

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 528 661**

51 Int. Cl.:

C07C 6/12

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **24.02.2006 E 06721025 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **26.11.2014 EP 1868970**

54 Título: **Proceso de utilización de un catalizador de elevada actividad para la transalquilación de aromáticos**

30 Prioridad:

31.03.2005 US 666974 P

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

11.02.2015

73 Titular/es:

**BADGER LICENSING LLC (100.0%)
One Financial Center
Boston, MA 02111, US**

72 Inventor/es:

**MAERZ, BRIAN;
CHI, CHUNG-MING;
CLARK, MICHAEL C.;
NANDA, VIJAY y
LOPEZ, CARLOS N.**

74 Agente/Representante:

PONS ARIÑO, Ángel

ES 2 528 661 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 de utilización de un catalizador de elevada actividad para la transalquilación de aromáticos

Antecedentes de la invención

5 La presente invención hace referencia a un proceso para la transalquilación de aromáticos, en particular la transalquilación de poliisopropilbenceno (PIPB) con benceno para producir cumeno, y la transalquilación de polietilbenceno (PEB) con benceno para producir etilbenceno. El etilbenceno es un producto básico químico valioso y se utiliza en la producción de monómero de estireno. El cumeno (isopropilbenceno) es también producto básico químico valioso y se utiliza en la producción de fenol y acetona.

10 Actualmente, el etilbenceno se produce a menudo mediante un proceso de alquilación en fase líquida a partir de benceno y etileno en presencia de un catalizador de alquilación. El proceso en fase líquida opera a una temperatura más baja que su homólogo en fase de vapor. Una ventaja de la alquilación en fase líquida es una producción inferior de subproductos no deseados, un compuesto o compuestos aromáticos polialquilados. La alquilación de compuestos de hidrocarburos aromáticos que emplean catalizadores de zeolita es conocida y comprendida en el arte. La patente de los Estados Unidos 5.334.795 describe la alquilación en fase líquida de benceno con etileno en presencia de MCM-22 para producir etilbenceno; y la patente de los Estados Unidos 4.891.458 revela procesos de alquilación y transalquilación en fase líquida que utilizan zeolita beta.

[os catalizadores basados en zeolita se utilizan en la alquilación de benceno con propileno para producir cumeno. La patente estadounidense 4.992.606 revela un proceso para la preparación de cumeno utilizando MCM-22 en fase líquida.

20 Los procesos de alquilación comerciales para la producción de etilbenceno y cumeno producen habitualmente ciertos subproductos polialquilados además del etilbenceno y cumeno. El compuesto o compuestos aromáticos polialquilados pueden ser transalquilados con benceno u otros compuestos aromáticos alquilables para producir etilbenceno o cumeno. Esta reacción de transalquilación puede lograrse alimentando el compuesto o compuestos aromáticos polialquilados a través de un reactor de transalquilación operado bajo determinadas condiciones y en presencia de un catalizador de transalquilación. Además, el compuesto o compuestos aromáticos polialquilado puede ser reciclado a un reactor de alquilación en presencia de un catalizador de alquilación que es capaz de realizar la reacción de transalquilación. El compuesto o compuestos aromáticos polialquilados incluyen habitualmente bencenos bi-alquilados (por ejemplo, bi-etilbenceno(s) o bi-isopropilbencenos) y benceno(s) tri-alquilado(s) (por ejemplo, tri-etilbencenos o tri-isopropilbencenos). Los catalizadores de transalquilación comerciales tienen conversión de bencenos bi-alquilados de aproximadamente 50% en peso hasta 90% en peso, pero conversión de bencenos tri-alquilados de bajo peso molecular (por ejemplo, menos del 20% en peso) bajo las mismas condiciones. La patente estadounidense N° 5.557.024 revela un proceso para la preparación de compuestos aromáticos de alquilo de cadena corta que utiliza MCM-56 y el uso de catalizadores de zeolita tales como MCM-22, zeolita X, zeolita Y y zeolita beta para la transalquilación de un compuesto o compuestos aromáticos polialquilados.

35 Sin embargo, ninguna de estas referencias contempla un proceso de transalquilación con un catalizador de transalquilación que se mantenga bajo condiciones suficientes para producir una relación de conversión de un compuesto(s) aromático(s) bi-alquilado(s) sobre una conversión de un compuesto(s) aromático(s) tri-alquilado(s) en un rango desde aproximadamente 0,5 a aproximadamente 2,5 a una temperatura menor de 300 °C.

40 La patente WO2004/056475 revela un proceso para la transalquilación de hidrocarburos aromáticos. La patente US2003/0092949 revela un proceso para producir cumeno. La patente WO98/14417 revela un proceso basado en zeolita para producir etilbenceno que sea adecuado para la renovación de una planta de etilbenceno basada en cloruro de aluminio.

Resumen de la invención

45 La presente invención hace referencia a un proceso para producir etilbenceno o cumeno que comprende las etapas de

poner en contacto un compuesto aromático alquilable con un agente alquilante de tipo alqueno bajo condiciones de alquilación y en presencia de un catalizador de alquilación, que comprende al menos una zeolita que tiene un tipo de estructura zeolítica seleccionada del grupo que consiste en MCM-22, MCM-36, MCM-49, MCM-56, y cualquier combinación de las mismas, para producir un efluente de alquilación que comprende un compuesto o compuestos aromáticos polialquilados,

50 poner en contacto un compuesto o compuestos aromáticos alquilados que comprende benceno con dicho compuesto o compuestos aromáticos polialquilados que comprende un compuesto o compuestos aromáticos bi-

- 5 alquilados y un compuesto o compuestos aromáticos tri-alquilados, dicho(s) compuesto(s) seleccionado(s) del grupo que consiste en dietilbenceno y diisopropilbenceno, dicho compuesto o compuestos tri-alquilados seleccionados del grupo que consiste en trietilbenceno y triisopropilbenceno, en condiciones de transalquilación en presencia de un catalizador de transalquilación que tiene zeolita de tipo FAU, para producir un efluente de transalquilación que comprenda dicho etilbenceno o cumeno,
- en donde durante la etapa de alquilación al menos 90% mol. de alqueno se convierte a una temperatura desde 50 °C por debajo de la temperatura de la etapa de transalquilación hasta 100 °C por encima de la temperatura de la etapa de transalquilación,
- 10 en donde las condiciones de transalquilación de temperatura y presión producen una relación de conversión de dietilbenceno sobre la conversión de trietilbenceno en un rango desde 0,5 a 2,5 o una relación de conversión de diisopropilbenceno en un rango desde 0,5 a 1,0, y
- en donde existe una integración de calor entre el reactor de alquilación y el reactor de transalquilación.
- 15 Opcionalmente, el catalizador de transalquilación se mantiene bajo las condiciones suficientes para producir una relación de conversión de dietilbenceno sobre la conversión de trietilbenceno en un rango desde 0,5 hasta 1,5, incluso más preferiblemente aproximadamente 0,5 a aproximadamente 1, aún más preferiblemente de aproximadamente 0,75 hasta aproximadamente 1,25, y de mayor preferencia aproximadamente 0,9 hasta aproximadamente 1,2. En otro modo de realización, el compuesto aromático alquilado es cumeno, en donde la relación de la conversión del compuesto o compuestos aromáticos bi-alquilados sobre la conversión del compuesto o compuestos aromáticos tri-alquilados se encuentra preferiblemente en un rango desde 0,5 a 0,9, y de mayor preferencia, de aproximadamente 0,6 a aproximadamente 0,9.
- 20 En un aspecto de cualquiera de los modos de realización anteriores, el catalizador de transalquilación comprende al menos uno de faujasita, zeolita Y, Y ultraestable (USY), Y desaluminizada, tipo Y intercambiada con tierras raras (REY), ZSM-3, ZSM-20, y cualquier combinación de las mismas.
- En un modo de realización preferido de la presente invención, el catalizador de transalquilación es zeolita Y.
- 25 En un modo de realización, el compuesto alquilado es cumeno, el compuesto o compuestos aromáticos alquilables incluyen benceno, y el compuesto o compuestos polialquilados incluyen poliisopropilbenceno(s). En otro modo de realización, el compuesto aromático alquilado es etilbenceno, el compuesto o compuestos aromáticos alquilables incluyen benceno, y el compuesto o compuestos aromáticos polialquilados incluyen polietilbenceno(s).
- 30 En un aspecto de cualquiera de los anteriores modos de realización, las condiciones de transalquilación incluyen una temperatura de 150 a 260 °C y una presión de 696 a 4137 kPa-a (101 a 600 psia), una WHSV basada en el peso de los compuestos aromáticos polialquilados de aproximadamente 0,5 a 100 h⁻¹, una relación molar del compuesto aromático alquilable con los compuestos aromáticos polialquilados de 1:1 a 10:1.
- 35 En otro aspecto de cualquiera de los modos de realización anteriores, la conversión del compuesto o compuestos aromáticos bi-alquilados se encuentra en el rango de aproximadamente 25% en peso a aproximadamente 95% en peso. En aún otro aspecto de cualquiera de los modos de realización anteriores, la conversión del compuesto o compuestos aromáticos bi-alquilados se encuentra en el rango de aproximadamente un 45% en peso a aproximadamente un 75% en peso.
- En el proceso de la invención, el catalizador de alquilación comprende al menos uno de MCM-22, MCM-36, MCM-49, MCM-56, y cualquier combinación de los mismos.
- 40 En un modo de realización preferido, el compuesto aromático alquilado es etilbenceno, el compuesto aromático alquilable comprende benceno, el agente alquilante comprende al menos 10% mol. de etileno, el compuesto o compuestos aromáticos polialquilados comprenden polietilbenceno(s). En otro modo de realización preferido, el compuesto aromático alquilado es cumeno, el compuesto aromático alquilable comprende benceno, el agente alquilante comprende propileno, y el compuesto o compuestos aromáticos polialquilados comprenden poliisopropilbenceno(s).
- 45 En un modo de realización de la presente invención, el agente alquilante comprende al menos uno de materia prima de un alqueno concentrado, materia prima de un alqueno diluido, o cualquier combinación de las mismas.
- En otro modo de realización, esta invención hace referencia a un método para la renovación de una planta o plantas existentes de etilbenceno o cumeno para producir etilbenceno o cumeno.

En otro modo de realización, la presente invención hace referencia a un método para la renovación de una planta o plantas existentes de etilbenceno o cumeno que tienen una integración de calor entre un reactor de alquilación y un reactor de transalquilación para producir etilbenceno o cumeno.

Descripción detallada de la invención

5 La presente invención hace referencia a un proceso de utilización que muestra una actividad catalítica relativa inesperadamente más alta en comparación con un catalizador de transalquilación convencional. El catalizador comprende al menos uno de faujasita, zeolita Y, Y ultraestable (USY), Y desaluminizada, tipo Y intercambiada con tierras raras (REY), ZSM-3, ZSM-20, y cualquier combinación de las mismas. El catalizador de transalquilación se mantiene bajo condiciones suficientes para producir una relación de conversión de un compuesto o compuestos aromáticos bi-alquilados sobre una conversión de un compuesto o compuestos aromáticos tri-alquilados en un rango desde aproximadamente 0,5 a aproximadamente 2,5, preferiblemente, aproximadamente 0,5 a aproximadamente 1,5, incluso más preferiblemente aproximadamente 0,5 a aproximadamente 1, aún más preferiblemente aproximadamente 0,75 a aproximadamente 1,25, y de mayor preferencia aproximadamente 0,9 a aproximadamente 1,2. En otro modo de realización, el compuesto aromático alquilado es cumeno, en donde la relación de conversión de un compuesto o compuestos aromáticos alquilados sobre un compuesto o compuestos aromáticos tri-alquilados se encuentra en un rango desde aproximadamente 0,5 hasta aproximadamente 1, preferiblemente, aproximadamente 0,5 a 0,9, y de mayor preferencia, aproximadamente 0,6 a 0,9.

Un tamiz molecular contiene habitualmente al menos dos elementos seleccionados del grupo que consiste en Si, Al, P, Ge, Ga y Ti, más particularmente seleccionados de Si, Al y Ti. Tamices moleculares a modo de ejemplo útiles para la transalquilación tienen las estructuras tipo FAU, *BEA, MTW, MWW, y cualquier combinación de los mismos. Ver "Atlas of Zeolite Structure Types", W.H. Meier, D.H. Olson, C.H. Baerlocher, Elsevier, 4ª Edición, 1996, cuya revelación se incorpora al presente documento a modo de referencia. Tamices moleculares particularmente adecuados incluyen zeolita beta, zeolita y, MCM-22, y ZSM-12.

La invención hace referencia además a un proceso para producir un compuesto aromático monoalquilado en donde en una etapa de alquilación, realizada bajo al menos condiciones de fase líquida parciales, un compuesto alquilable se hace reaccionar con un agente alquilante para producir un producto final aromático monoalquilado además de un compuesto polialquilado, que se separa y se alimenta a la etapa del proceso de transalquilación. En la etapa de transalquilación, que también se realiza preferiblemente bajo al menos condiciones de fase líquida parciales, el producto final polialquilado se pone en contacto, en un reactor de transalquilación, con un compuesto aromático alquilable en presencia de un catalizador de transalquilación para producir un compuesto monoalquilado.

El término "aromático" cuando se utiliza en referencia a los compuestos alquilables que son útiles en la presente patente, se ha de entender de acuerdo con su alcance reconocido en el arte que incluye compuestos sustituidos con alquilo, y mono- y polinucleares no sustituidos. Los compuestos de carácter aromático que poseen un heteroátomo son también útiles siempre que no actúen como venenos catalíticos bajo las condiciones de reacción seleccionadas.

Los compuestos aromáticos sustituidos que puede ser alquilados de acuerdo con la presente invención, tales como los compuestos aromáticos alquilables, deben poseer al menos un átomo de hidrógeno directamente enlazado al núcleo aromático. Los anillos aromáticos pueden ser sustituidos con uno o más grupos alquilo, arilo, alquilarilo, alcoxi, ariloxi, cicloalquilo, haluro, y/u otros grupos que no interfieran con la reacción de alquilación.

Hidrocarburos aromáticos adecuados incluyen benceno, naftaleno, antraceno, naftaceno, perileno, coroneno, y fenantreno, siendo el benceno preferido.

Generalmente, los grupos alquilo que pueden estar presentes como sustituyentes en el compuesto aromático contienen de 1 a 22 átomos de carbono, y habitualmente de aproximadamente 1 a 8 átomos de carbono, y de manera más habitual de aproximadamente 1 a 4 átomos de carbono.

Compuestos aromáticos sustituidos por alquilo adecuados, tales como agentes alquilantes, incluyen tolueno, xileno, isopropilbenceno, propilbenceno normal (n-propilbenceno), alfa-metilnaftaleno, etilbenceno, mesitileno, dureno, cimenos, butilbenceno, pseudocumeno, o-dietilbenceno, m-dietilbenceno, p-dietilbenceno, isoamilbenceno, isohexilbenceno, pentaetilbenceno, pentametilbenceno; 1,2,3,4-tetraetilbenceno; 1,2,3,5-tetrametilbenceno, 1,2,4-trietilbenceno; 1,2,3-trimetilbenceno, m-butiltolueno; p-butiltolueno; 3,5-dietiltolueno; o-etiltolueno; p-etiltolueno; m-propiltolueno; 4-etil-m-xileno; dimetilnaftaleno; etilnaftaleno; 2,3-dimetilantraceno; 9-etilantraceno; 2-metilantraceno; o-metilantraceno; 9,10-dimetilfenantreno; y 3-metil-fenantreno. Hidrocarburos alquilaromáticos de alto peso molecular pueden también ser utilizados como materiales de partida e incluyen hidrocarburos aromáticos tales como los producidos por la alquilación de hidrocarburos aromáticos con oligómeros de olefina. Con frecuencia se hace referencia a tales productos en el arte como alquilados e incluyen hexilbenceno, nonilbenceno, dodecilbenceno, pentadecilbenceno, hexiltolueno, noniltolueno, dodeciltolueno, pentadeciltolueno, etc. Muy a menudo el alquilado se

obtiene como una fracción de alto punto de ebullición en la cual el grupo alquilo acoplado al núcleo aromático varía en tamaño desde aproximadamente C₆ a aproximadamente C₁₂.

El reformado que contiene cantidades sustanciales de benceno, tolueno y/o xileno constituye una alimentación particularmente útil para el proceso de alquilación de la presente invención.

- 5 Los agentes alquilantes que pueden ser útiles en el proceso de la presente invención generalmente incluyen cualquier compuesto orgánico aromático o alifático que tenga uno o más grupos alifáticos alquilantes disponibles capaces de reaccionar con el compuesto aromático alquilable.

10 Preferiblemente, el agente alquilante empleado en la presente invención tiene al menos un grupo alifático alquilante que posee de 1 a 5 átomos de carbono. Ejemplos de tales agentes alquilantes son olefinas tales como etileno, propileno, los butenos, y los pentenos; alcoholes (incluyendo monoalcoholes, dialcoholes y trialcoholes) tales como metanol, etanol, los propanoles, los butanoles, y los pentanoles; aldehídos tales como formaldehído, acetaldehído, propionaldehído, butiraldehído, y n-valeraldehído; y halogenuros de alquilo tales como cloruro de metilo, cloruro de etilo, los cloruros de propilo, los cloruros de butilo y los cloruros de pentilo.

15 Las mezclas de olefinas ligeras son especialmente útiles como agentes alquilantes en el proceso de alquilación de la presente invención. Una mezcla de corriente de alqueno concentrado que tiene alqueno de al menos un 80% mol. y una corriente de alqueno diluido que tenga alqueno de aproximadamente un 10% mol. a un 80% mol. puede ser utilizada para la presente invención. Por consiguiente, mezclas de etileno, propileno, butenos, y/o pentenos que son los principales constituyentes de corrientes de refinería, por ejemplo, gas combustible, gas residual de plantas de gas que contiene etileno, propileno, etc., gas residual craqueador de nafta que contiene olefinas ligeras y corrientes de refinería de propano/propileno de FCC, son agentes alquilantes de utilidad en la presente patente. Por ejemplo, 20 una corriente de olefina ligera de FCC típica posee la siguiente composición:

	% en peso	% Molar
Etano	3,3	5,1
Etileno	0,7	1,2
Propano	4,5	15,3
Propileno	42,5	16,8
Isobutano	12,9	10,3
n-butano	3,3	2,6
Butenos	22,1	18,32
Pentanos	0,7	0,4

25 Los productos de reacción que pueden obtenerse del proceso de la invención incluyen etilbenceno de la reacción de benceno con etileno, cumeno de la reacción de benceno con propileno, etiltolueno de la reacción de tolueno con etileno, cimenos de la reacción de tolueno con propileno, y sec-butilbenceno de la reacción de benceno y n-butenos. Preferiblemente, el proceso de la invención hace referencia a la producción de etilbenceno mediante la alquilación de benceno con etileno seguido por la transalquilación de los subproductos de dietilbenceno con benceno adicional; la producción de cumeno mediante la alquilación de benceno con propileno seguido de la transalquilación de los subproductos de diisopropilbenceno con benceno adicional.

30 En un modo de realización de la invención, el proceso de alquilación de la presente invención se realiza de tal manera que los reactivos orgánicos, es decir, el compuesto aromático alquilable y el agente alquilante, se pongan en contacto con un catalizador de alquilación o transalquilación en una zona de reacción de alquilación o transalquilación adecuada tal como, por ejemplo, en un reactor de flujo que contiene un lecho fijo de la composición del catalizador, bajo condiciones de alquilación efectivas. Tales condiciones incluyen una temperatura desde 35 aproximadamente 0 °C a aproximadamente 500 °C (32°F a 932°F), y preferiblemente entre aproximadamente 50 °C y aproximadamente 300 °C (122°F a aproximadamente 572°F), más preferiblemente entre aproximadamente 100 a aproximadamente 285 °C (212 a 545°F), una presión de 689 a 4601 kPa-a (100 a 667 psia), preferiblemente, una presión de 1500 a 3500 kPa-a (218 a 508 psia), una WHSV basada en alqueno para un reactor global de 0,1 a 10 h⁻¹, preferiblemente 0,2 a 2 h⁻¹, más preferiblemente 0,5 a 1 h⁻¹, una relación molar del compuesto aromático alquilable con respecto al agente alquilante de aproximadamente 0,1:1 a aproximadamente 50:1, y preferiblemente puede ser 40 desde aproximadamente 0,5:1 a aproximadamente 10:1.

Los reactantes pueden estar, bien en la fase de vapor o parcialmente o completamente en la fase líquida, y pueden ser puros, es decir, libres de mezcla intencionada o dilución con otro material, o pueden ser puestos en contacto con la composición del catalizador de zeolita con la ayuda de gases portadores o diluyentes tales como, por ejemplo, hidrógeno y nitrógeno.

5 En otro modo de realización de la invención, el benceno es alquilado con etileno para producir un efluente del reactor de alquilación que contiene etilbenceno. La reacción de alquilación se lleva a cabo preferiblemente en la fase líquida bajo condiciones que incluyen una temperatura entre 300°F y 600°F (aproximadamente 150 °C a 316 °C), más preferiblemente entre 400°F y 500°F (aproximadamente 205 °C y 260 °C), una presión hasta aproximadamente 3000 psig (20865 kPa), más preferiblemente entre 400 y 800 psig (2869 y 5600 kPa), una velocidad espacial en peso por hora (WHSV, por sus siglas en inglés) entre aproximadamente 0,1 y 20 h⁻¹, más preferiblemente entre 0,5 h⁻¹ y 6 h⁻¹, en base a la alimentación de etileno, y una relación del benceno con respecto al etileno en el reactor de alquilación de 1:1 a 30:1 molar, más preferiblemente de aproximadamente 1:1 a 10:1 molar.

15 En aún otro modo de realización de la invención, el benceno es alquilado con propileno para producir un efluente del reactor de alquilación que contiene cumeno. La reacción de alquilación puede también tener lugar bajo condiciones en fase líquida que incluyen una temperatura de hasta aproximadamente 482°F (250 °C), por ejemplo, hasta aproximadamente 302°F (150°C), por ejemplo, de aproximadamente 50°F hasta aproximadamente t 257°F (10 °C a 125 °C); una presión de aproximadamente 250 atmósferas (25.000 kPa) o menos, por ejemplo, de aproximadamente 1 hasta aproximadamente 30 atmósferas (100 kPa - 3000 kPa); y una velocidad espacial en peso por hora del hidrocarburo aromático de 5 h⁻¹ hasta aproximadamente 250 h⁻¹, preferiblemente de 5 h⁻¹ a 50 h⁻¹.

20 El catalizador de alquilación o transalquilación que puede ser útil en esta invención es un tamiz molecular cristalino preferiblemente seleccionado de MCM-22 (descrita en detalle en la Patente estadounidense N° 4.954.325), MCM-36 (descrita en detalle en la Patente estadounidense 5.250.277), MCM-49 (descrita en detalle en la Patente estadounidense 5.236.575), MCM-56 (descrita en la Patente estadounidense 5.362,697), y zeolita beta (descrita en detalle en la Patente estadounidense 3.308.069).

25 Un modo de realización de la invención es un método de selección de un catalizador de transalquilación basado en la selección del catalizador de alquilación o viceversa. Seleccionando un catalizador de estas dos reacciones interrelacionadas (alquilación y transalquilación), se determinan las condiciones de reacción preferidas y la composición del producto correspondiente. Basándose en la selección de una de estas dos reacciones, la selección del catalizador para otra reacción puede ser determinada en base a los resultados a ser logrados.

30 También se describe en la presente memoria un método para seleccionar un catalizador de transalquilación para un proceso que tiene una etapa de alquilación y una etapa de transalquilación, donde el método comprende las etapas de:

(a) seleccionar un catalizador de alquilación que tenga al menos uno de MCM-22, MCM-36, MCM-49, MCM-56, y cualquier combinación de los mismos, en donde el catalizador de alquilación se mantiene bajo condiciones que incluyen temperatura y presión para asegurar al menos una conversión de alqueno del 90% mol., preferiblemente del 95% mol., incluso más preferiblemente del 99% mol.; y

(b) seleccionar un catalizador de transalquilación que tenga al menos uno zeolita que tenga una estructura zeolítica de tipo FAU, en donde la transalquilación es suficientemente activa para producir una relación de la conversión de un compuesto o compuestos aromáticos bi-alquilados sobre una conversión de un compuesto o compuestos aromáticos tri-alquilados en un rango de aproximadamente 0,5 a aproximadamente 2,5 en un rango de temperatura de aproximadamente 100 °C por debajo de la temperatura de la etapa (a) hasta aproximadamente 50 °C por encima de la temperatura de la etapa (a).

45 El efluente del reactor de alquilación contiene la alimentación del aromático en exceso, compuestos aromáticos mono-alquilados (tales como etilbenceno o cumeno), compuestos aromáticos polialquilados (tales como polietilbenceno o poliisopropilbenceno), y diversas impurezas. La alimentación de aromático se recupera por destilación y se recicla al reactor de alquilación. Habitualmente una pequeña purga se toma de la corriente de reciclaje para eliminar impurezas no reactivas del bucle. Las partes finales de la destilación del benceno se destilan adicionalmente para separar el producto monoalquilado de los productos polialquilados y otros hidrocarburos pesados.

50 El término "polietilbenceno" (PEB) en referencia a los compuestos aromáticos polialquilados que son útiles en la presente patente se ha de entender de acuerdo su alcance reconocido en el arte que incluye, a modo de ilustración y no de limitación, dietilbenceno (DEB) y trietilbenceno (TEB).

El término "poliisopropilbenceno" (PIPB) en referencia a compuestos aromáticos polialquilados que son útiles en la presente patente, debe entenderse de acuerdo con su alcance reconocido en el arte que incluye, a modo de ilustración y no de limitación, diisopropilbenceno (DIPB) y triisopropilbenceno (TIPB).

5 Los productos polialquilados separados del efluente del reactor de alquilación se hacen reaccionar con alimentación de aromáticos alquilables en un reactor de transalquilación, que pueden o no separarse del reactor de alquilación, sobre un catalizador de transalquilación adecuado. De acuerdo con la invención, el catalizador de transalquilación comprende al menos uno de MCM-22, MCM-36, MCM-49, MCM-56, zeolita beta, faujasita, mordenita, PSH-3, SSZ-25, ERB-1, ITQ-1, ITQ-2, zeolita Y, Y ultraestable (USY), Y desaluminizada Y, tipo Y intercambiada con tierras raras (REY), ZSM-3, ZSM-4, ZSM-18, ZSM-20, y cualquier combinación de las mismas.

10 La reacción de transalquilación de la invención se realiza bajo al menos condiciones de fase líquida parciales, de tal manera que los aromáticos reaccionen con compuestos aromáticos alquilables adicionales para producir un producto alquilado adicional. Las condiciones de transalquilación adecuadas incluyen una temperatura de 100 °C a 260 °C (212°F a 500°F), una presión de 696 a 5100 kPa-a (101-740 psia), una WHSV basada en el peso de los compuestos aromáticos polialquilados de aproximadamente 0,5 a 200 h⁻¹, y una relación de compuestos aromáticos / benceno polialquilado de 0,5:12 a 20:1. Preferiblemente, una temperatura de 1500° 260 °C y una presión de 696 a 4137 kPa-a (101 a 600 psia), una WHSV basada en el peso de los compuestos aromáticos polialquilados de aproximadamente 0,5 a 100 h⁻¹, una relación molar del compuesto aromático alquilable con respecto a los compuestos aromáticos polialquilados de 1:1 a 10:1.

20 En esta invención, existe una integración de calor entre el reactor de alquilación y el reactor de transalquilación. Por ejemplo, el efluente del reactor de alquilación puede ser utilizado para calentar la corriente de alimentación del reactor de transalquilación. El efluente del reactor de alquilación puede ser utilizado para generar vapor.

25 Las constantes de velocidad de reacción se calcularon utilizando métodos conocidos por los expertos en el arte. Ver "Principles and Practice of Heterogeneous Catalyst", J.M. Thomas, W.J. Thomas, VCH, 1ª Edición, 1997, cuya revelación se incorpora en la presente patente a modo de referencia. Las constantes de velocidad de reacción se calcularon tanto para DEB como para TEB bajo condiciones de reacción (temperatura, presión y WHSV), y la relación de estas constantes de la velocidad de reacción se calculó a continuación para examinar las velocidades relativas de DEB y la conversión de TEB. Se asumió que las reacciones son de primer orden con respecto a DEB y TEB, y de orden cero con respecto al benceno, ya que se encuentra en exceso.

30 En otro modo de realización de la presente invención, el proceso de esta invención puede ser utilizado para renovar una planta existente de etilbenceno o cumeno. En aún otro modo de realización de la presente invención, el proceso de esta invención puede ser utilizado para renovar una planta existente de AlCl₃ o BF₃. La renovación puede ser realizada reemplazando los procesos y catalizadores existentes con los procesos y catalizadores de la presente invención. La ventaja de renovar plantas existentes es el bajo coste.

35 En un modo de realización de esta invención, el catalizador de transalquilación se mantiene bajo condiciones suficientes para producir una relación de la constante de velocidad de un compuesto o compuestos aromáticos bi-alquilados sobre la constante de velocidad de un compuesto o compuestos aromáticos tri-alquilados en un rango de 0,5 a aproximadamente 4, preferiblemente, aproximadamente 0,5 a 1,5, incluso más preferiblemente de aproximadamente 0,5 a 1, aún más preferiblemente de aproximadamente 0,75 a 1,25, y de mayor preferencia aproximadamente 0,9 a aproximadamente 1,2. En otro modo de realización, el compuesto aromático alquilado es cumeno, en donde la relación de la conversión del compuesto o compuestos aromáticos bi-alquilados sobre la conversión del compuesto o compuestos aromáticos tri-alquilados se encuentra en un rango de aproximadamente 0,5 a aproximadamente 1, preferiblemente de aproximadamente 0,5 a aproximadamente 0,9, y de mayor preferencia, de aproximadamente 0,6 a aproximadamente 0,9.

45 Cuando los aromáticos polialquilados son poliisopropilbencenos y están en contacto con benceno para producir cumeno en un reactor de transalquilación, las condiciones de transalquilación incluyen preferiblemente una temperatura de 50°F a aproximadamente 100°F (100 °C a 200 °C), una presión de 20 a 30 bar (2100 – 3100 kPa), una velocidad espacial en peso por hora de 10 a 72 h⁻¹ sobre la alimentación total y una relación de peso de benceno/PIPB de 1:1 a 6:1

50 Cuando los aromáticos polialquilados son polietilbencenos y se ponen en contacto con benceno para producir etilbenceno en un reactor de transalquilación, las condiciones de transalquilación incluyen preferiblemente una temperatura de 428°F a aproximadamente 500°F (220 a 260 °C), una presión de 20 a 30 bar (2100 - 3100 kPa-a), una velocidad espacial en peso por hora de 2 a 6 h⁻¹ sobre la alimentación total y una relación de peso de benceno/PEB de 2:1 a 6:1.

55 El efluente del reactor de transalquilación se mezcla con el efluente del reactor de alquilación y la corriente combinada se destila para separar el producto monoalquilado deseado.

La presente invención se describirá en los siguientes ejemplos.

Ejemplo: Transalquilación de PEB a EB

5 La alimentación de transalquilación en el Ejemplo se preparó como sigue a continuación. El benceno y el para- y meta-dietilbenceno para usos químicos se purificaron mediante percolación sobre alúmina activada. Los dietilbencenos se mezclaron en una relación de 2:1 en peso (para:meta). El benceno y los polietilbencenos se mezclaron en una relación de peso de 2:1 y se almacenaron bajo nitrógeno. Un análisis de cromatógrafo de gases (CG) de la alimentación proporcionó la composición en peso que se muestra en la Tabla 1.

10 Dos catalizadores se sometieron a ensayo para la reacción de transalquilación, un catalizador de transalquilación comercial convencional (catalizador de baja actividad) se realiza utilizando zeolita con una estructura de tipo MOR, un Si/Al₂ de aproximadamente 35, un área superficial de aproximadamente 390 m²/g, es extruido para formar extruidos cilíndricos de 1/16" de diámetro con 20% en peso de alúmina. Un catalizador de transalquilación de elevada actividad se realiza con una zeolita con una estructura de tipo FAU, una relación de Si/Al₂ de aproximadamente 30, un área superficial de aproximadamente 780 m²/g y es extruida para formar extruidos cilíndricos de 1/16" de diámetro con 20% en peso de alúmina.

15 La alimentación líquida, que tiene una composición según se muestra en la tabla 1, se introdujo con una bomba de diafragma calibrada. Una tubería de 12,7" (1/2") fue utilizada para las cubas de reacción y contenían 30-35 g de catalizador operado en una configuración de flujo descendente en modo isotérmico. La presión de operación para todos los experimentos fue de 3204 KPa-a (465 psia). La temperatura, velocidad espacial en peso por hora (WHSV) y la relación benceno:polietilbenceno (B:PEB) se indican en la tabla junto con la correspondiente conversión de dietilbenceno (DEB) y trietilbenceno (TEB) y sus correspondientes constantes de velocidad (k) de primer orden. El producto total se enfrió y se analizó con un cromatógrafo de gases con sistema "off-line" equipado con un detector de ionización de llama. Los resultados se muestran en la Tabla 2.

Tabla 1:

Componente	Composición (% en peso)
Benceno	60,0
Etilbenceno	0,1
m-dietilbenceno (m-DEB)	19,1
p-dietilbenceno (p-DEB)	9,3
o-dietilbenceno (o-DEB)	7,7
1,3,5-trietilbenceno (135-TEB)	1,8
1,2,4-trietilbenceno (124-TEB)	1,8
1,2,3-trietilbenceno (123-TEB)	0,1

25

Tabla 2:

	Catalizador de baja actividad	Catalizador de elevada actividad	Catalizador de elevada actividad	Catalizador de elevada actividad
T (°C)	240	200	207	200
B:PEB (mol:mol)	1,8	1,4	1,4	1,5
WHSV (hr ⁻¹)	1,4	1,5	1,5	1,3
Constante – velocidad DEB (hr ⁻¹)	0,9	1,2	1,4	1,5
Constante – velocidad TEB (hr ⁻¹)	0,2	1,0	1,6	1,7

Tabla 2 (continuación)

	Catalizador de baja actividad	Catalizador de elevada actividad	Catalizador de elevada actividad	Catalizador de elevada actividad
Conversión DEB (% en peso)	48%	59%	63%	65%
Conversión TEB (% en peso)	16%	50%	67%	70%
Producción de hidrocarburos pesados (% en peso)	1,8%	0,6%	0,7%	0,6%

5 El catalizador de transalquilación de elevada actividad de la presente invención tiene una relación de conversión de DEB sorprendentemente baja sobre la conversión de TEB que se encuentra en un rango de 0,9 a 1,18, en comparación con el catalizador de transalquilación convencional que tiene una relación de conversión de DEB sobre la conversión de TEB de 3.

10 El catalizador de transalquilación de elevada actividad de la presente invención tiene una relación de la constante de velocidad de DEB sorprendentemente baja sobre la constante de velocidad de TEB que se encuentra en un rango de 0,875 a 1,2, en comparación con el catalizador de transalquilación convencional que tiene una relación de la constante de velocidad de DEB sobre la constante de velocidad de TEB de 4,5.

REIVINDICACIONES

1. Proceso para producir etilbenceno o cumeno que comprende las etapas de

5 poner en contacto un compuesto aromático alquilable con un agente alquilante de tipo alqueno bajo condiciones de alquilación y en presencia de un catalizador de alquilación, que comprende al menos una zeolita que tiene un tipo de estructura zeolítica seleccionada del grupo que consiste en MCM-22, MCM-36, MCM-49, MCM-56, y cualquier combinación de las mismas, para producir un efluente de alquilación que comprende un compuesto o compuestos aromáticos polialquilados,

10 poner en contacto un compuesto o compuestos aromáticos alquilables que comprende benceno, con dicho compuesto o compuestos aromáticos polialquilados que comprende un compuesto o compuestos aromáticos bi-alquilados y un compuesto o compuestos aromáticos tri-alquilados, dicho compuesto o compuestos aromáticos alquilados seleccionados del grupo que consiste en dietilbenceno y diisopropilbenceno, dicho compuesto o compuestos tri-alquilados seleccionados del grupo que consiste en trietilbenceno y triisopropilbenceno, en condiciones de transalquilación en presencia de un catalizador de transalquilación que tiene una zeolita de tipo FAU, para producir un efluente de transalquilación que comprende dicho etilbenceno o cumeno,

15 en donde durante la etapa de alquilación al menos un 90% mol. de alqueno se convierte a una temperatura desde 50 °C por debajo de la temperatura de la etapa de transalquilación hasta 100 °C por encima de la temperatura de la etapa de transalquilación,

20 en donde las condiciones de transalquilación de temperatura y presión producen una relación de la conversión de dietilbenceno sobre la conversión de trietilbenceno en un rango de 0,5 a 2,5 o una relación de la conversión de diisopropilbenceno sobre la conversión de triisopropilbenceno en un rango de 0,5 a 1,0, y

en donde existe una integración de calor entre el reactor de alquilación y el reactor de transalquilación.

2. Proceso según la reivindicación 1, en donde dicho catalizador de transalquilación es zeolita Y.

25 3. Proceso según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde dichas condiciones de transalquilación incluyen una temperatura de 150 a 260 °C y una presión de 696 a 4137 kPa-a (101 a 600 psia), una WHSV basada en el peso de dichos compuestos aromáticos polialquilados de 0,5 a 100 h⁻¹, una relación molar de dicho compuesto aromático alquilable con respecto a dichos compuestos aromáticos polialquilados de 1:1 a 10:1.

4. Proceso según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde la conversión de dietilbenceno o diisopropilbenceno se encuentra en el rango de 25% en peso a 95% en peso.

30 5. Proceso según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde la conversión de dietilbenceno o diisopropilbenceno se encuentra en el rango de 45% en peso a 75% en peso.

6. Proceso según la reivindicación 5, que además comprende la etapa de separar dicho efluente de alquilación para recuperar dicho compuesto o compuestos aromáticos polialquilados.

7. Proceso según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, que además comprende la etapa de separar dicho efluente de alquilación o dicho efluente de transalquilación, para recuperar dicho compuesto aromático alquilado.

35 8. Proceso según cualquiera de las reivindicaciones 6 o 7, en donde dicho agente alquilante comprende materia prima de etileno o propileno.

9. Proceso según la reivindicación 8, en donde dicho agente alquilante comprende al menos uno de materia prima concentrada de etileno o propileno, etileno diluido o materia prima de propileno de al menos un 10% de etileno o propileno, o cualquier combinación de los mismos.

40 10. Método para renovar un planta o plantas existentes de etilbenceno o cumeno para producir etilbenceno o cumeno, donde dicho método comprende la etapa de reemplazar el proceso de transalquilación existente con el proceso de cualquiera de las reivindicaciones precedentes.