos casos indetectables, para dar como resultado una reducción significativa en la vida del catalizador, particularmente del catalizador de alquilación, si la materia prima aromática se deja en contacto con el catalizador sin tratamiento adicional. De esta manera, en el presente procedimiento, toda la materia prima aromática



alquilable fresca, ya sea con o sin pretratamiento de adsorción, se alimenta al catalizador de transalquilación de manera que este último actúa no solo para facilitar la conversión de los subproductos aromáticos polialquilados en un producto monoalquilado adicional, sino que también actúa como un lecho de protección reactivo para reducir adicionalmente el nivel de impurezas en la materia prima, típicamente en al menos un 10 %, tal como en al menos un 20 %, por ejemplo en al menos un 30 %.

El uso del catalizador de transalquilación como un lecho de protección reactivo necesariamente da como resultado algún envenenamiento del catalizador de transalquilación pero, puesto que el catalizador de transalquilación puede elegirse para que tenga una menor relación molar de sílice a alúmina y un mayor tamaño de poro que el catalizador de alquilación, generalmente es más eficaz como lecho de protección que, por ejemplo, las disposiciones conocidas que emplean un lecho de catalizador de alquilación como el lecho de protección. Además, la alimentación de todo el benceno de constitución fresco al catalizador de transalquilación permite que se mantenga una relación molar mucho más alta de benceno a compuestos aromáticos polialquilados en la unidad de transalquilación. Esto permite preparar un subproducto reducido, una mayor conversión por pasada y un mayor rendimiento termodinámico del producto monoalquilado deseado. Con una mayor conversión por pasada de los compuestos aromáticos polialquilados, las velocidades de reciclado disminuyen y la cantidad de subproductos que requieren destilación también disminuye. En general, los costes energéticos, por tanto, se reducen. Típicamente, en el presente procedimiento, la relación molar de benceno a compuestos aromáticos polialquilados alimentados al reactor de transalquilación es de al menos 1:1, tal como entre aproximadamente 1:1 y aproximadamente 30:1; 1:1 y 15:1; y 1:1 y 10:1.

En una realización, el procedimiento emplea dos lechos diferentes de catalizador de transalquilación, cada uno intercambiable de forma intermitente entre un modo operativo, en el que el lecho catalítico está funcionando como un transalquilador y lecho de protección reactivo, y un modo inoperativo, en el que el catalizador se está regenerando o reemplazando. De esta manera, un lecho siempre estará en el modo operativo, mientras el otro lecho está en el modo inoperativo. Asimismo, estos lechos pueden hacerse funcionar en serie o en paralelo.

En la Figura 1 se muestra una realización del presente procedimiento, en la que el compuesto aromático alquilable es benceno y el agente de alquilación es una corriente de etileno diluida.

Haciendo referencia a la Figura 1, una alimentación de benceno fresca que tiene impurezas, tales como impurezas de nitrógeno, se suministra a través de la línea 11 y se hace pasar a una unidad 12 de adsorción que contiene adsorbentes de tamiz molecular y/u otros materiales de tratamiento, incluyendo, por ejemplo, arcilla y/o resinas, para retirar al menos una porción de las impurezas de la alimentación. La alimentación de benceno nueva tratada se hace pasar a un reactor 13 de transalquilación, que también recibe los polietilbencenos (PEB) como una corriente 14 de cabeza desde la columna 15 de destilación de PEB. El reactor 13 de transalquilación contiene uno o más lechos de catalizador de transalquilación, tales como zeolita beta, zeolita Y, Y ultraestable (USY), Y desaluminada (Y Desal), Y de tierras raras (REY), mordenita, ZSM-3, ZSM-4, ZSM-18, ZSM-20 y mezclas de las mismas, funciona en condiciones tales que el benceno y los PEB están predominantemente en la fase líquida y reaccionan juntos para producir etilbenceno (EB). El reactor 13 de transalquilación actúa también como un lecho de protección para retirar al menos parte de las impurezas de nitrógeno reactivo y otras impurezas en la alimentación de benceno fresca.

El efluente del reactor 13 de transalquilación está compuesto principalmente de benceno no reaccionado, que tiene una cantidad reducida de impurezas, producto EB, PEB y compuestos pesados que salen del reactor 13 a través de la línea 16. El efluente en la línea 16 alimenta a una columna 17 de destilación de benceno, donde el benceno no reaccionado se separa del efluente como corriente 18 de cabeza. La corriente 18 de benceno después se alimenta, junto con una corriente 19 de alimentación de etileno, a un reactor 21 de alquilación, que contiene una pluralidad de lechos conectados en serie de catalizador de alquilación, tal como una zeolita de la familia CM-22. El reactor de alquilación se hace funcionar en condiciones tales que el benceno predominantemente está en la fase líquida y reacciona con la alimentación de etileno para producir EB, junto con algunos PEB.

El efluente del reactor de alquilación 21 está compuesto principalmente de benceno no reaccionado, producto EB y algunos PEB. El efluente de alquilación sale del reactor 21 a través de la línea 22 y se alimenta a la columna 17 de destilación de benceno. El benceno no reaccionado se retira del efluente de alquilación en la columna 17 y pasa como parte de la corriente 18 de cabeza de vuelta al reactor 21, saliendo por una corriente 23 de cola compuesta principalmente del producto EB y los PEB. La corriente de cola se hace pasar a una columna 24 de destilación de EB, donde el producto EB se recupera como producto de cabeza 25, mientras que la corriente 26 de cola se alimenta a la columna 15 de PEB. En la columna 15 de PEB, los PEB se retiran como corriente 14 de cabeza de los productos pesados, que se descartan como corriente 27 residual.

A diferencia de esto, en la Figura 2 se muestra un procedimiento de la técnica anterior típico para producir EB, en el que se emplean los mismos números para indicar componentes comunes con la realización de la Figura 1. De esta manera, en la Figura 2, la corriente 11 de benceno fresca, después de pasar a través de la unidad 12 de adsorción y el efluente 16 no tratado de la unidad de transalquilación, se alimentan a la columna 17 de benceno. Parte de la corriente 18 de cabeza de benceno, que aún contiene impurezas de la alimentación (es decir, impurezas de nitrógeno reactivo y otras impurezas), se alimenta a un lecho 31 de protección reactivo que contiene catalizador de alquilación. El resto del producto de cabeza de benceno de la columna 17 de benceno se alimenta a una corriente 32 de rebufo al reactor 13 de transalquilación.

## REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento de alquilación de un compuesto aromático alquilable para producir un compuesto aromático monoalquilado, comprendiendo el procedimiento:
- 5 (a) hacer pasar una primera corriente de alimentación, que comprende todo el compuesto aromático alquilable fresco, y una o más impurezas de la alimentación, que comprenden compuestos de nitrógeno reactivos, a una primera zona de reacción que comprende un catalizador de transalquilación;
- (b) hacer pasar una segunda corriente de alimentación que comprende compuestos aromáticos polialquilados a dicha primera zona de reacción;
- 10 (c) poner en contacto dicha primera y segunda corrientes de alimentación con dicho catalizador de transalquilación en dicha primera zona de reacción en condiciones para transalquilar dichos compuestos aromáticos polialquilados con dicho compuesto aromático alquilable, para producir dicho compuesto aromático monoalquilado y retirar al menos parte de dichas impurezas de la alimentación;
- (d) retirar de dicha primera zona de reacción una primera corriente efluente, que comprende compuesto aromático alquilable no reaccionado y dicho compuesto aromático monoalquilado;
- 15 (e) hacer pasar dicha primera corriente efluente a un sistema de fraccionamiento para separar dicha primera corriente efluente en una primera fracción ligera, que comprende dicho compuesto aromático alquilable no reaccionado, y una primera fracción pesada, que comprende dicho compuesto aromático monoalquilado;
- (f) recuperar el compuesto aromático monoalquilado de dicha primera fracción pesada;
- 20 (g) hacer pasar dicha primera fracción ligera, que comprende dicho compuesto aromático alquilable, y una tercera corriente de alimentación, que comprende un agente de alquilación, a una segunda zona de reacción, que comprende un catalizador de alquilación;
- (h) poner en contacto dicha primera reacción ligera y la tercera corriente de alimentación con dicho catalizador de alquilación en dicha segunda zona de reacción, en condiciones para alquilar dicho compuesto aromático alquilable con dicho agente de alquilación, y producir una segunda corriente efluente que comprende dicho compuesto aromático monoalquilado, compuestos aromáticos alquilables no reaccionados y compuestos aromáticos polialquilados; e
- 25 (i) recuperar el compuesto aromático monoalquilado de dicha segunda corriente efluente.
2. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que dichas impurezas de la alimentación en dicha primera corriente de alimentación comprenden al menos 0,02 ppm en peso de dicha primera corriente de alimentación.
- 30 3. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que dichas impurezas de la alimentación en dicha primera corriente de alimentación se seleccionan del grupo que consiste en compuestos que tienen uno o más de los siguientes elementos: halógenos, oxígeno, azufre, arsénico, selenio, telurio, fósforo y metales del grupo 1 al grupo 12.
4. El procedimiento de la reivindicación 3, en el que se retira al menos un 10 % en peso de dichos compuestos de nitrógeno reactivos.
- 35 5. El procedimiento de la reivindicación 1 y que comprende además:
- (j) hacer pasar dicha segunda corriente efluente a un sistema de fraccionamiento para separar dicha segunda corriente efluente en una segunda fracción ligera, que comprende compuesto aromático alquilable no reaccionado, y una segunda fracción pesada que comprende dicho compuesto aromático monoalquilado y compuestos aromáticos polialquilados, recuperándose dicho compuesto aromático monoalquilado en (h) a partir de dicha segunda fracción pesada.
- 40 6. El procedimiento de la reivindicación 5, en el que dicha segunda fracción ligera, que comprende compuesto aromático alquilable no reaccionado, se hace pasar a dicha segunda zona de reacción.
7. El procedimiento de la reivindicación 1 y que comprende además las etapas en una base intermitente:
- 45 (m) detener el paso de dicha primera y segunda corrientes de alimentación a dicha primera zona de reacción;
- (n) hacer pasar dicha primera y segunda corrientes de alimentación a una tercera zona de reacción que comprende un catalizador de transalquilación;
- (o) poner en contacto dicha primera y segunda corrientes de alimentación con dicho catalizador de transalquilación en dicha tercera zona de reacción, en condiciones para retirar al menos parte de dichas impurezas de la alimentación en dicha primera corriente de alimentación, y transalquilar dichos compuestos aromáticos polialquilados con dicho compuesto aromático alquilable para producir dicho compuesto aromático monoalquilado; y
- 50 (p) reemplazar o regenerar el catalizador de transalquilación en dicha primera zona de reacción.
8. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que dicho catalizador de transalquilación comprende un tamiz molecular seleccionado entre el grupo que consiste en zeolita beta, zeolita Y, Y ultraestable (USY), Y desaluminada (Y Desal), mordenita, ZSM-3, ZSM-4, ZSM-18 y ZSM-20.
- 55 9. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que dicho catalizador de alquilación comprende un tamiz molecular

seleccionado entre el grupo que consiste en zeolita beta, un tamiz molecular que tiene un índice de restricción de aproximadamente 2 a aproximadamente 12, y un tamiz molecular de la familia MCM-22.

5 10. El procedimiento de la reivindicación 9, en el que dicho catalizador de alquilación comprende un tamiz molecular de la familia MCM-22 seleccionado entre el grupo que consiste en MCM-22, PSH-3, SSZ-25, ERB-1, ITQ-1, ITQ-2, ITQ-30, MCM-36, MCM-49, MCM-56, UZM-8 y mezclas de los mismos.

10 11. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que dichas condiciones en dicha primera zona de reacción durante dicha puesta en contacto (c) son tales que mantienen dicho compuesto aromático polialquilado y dicho compuesto aromático alquilable sustancialmente en la fase líquida, o dichas condiciones en dicha segunda zona de reacción durante dicha puesta en contacto (h) son tales que mantienen dicho compuesto aromático alquilable sustancialmente en la fase líquida.

12. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que dicho compuesto aromático alquilable comprende benceno o naftaleno.

13. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que dicho agente de alquilación comprende al menos uno de etileno, propileno, 1-buteno, 2-buteno e isobutileno.

15

