

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **3 009 364**

51 Int. Cl.:

C07C 2/08 (2006.01)

C07C 7/04 (2006.01)

C07C 11/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **27.10.2022** **PCT/FI2022/050703**

87 Fecha y número de publicación internacional: **04.05.2023** **WO23073284**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **27.10.2022** **E 22800312 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **15.01.2025** **EP 4225718**

54 Título: **Un procedimiento para fabricar trímeros y tetrámeros de olefina**

30 Prioridad:

27.10.2021 FI 20216108

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

26.03.2025

73 Titular/es:

NESTE OYJ (100.00%)
Keilaranta 21
02150 Espoo, FI

72 Inventor/es:

PYHÄLAHTI, ANTTI y
KANERVO, JAANA

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 3 009 364 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

Un procedimiento para fabricar trímeros y tetrámeros de olefina

Campo técnico

- 5 La presente divulgación se refiere en general a un procedimiento para fabricar trímeros y tetrámeros de olefina. La divulgación se refiere particularmente, aunque no exclusivamente, a un procedimiento continuo que se puede controlar de manera que la producción de trímeros de olefina y tetrámeros de olefina puede ajustarse según se desee.

Antecedentes

Esta sección ilustra información de antecedentes útil sin admisión de ningún mecanismo descrito en el presente documento representativa del estado de la técnica.

- 10 Las olefinas son hidrocarburos que contienen al menos un doble enlace. Las olefinas se pueden utilizar como una materia prima valiosa en combustibles y mezclas de combustibles. Dependiendo de la fuente, las olefinas pueden variar de tamaño, grado de ramificación, y también de la posición y número de dobles enlaces.

- 15 Las moléculas de olefina más pequeñas se pueden mejorar para producir moléculas de cadena más larga, es decir, oligómeros de monómeros de olefina. Las reacciones de oligomerización implican poner en contacto monómeros de olefina con un catalizador para producir una molécula de cadena más larga compuesta de monómeros de olefina.

El documento WO 2021/029939 divulga procedimientos para producir polialfaolefinas.

Compendio

- 20 Las reivindicaciones adjuntas definen el alcance de protección. Cualquier ejemplo, descripción o dibujo de un aparato, producto o método que no está cubierto por las reivindicaciones se presenta en el presente documento no como una realización de la invención, sino como técnica anterior o como un ejemplo que puede ser útil para entender la invención.

Según un primer aspecto, se proporciona un procedimiento para la fabricación controlada de trímeros de olefina y tetrámeros de olefina que comprende:

- a. alimentar al menos un monómero de olefina y al menos un moderador que contiene oxígeno a al menos una primera unidad de reactor que contiene un catalizador;
- 25 b. hacer funcionar al menos una de la primera unidad o unidades de reactor a una temperatura seleccionada del intervalo de 30-140°C y a una presión seleccionada del intervalo de 800-5000 kPa para llevar a cabo reacciones catalíticas entre olefinas dentro de la primera unidad de reactor;
- c. extraer una primera corriente de salida del reactor de al menos una de la primera unidad o unidades de reactor;
- 30 d. destilar la primera corriente de salida del reactor en una primera columna de destilación para separar al menos un primer producto destilado que comprende al menos monómeros de olefina sin reaccionar, y un primer producto de cola que comprende al menos dímeros de los monómeros de olefina;
- e. alimentar el primer producto de cola a al menos una segunda unidad de reactor que contiene un catalizador;
- 35 f. hacer funcionar al menos una de la segunda unidad o unidades de reactor a una temperatura seleccionada del intervalo de 30-140°C y a una presión seleccionada del intervalo de 150-5000 kPa para llevar a cabo reacciones catalíticas entre olefinas dentro de la segunda unidad de reactor;
- g. extraer una segunda corriente de salida del reactor de al menos una de la segunda unidad o unidades de reactor; y
- 40 h. destilar la segunda corriente de salida del reactor en una segunda columna de destilación para separar un segundo producto destilado que comprende al menos dímeros de olefina, y un segundo producto de cola que comprende al menos trímeros y/o tetrámeros de los monómeros de olefina; y en donde

el procedimiento comprende adicionalmente controlar la composición de la segunda corriente de salida del reactor mediante:

- 45 i. alimentación de dímeros de olefina a al menos una de la primera unidad o unidades de reactor para aumentar la cantidad de trímeros de olefina en la segunda corriente de salida del reactor; y/o
- ii. alimentación de dímeros de olefina a al menos una de la segunda unidad o unidades de reactor para aumentar la cantidad de tetrámeros de olefina en la segunda corriente de salida del reactor.

En una realización en las etapas i. y ii. la expresión "alimentación de dímeros de olefina" comprende o consiste en alimentación de dímeros de olefina del segundo producto destilado. Adicional o alternativamente, los dímeros de olefina se pueden alimentar desde otra fuente en cualquiera o ambas de estas etapas.

5 Una ventaja del presente procedimiento es la alta eficiencia de carbono. El procedimiento convierte monómeros de olefina eficazmente y con alto rendimiento en trímeros de olefina y/o tetrámeros de olefina.

En una realización, al menos una porción de los dímeros de olefina formados durante el procedimiento, se reciclan a al menos una de la primera unidad o unidades de reactor y/o a al menos una de la segunda unidad o unidades de reactor, y en donde la razón de reciclado de los dímeros de olefina entre la primera unidad de reactor y la segunda unidad de reactor se selecciona del intervalo de 0-100%.

10 Cuando los dímeros de olefina se reciclan a la primera unidad o unidades de reactor, los dímeros se alimentan preferiblemente a la primera unidad o unidades de reactor a través de una línea de alimentación de reactor, tal como la primera línea de alimentación de reactor 11 mostrada en la Fig. 1. De este modo se consigue una mezcla eficaz de dímeros reciclados con los monómeros de olefina de nueva aportación.

15 En una realización, cuando se producen trímeros de olefina, la cantidad de dímero reciclado en comparación con el monómero de nueva aportación en al menos una de la primera unidad o unidades de reactor es al menos aproximadamente 350%, preferiblemente al menos aproximadamente 400%, o aproximadamente 350-550%, preferiblemente aproximadamente 400-500%, o aproximadamente 450%. Preferiblemente, no se recicla ningún dímero a la segunda unidad o unidades de reactor cuando sólo se desea la producción de trímeros de olefina. En otra realización, las condiciones de funcionamiento son las especificadas en la Tabla 1. La cantidad del dímero reciclado en comparación con el monómero de nueva aportación se puede referir a la cantidad en una primera unidad de reactor, o en dos, en tres, en cuatro o en todas las primeras unidades de reactor que comprenden la primera zona de reacción.

20 En una realización, cuando se producen tetrámeros de olefina, la cantidad total de componentes reciclados en comparación con el monómero de nueva aportación es de al menos aproximadamente 250%, preferiblemente al menos aproximadamente 300%, o aproximadamente 250-350%, preferiblemente aproximadamente 300-350%, o aproximadamente 320%. Preferiblemente, el dímero se recicla a al menos una de la segunda unidad o unidades de reactor cuando se producen tetrámeros de olefina, y la cantidad de dímero reciclado en comparación con el monómero de nueva aportación es al menos aproximadamente 100%, tal como 100-200% o 100-150% o aproximadamente 140%. En otra realización, las condiciones de funcionamiento son las especificadas en la Tabla 1. La cantidad del dímero reciclado en comparación con el monómero de nueva aportación puede referirse a la cantidad en una unidad de reactor, o en dos, en tres, en cuatro o en todas las unidades de reactor que comprenden una zona de reacción.

25 En una realización, la temperatura de funcionamiento de al menos una de la primera unidad o unidades de reactor y/o al menos una de la segunda unidad o unidades de reactor se selecciona del intervalo de 50-140°C, o del intervalo de 40-120°C, o del intervalo de 45-120°C, o del intervalo de 50-120°C. Otro intervalo de temperatura que se puede utilizar en la al menos una primera unidad o unidades de reactor y/o al menos una segunda unidad o unidades de reactor es una temperatura seleccionada del intervalo de 45-110°C, o del intervalo de 50-110°C. En otra realización, dicha temperatura se selecciona del intervalo de 60-110°C.

30 En otra realización en la primera unidad de reactor, la temperatura se selecciona del intervalo de 90-110°C, o del intervalo de 95-105°C, tal como aproximadamente 100°C. Cuando se producen trímeros de olefina, la temperatura en la segunda unidad de reactor se puede seleccionar del intervalo de 30-50°C, tal como aproximadamente 40°C. Cuando se producen tetrámeros de olefina, la temperatura en la segunda unidad de reactor se puede seleccionar del intervalo de 90-110°C, o de 95-105°C, tal como aproximadamente 100°C.

35 En una realización, la velocidad espacial de peso por hora de funcionamiento de al menos una de la primera unidad o unidades de reactor se selecciona del intervalo de 1-10 1/h, y/o la velocidad espacial de peso por hora de funcionamiento de al menos una de la segunda unidad o unidades de reactor se selecciona del intervalo de 0,05-100 1/h.

40 En una realización, cuando se producen trímeros de olefina, la velocidad espacial de peso por hora de funcionamiento de al menos una de la primera unidad o unidades de reactor se selecciona del intervalo de 1-5 1/h, o del intervalo de 1-2 1/h. En otra realización, la velocidad espacial de peso por hora de funcionamiento de al menos una de la segunda unidad o unidades de reactor se selecciona del intervalo de 0,05-0,3 1/h, o de 0,1-0,2 1/h, tal como aproximadamente 0,15 1/h. En otra realización, la WHSV es la especificada en la Tabla 1.

45 En una realización, cuando se producen tetrámeros de olefina, la velocidad espacial de peso por hora de funcionamiento de al menos una de la primera unidad o unidades de reactor se selecciona del intervalo de 1-5 1/h, o del intervalo de 1-2 1/h. En otra realización, la velocidad espacial de peso por hora de funcionamiento de al menos una de la segunda unidad o unidades de reactor se selecciona del intervalo de 0,2-0,5 1/h, o de 0,3-0,4 1/h, tal como aproximadamente 0,35 1/h. En otra realización, la WHSV es la especificada en la Tabla 1.

50 En una realización, la presión de funcionamiento de al menos una de la primera unidad o unidades de reactor se selecciona del intervalo de 2400-3000 kPa.

En una realización, la presión de funcionamiento de al menos una de la segunda unidad o unidades de reactor se selecciona del intervalo de 1900-2300 kPa. En otra realización, la presión de funcionamiento de al menos una de la segunda unidad o unidades de reactor se selecciona del intervalo de 150-2300 kPa, tal como del intervalo de 300-2300 kPa o 400-2300 kPa.

5 En una realización, la presión en la primera unidad de reactor es mayor que la presión en la segunda unidad de reactor.

En una realización, la presión de funcionamiento de al menos una de la primera unidad o unidades de reactor se selecciona del intervalo de 2500-2700 kPa, tal como aproximadamente 2600 kPa, y/o la presión de funcionamiento de al menos una de la segunda unidad o unidades de reactor se selecciona del intervalo de 2000-2200 kPa, tal como aproximadamente 2100 kPa. En una realización, la presión en al menos una de la primera unidad o unidades de reactor es mayor que la presión en al menos una de la segunda unidad o unidades de reactor.

10 En una realización, la cantidad del moderador que contiene oxígeno en al menos una de la primera unidad o unidades de reactor se selecciona del intervalo de 1000-15000 moles-ppm y/o la cantidad del moderador que contiene oxígeno en al menos una de la segunda unidad o unidades de reactor se selecciona del intervalo de 10-10000 moles-ppm o 10-2500 moles-ppm.

En una realización, la cantidad del moderador que contiene oxígeno en al menos una de la primera unidad o unidades de reactor se selecciona del intervalo de 1000-15000 moles-ppm y/o la cantidad del moderador que contiene oxígeno en al menos una de la segunda unidad o unidades de reactor se selecciona del intervalo de 10-10000 moles-ppm o 10-2500 moles-ppm.

15 En una realización, la cantidad del moderador que contiene oxígeno en al menos una de la primera unidad o unidades de reactor se selecciona del intervalo de 2000-15000 moles-ppm, o de 2200-2800 moles-ppm, tal como aproximadamente 2600 moles-ppm.

En una realización, la cantidad del moderador que contiene oxígeno en al menos una de la segunda unidad o unidades de reactor se selecciona del intervalo de 5-20 moles-ppm, o del intervalo de 5-15 moles-ppm, tal como aproximadamente 10 moles-ppm. Esta cantidad es ventajosa cuando se producen trímeros de olefina. En otra realización, la cantidad de moderador que contiene oxígeno (producto oxigenado) es la especificada en la Tabla 1.

20 En una realización, la cantidad del moderador que contiene oxígeno en al menos una de la segunda unidad o unidades de reactor se selecciona del intervalo de 500-2500 moles-ppm, o del intervalo de 1000-2000 moles-ppm, tal como aproximadamente 1500 moles-ppm. Esta cantidad es ventajosa cuando se producen tetrámeros de olefina. En otra realización, la cantidad de moderador que contiene oxígeno (producto oxigenado) es la especificada en la Tabla 1.

En una realización, la cantidad del moderador que contiene oxígeno en al menos una de la segunda unidad o unidades de reactor se selecciona del intervalo de 500-2500 moles-ppm, o del intervalo de 1000-2000 moles-ppm, tal como aproximadamente 1500 moles-ppm. Esta cantidad es ventajosa cuando se producen tetrámeros de olefina. En otra realización, la cantidad de moderador que contiene oxígeno (producto oxigenado) es la especificada en la Tabla 1.

25 La elección de las selectividades de la reacción guía de concentración de producto oxigenado en el presente procedimiento: en la primera unidad o unidades de reactor la selectividad está equilibrada entre oligómeros de dímeros y trímeros: cuanto más producto oxigenado se suministra, más dímeros sobre trímeros se forman, en la segunda unidad o unidades de reactor cuanto más producto oxigenado se suministra, más tetramerización se suprime, preservando así la composición de trímeros entrantes. Los extremos del producto de cola de la primera columna son un producto dominado por dímeros con trazas de oligómeros más pesados, o un producto dominado por trímeros con trazas de oligómeros más pesados.

La elección de las selectividades de la reacción guía de concentración de producto oxigenado en el presente procedimiento: en la primera unidad o unidades de reactor la selectividad está equilibrada entre oligómeros de dímeros y trímeros: cuanto más producto oxigenado se suministra, más dímeros sobre trímeros se forman, en la segunda unidad o unidades de reactor cuanto más producto oxigenado se suministra, más tetramerización se suprime, preservando así la composición de trímeros entrantes. Los extremos del producto de cola de la primera columna son un producto dominado por dímeros con trazas de oligómeros más pesados, o un producto dominado por trímeros con trazas de oligómeros más pesados.

30 Los monómeros de olefina y el posible disolvente residen en todos los modos de funcionamiento en la primera unidad o unidades de reactor y la primera columna, y no entran en la segunda unidad o unidades de reactor.

Los monómeros de olefina y el posible disolvente residen en todos los modos de funcionamiento en la primera unidad o unidades de reactor y la primera columna, y no entran en la segunda unidad o unidades de reactor.

35 En el presente procedimiento, la selectividad de los productos finales se controla mediante la concentración de producto oxigenado que determina la selectividad del producto dentro de cada unidad de reactor, el modo de funcionamiento de la primera columna, y la razón de reciclado de los dímeros de la segunda columna entre la primera y la segunda unidad o unidades de reactor.

En el modo de funcionamiento dominado por trímeros, los dímeros residen en la primera unidad o unidades de reactor y en la primera columna, y no entran en la segunda unidad o unidades de reactor.

40 En una realización, los trímeros de olefina no se reciclan desde el segundo producto destilado al primer reactor o al segundo reactor.

En una realización, los trímeros de olefina no se reciclan desde el segundo producto destilado al primer reactor o al segundo reactor.

En el modo de funcionamiento de grado mixto, todos los trímeros objetivo se producen en la primera unidad o unidades de reactor y el régimen de la primera columna, mientras que los dímeros extraídos de la cola de la primera columna se convierten en tetrámeros en la segunda unidad o unidades de reactor.

45 En el modo de funcionamiento dominado por el producto de tetrámero máximo, la producción de dímeros se ve favorecida en la primera unidad o unidades de reactor controlando la cantidad de producto oxigenado. Opcionalmente, la conversión de monómero de un solo paso se mantiene por debajo de 90%. Opcionalmente, los monómeros de la parte superior de la primera columna se reciclan a la primera unidad o unidades de reactor y extrayendo dímero con oligómeros superiores mínimos de la cola de la primera columna. Por lo tanto, en la segunda unidad de reactor/zona de reacción los dímeros se dimerizan a tetrámeros de una manera controlada y todos los dímeros sin reaccionar se reciclan a la segunda unidad de reactor/zona de reacción.

En el modo de funcionamiento dominado por el producto de tetrámero máximo, la producción de dímeros se ve favorecida en la primera unidad o unidades de reactor controlando la cantidad de producto oxigenado. Opcionalmente, la conversión de monómero de un solo paso se mantiene por debajo de 90%. Opcionalmente, los monómeros de la parte superior de la primera columna se reciclan a la primera unidad o unidades de reactor y extrayendo dímero con oligómeros superiores mínimos de la cola de la primera columna. Por lo tanto, en la segunda unidad de reactor/zona de reacción los dímeros se dimerizan a tetrámeros de una manera controlada y todos los dímeros sin reaccionar se reciclan a la segunda unidad de reactor/zona de reacción.

50 En el modo de funcionamiento dominado por el producto de tetrámero máximo, la producción de dímeros se ve favorecida en la primera unidad o unidades de reactor controlando la cantidad de producto oxigenado. Opcionalmente, la conversión de monómero de un solo paso se mantiene por debajo de 90%. Opcionalmente, los monómeros de la parte superior de la primera columna se reciclan a la primera unidad o unidades de reactor y extrayendo dímero con oligómeros superiores mínimos de la cola de la primera columna. Por lo tanto, en la segunda unidad de reactor/zona de reacción los dímeros se dimerizan a tetrámeros de una manera controlada y todos los dímeros sin reaccionar se reciclan a la segunda unidad de reactor/zona de reacción.

- En una realización, la cantidad de alimentación de disolvente es 0-80% en peso, preferiblemente 0-60% en peso, basándose en el objetivo de la composición del producto final y el modo de funcionamiento posterior de la primera unidad de reactor/zona de reacción. En los casos donde se elige como diana una proporción de trímero sustancial en el producto, el disolvente se puede omitir completamente. En el modo de funcionamiento dominado por tetrámeros, puede ser necesaria una fracción definida de disolvente para controlar la naturaleza exotérmica de las reacciones en la primera unidad de reactor/zona de reacción. El grado de dimerización elegido como diana para la primera unidad o unidades de reactor determina la necesidad de disolvente (todos los dímeros 50-80% de disolvente, todos los trímeros 0% de disolvente). En todos los casos donde se utiliza disolvente, se recicla desde la primera columna a la primera unidad de reactor/zona de reacción y el disolvente no entra en la segunda unidad de reactor/zona de reacción.
- En una realización donde el tetrámero es el producto dominante y la alimentación no contiene un componente disolvente inerte adecuado, puede ser necesario una alimentación de disolvente adicional. Cuando se utiliza disolvente añadido, una parte principal del disolvente se recicla a través de la primera unidad de reactor/zona de reacción y la primera columna, y solo es necesaria una alimentación de reposición menor. Adicionalmente, una alimentación industrial puede contener suficiente cantidad de disolvente adecuado como impureza, y en tal caso no es necesaria alimentación de disolvente adicional.
- Por otra parte, una alimentación industrial puede contener impurezas inertes ligeras tales como hidrocarburos paraafínicos con el mismo número de carbonos que la olefina u olefinas reactivas, que se puede acumular en las corrientes de reciclado. En tal caso, se puede tomar una corriente de purgado desde la parte superior de la columna. Si el caudal de la corriente de purgado es sustancial, puede ser ventajoso tomar la corriente de reciclado como una corriente lateral por debajo de la parte superior de la columna con el fin de evitar la pérdida de los dímeros presentes en la corriente de reciclado.
- En una realización, los monómeros de olefina comprenden olefinas que tienen cuatro átomos de carbono, preferiblemente isobuteno. En otra realización, el isobuteno comprende 10-100% en peso de la alimentación de olefina de nueva aportación alimentada a la primera unidad de reactor.
- En una realización, los monómeros de olefina se alimentan a al menos una de la primera unidad o unidades de reactor en una alimentación de olefina que comprende al menos una de las siguientes: olefinas C4, olefinas C5, una alimentación mixta de olefinas C4 y C5, isobuteno, 1-buteno, cis-2-buteno, trans-2-buteno o cualquiera de sus mezclas; y que comprende opcionalmente compuestos inertes, n-butano, i-butano, butadieno, fracción de destilación o cualquiera de sus mezclas.
- En una realización, al menos uno de los varios catalizadores, o el catalizador, es un catalizador ácido, preferiblemente un catalizador de resina de intercambio iónico fuertemente ácido, lo más preferiblemente un catalizador de resina de intercambio iónico ácido macrorreticular. El catalizador utilizado en la primera unidad de reactor o zona de reacción puede ser el mismo catalizador que se utiliza en la segunda unidad de reactor o zona de reacción. También es posible utilizar un catalizador diferente en la primera unidad de reactor (o zona de reacción) y en la segunda unidad de reactor (o zona de reacción).
- En una realización, el moderador que contiene oxígeno comprende agua, agua desmineralizada, alcohol, alcohol terciario, o cualquiera de sus combinaciones.
- En una realización, el procedimiento comprende adicionalmente aumentar la cantidad de trímeros de olefina en la corriente de producto final, o en la segunda corriente de salida del reactor, reciclando dímeros de olefina presentes en el segundo producto destilado a al menos una de la primera unidad o unidades de reactor.
- En una realización, 0-50% en peso de los dímeros de olefina presentes en el segundo producto destilado se reciclan a al menos una de la primera unidad o unidades de reactor para obtener una razón de trímeros a tetrámeros de 25-0,05 (p/p) en la segunda corriente de salida del reactor.
- En una realización, 0-50% en peso del segundo producto destilado se recicla a al menos una de la primera unidad o unidades de reactor para obtener una razón de trímeros a tetrámeros de 25-0,05 (p/p) en la segunda corriente de salida del reactor. Puesto que el segundo producto destilado contiene dímeros, el procedimiento puede dirigirse a favorecer la producción de trímeros de olefina aumentando la cantidad de dímeros de olefina en la primera unidad de reacción. Cuando se desea la producción de trímeros, la cantidad de segundo producto destilado reciclado a la primera unidad de reactor se puede aumentar, por ejemplo, se puede reciclar 5-50, 10-50, 20-50, 30-50 o 40-50% en peso del segundo producto destilado a la primera unidad de reactor.
- En una realización, el procedimiento comprende adicionalmente destilar el segundo producto de cola en una tercera columna de destilación para separar un tercer producto destilado que comprende trímeros de los monómeros de olefina, y un tercer producto de cola que comprende tetrámeros de los monómeros de olefina.
- En una realización, el procedimiento comprende adicionalmente aumentar la cantidad de tetrámeros de olefina en la segunda corriente de salida del reactor reciclando monómeros de olefina del primer producto destilado a al menos una de la primera unidad o unidades de reactor para aumentar la producción de dímeros de olefina en la primera unidad de reactor, alimentando el primer producto de cola a al menos una de la segunda unidad o unidades de reactor, y

- reciclando dímeros de olefina del segundo producto destilado a al menos una de la segunda unidad o unidades de reactor. Al reciclar monómeros de olefina a la primera unidad de reactor, se mejora la producción de dímeros de olefina, y estos dímeros de olefina se hacen reaccionar después de la destilación en la segunda unidad de reactor. A la segunda unidad de reactor también se reciclan dímeros de la segunda columna de destilación, y de ese modo se
- 5 aumenta la cantidad de dímeros de olefina en el segundo reactor, lo que favorece la formación de tetrámeros de olefina en la segunda unidad de reactor.
- En una realización, 99-100% en peso de los monómeros de olefina presentes en el primer producto destilado se reciclan a al menos una de la primera unidad o unidades de reactor y el primer producto de cola contiene 2-98% en peso de dímeros de olefina.
- 10 En una realización, los dímeros se reciclan solo a al menos una de la segunda unidad o unidades de reactor.
- En una realización, 4-99% o 4-96% de monómeros de olefina se convierten en trímeros de olefina en el procedimiento.
- En una realización, 4-99% o 4-94% de los monómeros de olefina se convierten en tetrámeros de olefina en el procedimiento.
- 15 El presente procedimiento permite una alta eficacia de carbono con respecto al monómero de olefina reactivo: en el caso de alimentación de olefina de alta pureza > 99% de los monómeros terminan en los oligómeros producto, mientras que se pueden esperar pérdidas menores en los casos de alimentación mixta donde la corriente de purgado de la parte superior de la primera columna puede llevar algo de monómero reactivo (<1-5%).
- Según un segundo aspecto, se proporciona un sistema de conversión de olefinas configurado para llevar a cabo el procedimiento del primer aspecto y que comprende:
- 20 a. al menos una primera unidad de reactor configurada para recibir un catalizador ácido;
- b. al menos una segunda unidad de reactor configurada para recibir un catalizador ácido;
- c. una primera columna de destilación configurada para separar monómeros de olefina de dímeros de olefina;
- d. una segunda columna de destilación configurada para separar dímeros de olefina de trímeros de olefina y tetrámeros de olefina;
- 25 e. al menos una primera línea de alimentación del reactor en conexión de fluido con al menos una de la primera unidad o unidades de reactor, y al menos un depósito para monómeros de olefina;
- f. una primera línea de corriente de salida del reactor en conexión de fluido con al menos una de la primera unidad o unidades de reactor y la primera columna de destilación;
- 30 g. una primera línea de reciclado en conexión de fluido con al menos una de la primera unidad o unidades de reactor y la primera columna de destilación;
- h. una primera línea de producto de cola en conexión de fluido con la primera columna de destilación y al menos una de la segunda unidad o unidades de reactor;
- i. una segunda línea de corriente de salida del reactor en conexión de fluido con al menos una de la segunda unidad o unidades de reactor y la segunda columna de destilación;
- 35 j. una segunda línea de reciclado en conexión de fluido con la segunda columna de destilación, al menos una de la primera unidad o unidades de reactor, y al menos una de la segunda unidad o unidades de reactor;
- k. una segunda línea de producto de cola en conexión de fluido con la segunda columna de destilación y un depósito para el producto final; y
- 40 l. una tercera columna de destilación opcional configurada para separar trímeros de olefina de tetrámeros de olefina y que comprende una tercera línea de alimentación de columna en conexión de fluido con la segunda línea de producto de cola; y
- m. una línea de reposición de disolvente opcional conectada a la primera línea de alimentación del reactor.
- En una realización, el presente sistema de conversión de olefinas que comprende los elementos anteriores está configurado para llevar a cabo el procedimiento del primer aspecto o cualquiera de sus realizaciones o características.
- 45 En una realización, el presente sistema de conversión de olefinas comprende medios configurados para controlar el flujo en la segunda línea de reciclado de manera que los dímeros de olefina recicladas puedan dirigirse a al menos una de la primera unidad o unidades de reactor y a al menos una de la segunda unidad o unidades de reactor en cantidades y proporciones deseadas.

Según otro aspecto, se proporciona un método para hacer funcionar el presente sistema de conversión de olefinas, que comprende controlar la composición de la segunda corriente de salida del reactor alimentando dímeros de olefina en al menos una de la primera unidad o unidades de reactor para aumentar la cantidad de trímeros de olefina en la segunda corriente de salida del reactor; y/o alimentando dímeros de olefina en al menos una de la segunda unidad o unidades de reactor para aumentar la cantidad de tetrámeros de olefina en la segunda corriente de salida del reactor.

Breve descripción de las figuras

La Fig. 1 muestra esquemáticamente el procedimiento para fabricar trímeros de olefina y tetrámeros de olefina. En una realización, el presente procedimiento se lleva a cabo según el esquema de la Fig. 1. El presente sistema de conversión de olefinas también se puede utilizar para llevar a cabo el procedimiento descrito en la Fig. 1. El modo de funcionamiento opcional que utiliza una tercera columna para separar trímeros de olefina de tetrámeros de olefina se muestra con líneas discontinuas. En lugar de una única primera unidad de reactor y/o una única segunda unidad de reactor ilustradas en la Fig. 1, se puede utilizar una zona de reacción que comprende más de una unidad de reactor configurada para llevar a cabo las reacciones.

Descripción detallada

En la siguiente descripción, signos de referencia similares denotan elementos o etapas similares.

El término moderador que contiene oxígeno se refiere a un compuesto que contiene oxígeno, tal como un producto oxigenado o un compuesto que contiene oxígeno, carbono e hidrógeno.

Como se emplea en el presente documento, el término "que comprende" incluye los significados más amplios de "que incluye", "que contiene" y "que abarca", así como las expresiones más restringidas "que consiste en" y "que consiste solo en".

En una realización, el procedimiento se lleva a cabo a escala industrial, y preferiblemente como un procedimiento continuo.

A menos que se especifique lo contrario, las cantidades expresadas como % son % en peso, es decir, % en peso. Los valores que se refieren a la razón de reciclado se pueden referir al % en peso o al % como tal.

En una realización, las etapas del procedimiento se llevan a cabo en la secuencia identificada en cualquier aspecto, realización o reivindicación. En otra realización, cualquier etapa del procedimiento especificada para ser llevada a cabo en un producto o un intermedio obtenido en una etapa del procedimiento anterior se lleva a cabo directamente en dicho producto o intermedio, es decir, sin etapas de procesamiento adicionales, opcionales o auxiliares que pueden alterar química y/o físicamente el producto o intermedio entre dichas dos etapas consecutivas.

En otra realización, el presente procedimiento se ejecuta como un procedimiento continuo, durante el cual al menos algunas de las etapas identificadas en cualquier aspecto, realización o reivindicación ocurren simultáneamente cuando el procedimiento se está ejecutando.

Cualquier etapa del procedimiento especificada en el presente documento puede implicar adicionalmente el análisis de los reaccionantes, productos de reacción y/o parámetros de funcionamiento. Por ejemplo, se puede analizar la composición química de una mezcla de reacción en una unidad de reactor, alimentación o corriente, y el resultado del análisis se puede utilizar para cambiar un parámetro del procedimiento de manera que se logre un resultado deseado.

En el contexto de la presente invención, el término alimentación del reactor se refiere a cualquier alimentación que entre en una unidad de reactor. Por simplicidad, cuando al menos un mismo componente, tal como un monómero de olefina o isobuteno, se alimenta a la unidad de reactor a través de múltiples alimentaciones, una alimentación de reactor de monómeros de olefina, o una alimentación de reactor de monómero de olefina, puede significar en tales casos la alimentación total de dichos monómeros de olefina a la unidad de reactor.

Los términos alimentación de monómero de olefina de nueva aportación y monómero de olefina de nueva aportación se refieren a monómeros de olefina que son de nueva aportación, es decir, no reciclados, y que se alimentan a la unidad de reactor para proporcionar una fuente de monómeros de olefina para complementar la cantidad de monómeros de olefina que se consumen en el transcurso de reacciones catalíticas en la unidad de reactor, y que se eliminan de la unidad de reactor principalmente como un trímero de olefina recuperado o consumido o producto de tetrámero de olefina. Los monómeros de olefina de nueva aportación se alimentan a la primera unidad de reactor en una cantidad que es suficiente para mantener la razón en peso de monómeros a dímeros a un nivel deseado.

En una realización, los monómeros de olefina se alimentan a la unidad de reactor predominantemente como una alimentación de olefina de nueva aportación, es decir, los monómeros de olefina de nueva aportación constituyen más de 50% en peso de los monómeros de olefina totales que entran en la unidad de reactor. En otra realización, al menos 55% en peso, 60% en peso, 70% en peso, 80% en peso o 90% en peso de los monómeros de olefina que entran en la unidad de reactor son de nueva aportación.

En una realización, la alimentación de reciclado comprende monómeros de olefina sin reaccionar. La alimentación de reciclado también puede comprender disolvente.

El término unidad de reactor se refiere a un reactor tal como al menos una unidad de reactor, o al menos un recipiente de reactor, en donde se llevan a cabo reacciones catalíticas. La unidad de reactor puede comprender al menos un lecho de catalizador y aberturas para conducir fluidos a la unidad de reactor y para retirar fluidos de la unidad de reactor.

Una olefina es un compuesto constituido por al menos hidrógeno y carbono, y que tiene al menos un doble enlace entre dos átomos de carbono. Las olefinas adecuadas para el presente procedimiento contienen dos o más átomos de carbono y pueden ser lineales o ramificadas. Un monómero de olefina preferible en la presente divulgación contiene un doble enlace. Un monómero de olefina más preferido es isobuteno.

También se puede utilizar una mezcla de olefinas en el presente procedimiento y alimentarla a la primera unidad de reactor, tal como una mezcla de monómeros de olefina, dímeros de olefina y polímeros más pesados, o una mezcla que contiene monómeros de olefina con número variable de átomos de carbono y dobles enlaces. En una realización, una alimentación que comprende una mezcla de monómeros de olefina se alimenta a la unidad de reactor como una alimentación mixta. Preferiblemente, tal mezcla de monómeros contiene predominantemente un monómero de olefina.

En el contexto de la presente invención, la alimentación mixta o una alimentación monomérica mixta significan olefinas que tienen diferentes números de carbonos, o una mezcla de isómeros de olefina que tienen el mismo número de carbonos, así como su combinación. En una realización, la alimentación mixta comprende olefinas C4-C5, preferiblemente olefinas que tienen un doble enlace. En otra realización, la alimentación mixta comprende olefinas que tienen un número de carbonos C4 +/- 1. En una realización, los componentes reactivos que son más ligeros que las olefinas C4 se eliminan de la alimentación que entra en la unidad de reactor para facilitar la destilación de los productos de reacción.

En una realización, la alimentación de monómero de olefina comprende al menos una de las siguientes: olefinas C4, olefinas C5, una alimentación mixta de olefinas C4 y C5, isobuteno, 1-buteno, cis-2-buteno, trans-2-buteno; y opcionalmente compuestos inertes, n-butano, i-butano, butadieno, fracción de destilación o cualquiera de sus mezclas.

En otra realización, la alimentación de monómero de olefina, o la alimentación mixta, comprenden o consisten esencialmente en isobuteno y al menos una de olefinas C4, olefinas C5, una alimentación mixta de olefinas C4 y C5, 1-buteno, cis-2-buteno, trans-2-buteno, compuestos inertes, n-butano, i-butano, butadieno, fracción de destilación o cualquiera de sus mezclas. En una realización preferible, el isobuteno es el componente principal de la alimentación mixta.

En una realización, el monómero de olefina contiene un doble enlace.

En una realización, el monómero de olefina es isobuteno. El isobuteno es un monómero de olefina preferido porque puede reaccionar secuencialmente consigo mismo y formar productos olefínicos más largos tales como dímeros de olefina, trímeros de olefina y tetrámeros de olefina.

En una realización, el trímero de olefina y/o el tetrámero de olefina sintetizados durante el procedimiento contienen un doble enlace, es decir, son isoolefinas. En una realización preferida, el trímero de olefina es un trímero de isobuteno y/o el tetrámero de olefina es un tetrámero de isobuteno.

En una realización, la cantidad de componentes no reactivos tales como compuestos inertes, n-butano e i-butano en las corrientes de salida del reactor que salen de la unidad o unidades del reactor es tan baja que no impide significativamente la separación de dímeros de olefina y trímeros de olefina en la etapa de destilación.

La primera corriente de salida del reactor, que se retira de la primera unidad de reactor, contiene al menos monómeros de olefina y dímeros de olefina, y opcionalmente cantidades más pequeñas de moderador y/o compuestos inertes.

En una realización, los monómeros de nueva aportación se alimentan al reactor como una alimentación de monómero de alta pureza. Las olefinas de alta pureza tienen preferiblemente una pureza de al menos 95% en peso. Las olefinas de alta pureza tienen la ventaja de permitir más control sobre el procedimiento, en particular las etapas de destilación y la composición del producto final.

En el contexto de la presente invención, el término diluyente significa cualquier agente inerte, o un agente que es menos reactivo que las olefinas en el presente procedimiento. La adición de diluyente al reactor reduce así la concentración de las olefinas en la unidad o unidades del reactor, y la velocidad de la conversión catalítica de monómeros de olefina, dímeros de olefina y trímeros de olefina en el procedimiento se puede controlar seleccionando una cantidad apropiada de diluyente.

En lugar de utilizar una única unidad de reactor como la primera unidad de reactor y/o la segunda unidad de reactor, cada unidad de reactor se puede dimensionar y distribuir en recipientes separados, formando de ese modo una primera y/o segunda zona de reacción, de manera correspondiente. Mediante el aumento del número de recipientes de reactor

y lechos de reactor, las condiciones de reacción son más fáciles de controlar, y en consecuencia se puede lograr una conversión de un solo paso de monómero de olefina, tal como isobuteno, casi completa. El control térmico del aumento adiabático de temperatura también es más fácil cuando se utiliza una pluralidad de recipientes de reactor.

5 En una realización, la unidad de reactor está compuesta por una pluralidad de recipientes de reacción dispuestos como una unidad de reactor en serie o una unidad de reactor en paralelo, o su combinación.

En una realización, la unidad de reactor, tal como una primera unidad de reactor o una segunda unidad de reactor, es una zona de reacción que puede comprender uno o más recipientes de reactor.

10 En una realización, la unidad o unidades de reactor comprenden más de un recipiente de reactor, tal como dos, tres, cuatro o cinco recipientes de reactor, teniendo cada uno al menos un lecho de reactor. El uso de más de un recipiente de reactor es ventajoso porque permite un control más detallado de la temperatura, y permite adicionalmente controlar la cantidad de moderador y catalizador en cada recipiente de reactor separado. Entre los recipientes del reactor, la temperatura de la alimentación se puede controlar mediante unidades de control de temperatura que están configuradas para enfriar o calentar la alimentación. En una realización, las condiciones de reacción tales como temperatura y presión son esencialmente las mismas en cada recipiente de reactor.

15 Cuando se utilizan múltiples recipientes de reactor como una unidad de reactor en lugar de un único recipiente de reactor, cada uno de los recipientes de reactor contiene un catalizador, preferiblemente un catalizador de resina de intercambio iónico ácido. Preferiblemente, se utiliza el mismo catalizador en cada recipiente de reactor. Preferiblemente, la cantidad de catalizador se mantiene baja en el primer recipiente de reactor, y la cantidad se aumenta en los recipientes de reactor posteriores en la dirección aguas abajo del procedimiento. Limitando la cantidad
20 de catalizador en el primer recipiente o recipientes de reactor, p. ej., la temperatura es más fácil de controlar, y las condiciones de reacción se pueden mantenerse en los intervalos seleccionados más fácilmente. Por ejemplo, las olefinas son más fáciles de mantener en fase líquida cuando se utiliza una pluralidad de recipientes de reactor y la corriente de olefina se enfría entre los recipientes de reactor. Preferiblemente, además de la alimentación del reactor en el primer recipiente de reactor, no se alimentan olefinas adicionales en recipientes del reactor posteriores durante
25 el procedimiento, es decir, la mezcla alimentada de olefinas no se complementa con olefinas adicionales a medida que la mezcla fluye a través de los recipientes del reactor. Cuando se utiliza una pluralidad de recipientes de reactor con un único lecho de reactor en cada recipiente de reactor, la cantidad de catalizador puede aumentar en los recipientes de reactor. En una configuración de reactor múltiple, los recipientes de reactor aguas arriba contienen más catalizador que los recipientes de reactor aguas abajo. En una realización, una configuración de unidad de reactor
30 múltiple comprende 3 o 4 recipientes de reactor.

En una unidad de reactor que contiene una pluralidad de recipientes de reactor, el volumen de los recipientes de reactor puede aumentar desde el primer recipiente de reactor al recipiente o recipientes de reactor posteriores en la dirección aguas abajo. En una realización, el volumen del primer y segundo recipientes de reactor es sustancialmente el mismo. En otra realización, el volumen del tercer y cuarto recipientes de reactor es sustancialmente el mismo. En
35 otra realización más, el volumen del tercer y cuarto recipientes de reactor es sustancialmente idéntico entre sí, pero su volumen es mayor que el volumen del primer o segundo recipientes de reactor, donde el primer y el segundo recipientes de reactor pueden tener un volumen sustancialmente idéntico.

En una realización, el moderador que contiene oxígeno, o moderador, es un producto oxigenado, tal como agua desmineralizada (agua desmineralizada) o alcohol terc-butílico (TBA). Alternativa o adicionalmente, el moderador
40 comprende un alcohol formado dentro de la unidad de reactor como resultado de una reacción entre agua y una olefina. Por consiguiente, p. ej., se puede formar 2-butanol a partir de isobuteno dentro de la unidad de reactor y servir como moderador.

El moderador puede circular en el circuito de reciclado junto con componentes más ligeros y se complementa para mantener su cantidad a un nivel sustancialmente constante. La cantidad de moderador se puede determinar, p. ej., a
45 partir de una línea de reciclado mediante métodos conocidos. El moderador se utiliza preferiblemente en una cantidad que exceda la cantidad de agua posible presente en la alimentación de olefina de nueva aportación o en la alimentación de reciclado, que también podría servir como una fuente de productos oxigenados, pero que solo no es suficiente en la presente invención. El moderador puede alimentarse a la unidad de reactor mezclándolo con una alimentación que entra en la primera unidad de reactor o la segunda unidad de reactor, tal como una alimentación de reactor que
50 comprende monómeros de olefina de nueva aportación. Alternativamente, el moderador se puede mezclar en cualquier corriente de reciclado antes de mezclarse con los monómeros de olefina de nueva aportación o reciclados. El uso de moderador añadido en el presente procedimiento es ventajoso porque mejora la selectividad para la producción de trimeros.

En caso de que la olefina monomérica sea isobuteno, los oligómeros resultantes son pentametilheptenos y
55 heptametilnonenos altamente ramificados. El producto se puede hidrogenar opcionalmente para conseguir los productos parafínicos correspondientes, que tienen propiedades interesantes como componentes de combustible de aviación o productos químicos.

En una realización, el presente procedimiento es un procedimiento continuo. Ventajosamente, el presente procedimiento permite llevar a cabo el procedimiento durante un largo tiempo, incluso meses, sin necesidad de interrumpir el procedimiento para su mantenimiento.

- 5 En una realización, las reacciones catalíticas se llevan a cabo en condiciones de funcionamiento en donde las olefinas permanecen en fase líquida, y opcionalmente en donde el moderador permanece en fase líquida. Preferiblemente, al menos la temperatura y la presión de la unidad o unidades de reactor se seleccionan de manera que las olefinas estén en fase líquida en la unidad de reactor.

En una realización, la primera unidad de reactor y la segunda unidad de reactor se hacen funcionar en condiciones en donde las olefinas permanecen en la misma fase, preferiblemente en fase líquida.

- 10 En una realización, el catalizador es un catalizador sólido.

En una realización, el catalizador de dimerización es un catalizador ácido, preferiblemente un catalizador de resina de intercambio iónico fuertemente ácido, lo más preferiblemente un catalizador de resina de intercambio iónico ácido macrorreticular.

- 15 En una realización, el segundo catalizador no es el mismo catalizador que el primer catalizador. Sin embargo, preferiblemente ambos catalizadores son tipos similares de catalizadores, tales como catalizadores ácidos.

- 20 En una realización, los dímeros de olefina se alimentan tanto a la primera unidad de reactor como a la segunda unidad de reactor. Este modo de funcionamiento produce trímeros de olefina y tetrámeros de olefina que pueden extraerse en la segunda corriente de salida del reactor. El control adicional de la composición de la segunda corriente de salida del reactor se puede hacer controlando la cantidad de dímeros de olefina del segundo producto destilado que se recicla a la primera unidad de reactor y a la segunda unidad de reactor. Al aumentar la cantidad de dímeros reciclados en la primera unidad de reactor, se favorece una reacción entre el dímero de olefina y el monómero de olefina, produciendo de este modo trímeros de olefina, mientras que, al aumentar la cantidad de dímeros de olefina en la segunda unidad de reactor, se favorece una reacción entre dímeros de olefina, produciendo de este modo tetrámeros de olefina.

- 25 En una realización, el procedimiento comprende adicionalmente recuperar calor de al menos una corriente obtenida de una columna de destilación.

En una realización del procedimiento, el calor recuperado se utiliza para calentar cualquier corriente de salida del reactor antes de que entre en una columna de destilación. En otra realización, el calor se utiliza para calentar la alimentación del reactor antes de que entre en la unidad de reactor.

- 30 En una realización, la primera columna de destilación y la segunda columna de destilación son columnas de destilación no reactivas. Una columna de destilación no reactiva en este contexto es una columna de destilación que no contiene material catalítico o una zona reactiva, y en la que las olefinas no reaccionan significativamente químicamente entre sí, o con otros agentes químicos. La columna de destilación no reactiva se diferencia, p. ej., de columnas de destilación reactivas que tienen una zona reactiva o una zona catalítica que convierte químicamente componentes de alimentación, en particular monómeros de olefina o dímeros de olefina o trímeros de olefina.

- 35 En una realización, cada columna de destilación se hace funcionar en condiciones en las que no se produce la dimerización u oligomerización de las olefinas.

- 40 En una realización, la cantidad de monómeros de olefina se analiza en el primer producto destilado y/o el primer producto de cola. La cantidad de monómeros de olefina de nueva aportación alimentada a la primera unidad de reactor puede así ajustarse basándose en la cantidad de monómeros de olefina reciclados para mantener la cantidad total de monómeros de olefina alimentados en una cantidad deseada. De manera similar, las reacciones en la segunda unidad de reactor son más fáciles de controlar cuando se conoce la cantidad de dímeros en el primer producto de cola.

- 45 En una realización, la cantidad de dímeros de olefina se analiza en el segundo producto destilado. Cuando se conoce el contenido de dímeros del segundo producto destilado, el control de la producción del trímero de olefina y/o tetrámero de olefina es más fácil de controlar. Por ejemplo, la razón de alimentación de los dímeros de olefina reciclados del segundo producto destilado con respecto a la alimentación del primer producto de cola se puede ajustar de manera que la segunda unidad de reactor reciba la cantidad deseada de dímeros de olefina. Esta realización es particularmente útil cuando se producen tetrámeros de olefina, o cuando se aumenta la cantidad de tetrámeros de olefina en comparación con trímeros de olefina.

- 50 De manera similar, la cantidad conocida de dímeros de olefina y tetrámeros de olefina, en el segundo producto destilado se puede utilizar para seleccionar una cantidad apropiada de dímeros de olefina reciclados alimentados a la primera unidad de reactor. Esto es particularmente útil cuando se producen trímeros de olefina, o tetrámeros de olefina, en cantidades deseadas.

En una realización, las reacciones catalíticas se llevan a cabo en fase líquida, preferiblemente completamente en fase líquida.

En una realización, la segunda corriente de salida del reactor contiene al menos 15% en peso de tetrámeros de olefina, tales como tetrámeros de isobuteno.

El sistema de conversión de olefinas 100 se describe adicionalmente con referencia a la Figura 1, en donde

- 110 es un depósito para monómeros de olefina;
- 5 111 es una primera línea de alimentación del reactor;
- 210 es una primera unidad de reactor;
- 211 es una primera línea de corriente de salida del reactor;
- 310 es una primera columna de destilación;
- 315 es una primera línea de reciclado;
- 10 333 es una línea opcional de reposición de disolvente
- 350 es una primera línea de producto de cola;
- 410 es una segunda unidad de reactor;
- 411 es una segunda línea de corriente de salida del reactor;
- 510 es una segunda columna de destilación;
- 15 515 es la segunda línea de reciclado;
- 5151 es una parte de la segunda línea de reciclado que conecta la segunda columna de destilación a la primera unidad de reactor;
- 5152 es una parte de la segunda línea de reciclado que conecta la segunda columna de destilación a la segunda unidad de reactor;
- 20 550 es una segunda línea de producto de cola;
- 590 es un depósito para un producto final;
- 610 es una tercera columna de destilación opcional;
- 690 es un depósito para otro producto final en caso de que el sistema comprenda la tercera columna de destilación opcional, este depósito puede recibir tetrámeros de olefina de la tercera columna de destilación;
- 25 695 es un depósito para otro producto final en caso de que el sistema comprenda la tercera columna de destilación opcional, este depósito puede recibir trímeros de olefina de la tercera columna de destilación; y
- 555 es una tercera línea de alimentación de columna opcional.

- En una realización, el sistema de conversión de olefinas comprende adicionalmente medios configurados para permitir la alimentación de dímeros de olefina a al menos una de la primera unidad o unidades de reactor; y/o para permitir la alimentación de dímeros de olefina a al menos una de la segunda unidad o unidades de reactor. En una realización, dichos medios incluyen medios de control que controlan el funcionamiento del sistema de conversión de olefinas y, en particular, sus alimentaciones, reactores, columnas de destilación y líneas utilizadas para transferir la alimentación. Los medios de control se pueden utilizar así para dirigir las alimentaciones entre diferentes partes del sistema. Dichos medios se pueden utilizar en particular para controlar el reciclado de dímeros desde la segunda columna de destilación a la primera unidad de reactor, y desde la segunda columna de destilación hasta la segunda unidad de reactor para controlar la producción de trímeros de olefina y tetrámeros de olefina en el sistema.

La implementación y las realizaciones se divulgan adicionalmente en las siguientes realizaciones numeradas:

Realización 1: Un procedimiento para la fabricación controlada de trímeros de olefina y tetrámeros de olefina que comprende:

- 40 a. alimentar al menos un monómero de olefina y al menos un moderador que contiene oxígeno a al menos una primera unidad de reactor que contiene un catalizador;
- b. hacer funcionar al menos una de la primera unidad o unidades de reactor a una temperatura seleccionada del intervalo de 30-140°C y a una presión seleccionada del intervalo de 800-5000 kPa para llevar a cabo reacciones catalíticas entre olefinas dentro de la primera unidad de reactor;

- c. extraer una primera corriente de salida del reactor de al menos una de la primera unidad o unidades de reactor;
 - d. destilar la primera corriente de salida del reactor en una primera columna de destilación para separar al menos un primer producto destilado que comprende al menos monómeros de olefina sin reaccionar, y un primer producto de cola que comprende al menos dímeros de los monómeros de olefina;
 - e. alimentar el primer producto de cola a al menos una segunda unidad de reactor que contiene un catalizador;
 - f. hacer funcionar al menos una de la segunda unidad o unidades de reactor a una temperatura seleccionada del intervalo de 30-140°C y a una presión seleccionada del intervalo de 150-5000 kPa para llevar a cabo reacciones catalíticas entre olefinas dentro de la segunda unidad de reactor;
 - g. extraer una segunda corriente de salida del reactor de al menos una de la segunda unidad o unidades de reactor; y
 - h. destilar la segunda corriente de salida del reactor en una segunda columna de destilación para separar un segundo producto destilado que comprende al menos dímeros de olefina, y un segundo producto de cola que comprende al menos trímeros y/o tetrámeros de los monómeros de olefina; y
- en donde
- el procedimiento comprende adicionalmente controlar la composición de la segunda corriente de salida del reactor mediante:
- alimentación de dímeros de olefina a al menos una de la primera unidad o unidades de reactor para aumentar la cantidad de trímeros de olefina en la segunda corriente de salida de reactor; y/o
- alimentación dímeros de olefina a al menos una de la segunda unidad o unidades de reactor para aumentar la cantidad de tetrámeros de olefina en la segunda corriente de salida del reactor.
- Realización 2: El procedimiento de la Realización 1, en donde al menos una porción de los dímeros de olefina formados durante el procedimiento, se reciclan a al menos una de la primera unidad o unidades de reactor y/o a al menos una de la segunda unidad o unidades de reactor, y en donde la razón de reciclado de los dímeros de olefina entre la primera unidad de reactor y la segunda unidad de reactor se selecciona del intervalo de 0-100%.
- Realización 3: El procedimiento de la Realización 1 o 2, en donde la temperatura de funcionamiento de al menos una de la primera unidad o unidades de reactor y/o al menos una de la segunda unidad o unidades de reactor se selecciona del intervalo de 40-120°C o del intervalo de 45-110°C.
- Realización 4: El procedimiento de una cualquiera de las Realizaciones 1-3, en donde la velocidad espacial de peso por hora de funcionamiento de al menos una de la primera unidad o unidades de reactor se selecciona del intervalo de 1-10 1/h, y/o la velocidad espacial de peso por hora de funcionamiento de al menos una de la segunda unidad o unidades de reactor se selecciona del intervalo de 0,05-100 1/h.
- Realización 5: El procedimiento de una cualquiera de las Realizaciones 1-4, en donde la presión de funcionamiento de al menos una de la primera unidad o unidades de reactor se selecciona del intervalo de 2400-3000 kPa, y/o la presión de funcionamiento de al menos una de la segunda unidad o unidades de reactor se selecciona del intervalo de 1900-2300 kPa.
- Realización 6: El procedimiento de una cualquiera de las Realizaciones 1-5, en donde la cantidad del moderador que contiene oxígeno en al menos una de la primera unidad o unidades de reactor se selecciona del intervalo de 1000-15000 moles-ppm y/o la cantidad del moderador que contiene oxígeno en al menos una de la segunda unidad o unidades de reactor se selecciona del intervalo de 10-10000 moles-ppm o 10-2500 moles-ppm.
- Realización 7: El procedimiento de una cualquiera de las Realizaciones 1-6, en donde la fracción de alimentación de disolvente es 0-80% en peso, preferiblemente 0-60% en peso.
- Realización 8: El procedimiento de una cualquiera de las Realizaciones 1-7, en donde el disolvente inerte con respecto al monómero de olefina de nueva aportación se selecciona del intervalo de 0-80% en peso.
- Realización 9: El procedimiento de una cualquiera de las Realizaciones 1-8, en donde los monómeros de olefina comprenden olefinas que tienen cuatro átomos de carbono, preferiblemente isobuteno.
- Realización 10: El procedimiento de una cualquiera de las Realizaciones 1-9, en donde los monómeros de olefina se alimentan a al menos una de la primera unidad o unidades de reactor en una alimentación de olefina que comprende al menos una de las siguientes: olefinas C4, olefinas C5, una alimentación mixta de olefinas C4 y C5, isobuteno, 1-buteno, cis-2-buteno, trans-2-buteno o cualquiera de sus mezclas; y que comprende opcionalmente compuestos inertes, n-butano, i-butano, butadieno, fracción de destilación o cualquiera de sus mezclas.

Realización 11: El procedimiento de una cualquiera de las Realizaciones 1-10, en donde el catalizador es un catalizador ácido, preferiblemente un catalizador de resina de intercambio iónico fuertemente ácido, lo más preferiblemente un catalizador de resina de intercambio iónico ácido macrorreticular.

5 Realización 12: El procedimiento de una cualquiera de las Realizaciones 1-11, en donde el moderador que contiene oxígeno comprende agua, agua desmineralizada, alcohol, alcohol terc-butílico, o cualquiera de sus combinaciones.

Realización 13: El procedimiento de una cualquiera de las Realizaciones 1-12, que comprende aumentar la cantidad de trímeros de olefina en la corriente de producto final reciclando dímeros de olefina presentes en el segundo producto destilado a al menos una de la primera unidad o unidades de reactor.

10 Realización 14: El procedimiento de la Realización 13, en donde 0-50% en peso de los dímeros de olefina presentes en el segundo producto destilado se reciclan a al menos una de la primera unidad o unidades de reactor para obtener una razón de trímeros a tetrámeros de 25-0,05 (p/p) en la segunda corriente de salida del reactor.

15 Realización 15: El procedimiento de una cualquiera de las Realizaciones 13-14, que comprende destilar el segundo producto de cola en una tercera columna de destilación para separar un tercer producto destilado que comprende trímeros de los monómeros de olefina, y un tercer producto de cola que comprende tetrámeros de los monómeros de olefina.

20 Realización 16: El procedimiento de una cualquiera de las Realizaciones 1-15 que comprende aumentar la cantidad de tetrámeros de olefina en la segunda corriente de salida del reactor reciclando monómeros de olefina del primer producto destilado a al menos una de la primera unidad o unidades de reactor para aumentar la producción de dímeros de olefina en la primera unidad de reactor, alimentando el primer producto de cola a al menos una de la segunda unidad o unidades de reactor, y reciclando dímeros de olefina del segundo producto destilado a al menos una de la segunda unidad o unidades de reactor.

Realización 17: El procedimiento de la Realización 16, en donde 99-100% en peso de los monómeros de olefina presentes en el primer producto destilado se reciclan en al menos una de la primera unidad o unidades de reactor y el primer producto de cola contiene 2-98% en peso de dímeros de olefina.

25 Realización 18: El procedimiento de una cualquiera de las Realizaciones 16-17, en donde los dímeros se reciclan solo a al menos una de la segunda unidad o unidades de reactor.

Realización 19: Un sistema de conversión de olefinas configurado para llevar a cabo el procedimiento de las Realizaciones 1-17 y que comprende:

al menos una primera unidad de reactor configurada para recibir un catalizador ácido;

30 al menos una segunda unidad de reactor configurada para recibir un catalizador ácido;

una primera columna de destilación configurada para separar monómeros de olefina de dímeros de olefina;

una segunda columna de destilación configurada para separar dímeros de olefina de trímeros de olefina y tetrámeros de olefina;

35 al menos una primera línea de alimentación de unidad de reactor en conexión de fluido con al menos una de la primera unidad o unidades de reactor, y al menos un depósito para monómeros de olefina;

una primera línea de corriente de salida de unidad de reactor en conexión de fluido con al menos una de la primera unidad o unidades de reactor y la primera columna de destilación;

una primera línea de reciclado en conexión de fluido con al menos una de la primera unidad o unidades de reactor y la primera columna de destilación;

40 una primera línea de producto de cola en conexión de fluido con la primera columna de destilación y al menos una de la segunda unidad o unidades de reactor;

una segunda línea de corriente de salida del reactor en conexión de fluido con al menos una de la segunda unidad o unidades de reactor y la segunda columna de destilación;

45 una segunda línea de reciclado en conexión de fluido con la segunda columna de destilación, al menos una de la primera unidad o unidades de reactor, y al menos una de la segunda unidad o unidades de reactor;

una segunda línea de producto de cola en conexión de fluido con la segunda columna de destilación y un depósito para el producto final; y

una tercera columna de destilación opcional configurada para separar trómeros de olefina de tetrómeros de olefina y que comprende una tercera línea de alimentación de columna en conexión de fluido con la segunda línea de producto de cola; y

una línea de reposición de disolvente opcional conectada a la primera línea de alimentación del reactor.

5 Ejemplos

Los siguientes ejemplos se proporcionan para ilustrar mejor la invención reivindicada y no deben interpretarse como limitantes del alcance de la invención, que está determinado por las reivindicaciones. En la medida en que se mencionen materiales específicos, se mencionan simplemente para ilustrar la invención sin ninguna limitación a los mismos. Un experto en la técnica puede desarrollar medios o reactivos equivalentes sin ejercer capacidad inventiva y sin apartarse del alcance de la invención.

La Tabla 1 demuestra algunos modos de funcionamiento del presente procedimiento. En estos ejemplos se utilizaron el presente procedimiento y el sistema de conversión de olefinas. El equipo del procedimiento fue el mismo en los tres ejemplos. La alimentación fue isobuteno puro, que sirve en este ejemplo como un monómero de olefina que puede convertirse en un dímero de olefina, un trímero de olefina y/o un tetrómero de olefina mediante el presente procedimiento. Los cambios en la composición del producto final se lograron ajustando los parámetros del procedimiento como se indica en la Tabla 1. Como se puede observar a partir de los resultados, el intervalo de producto completo desde el trímero máximo hasta el tetrómero máximo con un rendimiento superior a 99% podría producirse con el procedimiento según esta invención. En los ejemplos, una zona de reacción corresponde al término al menos una unidad de reactor utilizado en otra parte de esta solicitud.

En el Ejemplo 1, el objetivo fue maximizar el rendimiento de trímero. Con el fin de minimizar la producción de tetrómeros, no se permitió que los dímeros de la segunda zona de reactor entraran en la segunda zona de reacción. En este caso, la corriente de reciclado desde la segunda columna de destilación hasta la primera zona de reacción consistía en dímeros, monómeros sin reaccionar y producto oxigenado. El producto oxigenado se mantuvo a un nivel bajo (~0,3% en moles) en la primera zona de reacción. La adición de disolvente se omitió porque la corriente de reciclado grande era un diluyente suficiente en sí mismo. La tasa de reciclado desde la segunda columna de destilación hasta la primera zona de reacción por tasa de alimentación de nueva aportación fue de 3,4. En este caso no fue necesario ningún reciclado desde la segunda columna de destilación a la primera zona de reacción.

En el Ejemplo 2, el objetivo era producir aproximadamente una cantidad igual de trómeros de olefina y tetrómeros de olefina. En este caso, se mantuvo un nivel suficiente de dímeros tanto en la primera como en la segunda zonas de reacción. Por consiguiente, la corriente de reciclado desde la segunda columna de destilación hasta la primera zona de reacción contenía dímeros, monómeros y producto oxigenado. El contenido de producto oxigenado que entra en la primera zona de reacción se mantuvo a nivel intermedio (~1%). La corriente de reciclado desde la segunda columna de destilación a la primera zona de reacción y a la segunda zona de reacción consistía en dímeros y producto oxigenado. La tasa de reciclado desde la segunda columna de destilación hasta la primera zona de reacción por tasa de alimentación de nueva aportación fue de 3,2. La tasa de reciclado desde la segunda columna de destilación hasta la segunda zona de reacción por tasa de alimentación de nueva aportación fue de 1,0. El disolvente adicional fue innecesario porque las corrientes de reciclado proporcionaron una dilución suficiente. En este modo, mantener un contenido de dímero suficiente en la alimentación a la primera zona de reacción, así como a la segunda zona de reacción, requería la aplicación de un reciclado desde la segunda columna de destilación a la primera zona de reacción. La tasa de reciclado desde la segunda columna de destilación a la primera zona de reacción por tasa de alimentación de nueva aportación fue de 0,2.

En el Ejemplo 3, el objetivo fue maximizar la producción de tetrómeros. En este caso, la producción de trómeros en la zona de reacción primaria se minimizó y, por lo tanto, el dímero no se recicló a la zona de reacción primaria, pero esta corriente de reciclado a la primera zona de reacción consistía en disolvente, monómeros y producto oxigenado. El contenido de producto oxigenado fue relativamente alto para suprimir la formación de trómeros (~1,5%). En este caso fue necesario proporcionar diluyente adicional a la alimentación a la primera zona de reacción. El disolvente retardaba las reacciones y absorbía el calor de reacción de manera que el procedimiento seguía siendo controlable. La corriente de reciclado desde la segunda columna de destilación hasta la segunda zona de reacción consistía principalmente en dímeros y una pequeña cantidad de producto oxigenado. La tasa de reciclado desde la primera columna de destilación hasta la primera zona de reacción por tasa de alimentación de nueva aportación fue de 3,07. El reciclado desde la segunda columna de destilación hasta la primera zona de reacción no fue útil en este modo y, en consecuencia, la velocidad de esta corriente fue 0. La tasa de reciclado desde la segunda columna de destilación hasta la segunda zona de reacción por tasa de alimentación de nueva aportación fue de 1,4.

Tabla 1. Modos de funcionamiento ilustrativos del presente procedimiento.

		Ejemplo 1	Ejemplo 2	Ejemplo 3
Modo de Ejecución		trímero máximo	trímero/tetrámero, aproximadamente 1:1	tetrámero máximo
WHSV				
Primera zona de reacción	1/h	1,11	1,11	1,03
Segunda zona de reacción	1/h	0,15	0,34	0,36
Temperatura				
Primera zona de reacción	°C	100	100	88
Segunda zona de reacción	°C	40	100	100
Presión				
Primera zona de reacción	kPa	2600	2600	2600
Segunda zona de reacción	kPa	2100	2100	2100
Nivel de producto oxigenado				
Primera zona de reacción	% en moles	0,3	1,0	1,5
Segunda zona de reacción	% en moles	0	0,15	0,125
Contenido de disolvente				
Primera zona de reacción	% en moles	0	0	71
Segunda zona de reacción	% en moles	0	0	0
Tasas de reciclado*)				
Desde 1ª columna de destilación hasta la 1ª zona de reacción		3,4	3,2	3,07
Desde la 2ª columna de destilación hasta la 2ª zona de reacción		0,0	1,0	1,4
Desde la 2ª columna de destilación hasta la 1ª zona de reacción		0,0	0,2	0,0
Rendimiento de oligómeros				
todos los oligómeros		99,8% en peso	99,8% en peso	99,0% en peso
trímero		96,0% en peso	50,0% en peso	4,8% en peso
tetrámero		3,8% en peso	49,8% en peso	93,9% en peso
Razón en peso trímero/tetrámero		25,20	1,00	0,05

		Ejemplo 1	Ejemplo 2	Ejemplo 3
en el producto final				
*) Las tasas de flujo se escalan dividiendo la tasa de flujo en peso total entre la tasa de flujo de la alimentación de olefina de nueva aportación.				

La descripción anterior ha proporcionado a modo de ejemplos no limitantes de implementaciones y realizaciones particulares una descripción completa e informativa del mejor modo actualmente contemplado por los autores de la presente invención para llevar a cabo la invención. Sin embargo, está claro para un experto en la técnica que la invención no se limita a los detalles de las realizaciones presentadas anteriormente, sino que se puede implementar en otras realizaciones utilizando medios equivalentes o en diferentes combinaciones de realizaciones sin desviarse de las características de la invención, que se definen en las reivindicaciones adjuntas.

Además, se entenderá que se pueden realizar muchas variaciones en los procedimientos descritos en el presente documento, permaneciendo todavía dentro del alcance de la presente invención, que se define en las reivindicaciones adjuntas. Adicionalmente, cualquier característica individual de cualquier realización se puede utilizar sin la presencia de las otras características de la realización.

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento para la fabricación controlada de trímeros de olefina y tetrámeros de olefina que comprende:

- a. alimentar al menos un monómero de olefina y al menos un moderador que contiene oxígeno a al menos una primera unidad de reactor que contiene un catalizador;
- 5 b. hacer funcionar al menos una de la primera unidad o unidades de reactor a una temperatura seleccionada del intervalo de 30-140°C y a una presión seleccionada del intervalo de 800-5000 kPa para llevar a cabo reacciones catalíticas entre olefinas dentro de la primera unidad de reactor;
- c. extraer una primera corriente de salida del reactor de al menos una de la primera unidad o unidades de reactor;
- 10 d. destilar la primera corriente de salida del reactor en una primera columna de destilación para separar al menos un primer producto destilado que comprende al menos monómeros de olefina sin reaccionar, y un primer producto de cola que comprende al menos dímeros de los monómeros de olefina;
- e. alimentar el primer producto de cola a al menos una segunda unidad de reactor que contiene un catalizador;
- 15 f. hacer funcionar al menos una de la segunda unidad o unidades de reactor a una temperatura seleccionada del intervalo de 30-140°C y a una presión seleccionada del intervalo de 150-5000 kPa para llevar a cabo reacciones catalíticas entre olefinas dentro de la segunda unidad de reactor;
- g. extraer una segunda corriente de salida del reactor de al menos una de la segunda unidad o unidades de reactor; y
- 20 h. destilar la segunda corriente de salida del reactor en una segunda columna de destilación para separar un segundo producto destilado que comprende al menos dímeros de olefina, y un segundo producto de cola que comprende al menos trímeros y/o tetrámeros de los monómeros de olefina; y en donde

el procedimiento comprende adicionalmente controlar la composición de la segunda corriente de salida del reactor mediante:

- 25 i. alimentación de dímeros de olefina a al menos una de la primera unidad o unidades de reactor para aumentar la cantidad de trímeros de olefina en la segunda corriente de salida del reactor; y/o
- ii. alimentar dímeros de olefina a al menos una de la segunda unidad o unidades de reactor para aumentar la cantidad de tetrámeros de olefina en la segunda corriente de salida del reactor.

2. El procedimiento de la reivindicación 1, en donde al menos una porción de los dímeros de olefina formados durante el procedimiento, se reciclan a al menos una de la primera unidad o unidades de reactor y/o a al menos una de la segunda unidad o unidades de reactor, y en donde una razón de reciclado de los dímeros de olefina entre la primera unidad de reactor y la segunda unidad de reactor se selecciona del intervalo de 0-100%.

3. El procedimiento de la reivindicación 1 o 2, en donde la temperatura de funcionamiento de al menos una de la primera unidad o unidades de reactor y/o al menos una de la segunda unidad o unidades de reactor se selecciona del intervalo de 40-120°C o del intervalo de 45-110°C.

35 4. El procedimiento de una cualquiera de las reivindicaciones 1-3, en donde la velocidad espacial de peso por hora de funcionamiento de al menos una de la primera unidad o unidades de reactor se selecciona del intervalo de 1-10 1/h, y/o la velocidad espacial de peso por hora de funcionamiento de al menos una de la segunda unidad o unidades de reactor se selecciona del intervalo de 0,05-100 1/h.

40 5. El procedimiento de una cualquiera de las reivindicaciones 1-4, en donde la presión de funcionamiento de al menos una de la primera unidad o unidades de reactor se selecciona del intervalo de 2400-3000 kPa, y/o la presión de funcionamiento de al menos una de la segunda unidad o unidades de reactor se selecciona del intervalo de 1900-2300 kPa.

45 6. El procedimiento de una cualquiera de las reivindicaciones 1-5, en donde la cantidad del moderador que contiene oxígeno en al menos una de la primera unidad o unidades de reactor se selecciona del intervalo de 1000-15000 moles-ppm y/o la cantidad del moderador que contiene oxígeno en al menos una de la segunda unidad o unidades de reactor se selecciona del intervalo de 10-10000 moles-ppm o 10-2500 moles-ppm.

7. El procedimiento de una cualquiera de las reivindicaciones 1-6, en donde la fracción de alimentación de disolvente es 0-80% en peso, preferiblemente 0-60% en peso.

50 8. El procedimiento de una cualquiera de las reivindicaciones 1-7, en donde el disolvente inerte con respecto al monómero de olefina de nueva aportación se selecciona del intervalo de 0-80% en peso.

9. El procedimiento de una cualquiera de las reivindicaciones 1-8, en donde los monómeros de olefina comprenden olefinas que tienen cuatro átomos de carbono, preferiblemente isobuteno.
- 5 10. El procedimiento de una cualquiera de las reivindicaciones 1-9, en donde los monómeros de olefina se alimentan a al menos una de la primera unidad o unidades de reactor en una alimentación de olefina que comprende al menos una de las siguientes: olefinas C4, olefinas C5, una alimentación mixta de olefinas C4 y C5, isobuteno, 1-buteno, cis-2-buteno, trans-2-buteno o cualquiera de sus mezclas; y que comprende opcionalmente compuestos inertes, n-butano, i-butano, butadieno, fracción de destilación o cualquiera de sus mezclas.
- 10 11. El procedimiento de una cualquiera de las reivindicaciones 1-10, en donde el catalizador es un catalizador ácido, preferiblemente un catalizador de resina de intercambio iónico fuertemente ácido, lo más preferiblemente un catalizador de resina de intercambio iónico ácido macrorreticular.
12. El procedimiento de una cualquiera de las reivindicaciones 1-11, en donde el moderador que contiene oxígeno comprende agua, agua desmineralizada, alcohol, alcohol terc-butílico, o cualquiera de sus combinaciones.
- 15 13. El procedimiento de una cualquiera de las reivindicaciones 1-12, que comprende aumentar la cantidad de trímeros de olefina en la corriente de producto final reciclando dímeros de olefina presentes en el segundo producto destilado a al menos una de la primera unidad o unidades de reactor.
14. El procedimiento de la reivindicación 13, en donde 0-50% en peso de los dímeros de olefina presentes en el segundo producto destilado se reciclan a al menos una de la primera unidad o unidades de reactor para obtener una razón de trímeros a tetrámeros de 25-0,05 (p/p) en la segunda corriente de salida del reactor.
- 20 15. El procedimiento de una cualquiera de las reivindicaciones 13-14, que comprende destilar el segundo producto de cola en una tercera columna de destilación para separar un tercer producto destilado que comprende trímeros de los monómeros de olefina, y un tercer producto de cola que comprende tetrámeros de los monómeros de olefina.
- 25 16. El procedimiento de una cualquiera de las reivindicaciones 1-15, que comprende aumentar la cantidad de tetrámeros de olefina en la segunda corriente de salida del reactor reciclando monómeros de olefina del primer producto destilado a al menos una de la primera unidad o unidades de reactor para aumentar la producción de dímeros de olefina en la primera unidad de reactor, alimentando el primer producto de cola a al menos una de la segunda unidad o unidades de reactor, y reciclando dímeros de olefina del segundo producto destilado a al menos una de la segunda unidad o unidades de reactor.
- 30 17. El procedimiento de la reivindicación 16, en donde 99-100% en peso de los monómeros de olefina presentes en el primer producto destilado se reciclan a al menos una de la primera unidad o unidades de reactor y el primer producto de cola contiene 2-98% en peso de dímeros de olefina.
18. El procedimiento de una cualquiera de las reivindicaciones 16-17, en donde los dímeros se reciclan sólo a al menos una de la segunda unidad o unidades de reactor.
19. El procedimiento de una cualquiera de las reivindicaciones 1-18, que comprende adicionalmente hidrogenar para conseguir productos parafínicos.
- 35 20. Un sistema de conversión de olefinas configurado para llevar a cabo el procedimiento de las reivindicaciones 1-19 y que comprende:
- a. al menos una primera unidad de reactor configurada para recibir un catalizador ácido;
 - b. al menos una segunda unidad de reactor configurada para recibir un catalizador ácido;
 - c. una primera columna de destilación configurada para separar monómeros de olefina de dímeros de olefina;
 - 40 d. una segunda columna de destilación configurada para separar dímeros de olefina de trímeros de olefina y tetrámeros de olefina;
 - e. al menos una primera línea de alimentación de unidad de reactor en conexión de fluido con al menos una de la primera unidad o unidades de reactor, y al menos un depósito para monómeros de olefina;
 - 45 f. una primera línea de corriente de salida de unidad de reactor en conexión de fluido con al menos una de la primera unidad o unidades de reactor y la primera columna de destilación;
 - g. una primera línea de reciclado en conexión de fluido con al menos una de la primera unidad o unidades de reactor y la primera columna de destilación;
 - h. una primera línea de producto de cola en conexión de fluido con la primera columna de destilación y al menos una de la segunda unidad o unidades de reactor;

- i. una segunda línea de corriente de salida del reactor en conexión de fluido con al menos una de la segunda unidad o unidades de reactor y la segunda columna de destilación;
- j. una segunda línea de reciclado en conexión de fluido con la segunda columna de destilación, al menos una de la primera unidad o unidades de reactor, y al menos una de la segunda unidad o unidades de reactor;
- 5 k. una segunda línea de producto de cola en conexión de fluido con la segunda columna de destilación y un depósito para el producto final; y
- l. una tercera columna de destilación opcional configurada para separar trímeros de olefina de tetrámeros de olefina y que comprende una tercera línea de alimentación de columna en conexión de fluido con la segunda línea de producto de cola; y
- 10 m. una línea de reposición de disolvente opcional conectada a la primera línea de alimentación del reactor.

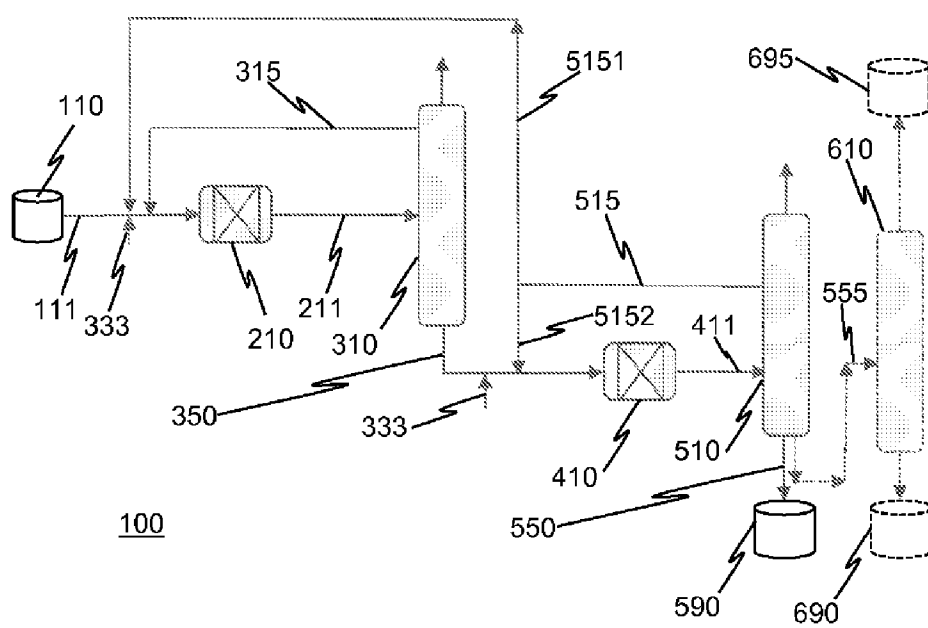


Fig. 1