

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 886 198**

51 Int. Cl.:

C07C 5/333	(2006.01)
C07C 7/00	(2006.01)
C07C 7/04	(2006.01)
C07C 7/09	(2006.01)
C07C 9/08	(2006.01)
C07C 11/06	(2006.01)
C10G 9/00	(2006.01)
C10G 9/36	(2006.01)
C10G 51/06	(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **12.07.2018 PCT/EP2018/068996**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **17.01.2019 WO19012062**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **12.07.2018 E 18737312 (1)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **30.06.2021 EP 3652138**

54 Título: **Proceso y sistema de producción de propileno mediante la combinación de deshidrogenación de propano y método de craqueo con vapor con etapas de preseparación en ambos métodos para la separación parcial de hidrógeno y metano**

30 Prioridad:

12.07.2017 EP 17180974

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

16.12.2021

73 Titular/es:

**LINDE GMBH (100.0%)
Dr.-Carl-von-Linde-Straße 6-14
82049 Pullach, DE**

72 Inventor/es:

**HÖFEL, DR. TORBEN;
TÖGEL, CHRISTINE;
ZELLHUBER, DR. MATHIEU;
LAIB, HEINRICH;
KOTREL, STEFAN;
DIETERLE, MARTIN;
PATCAS, FLORINA CORINA y
GIESA, SONJA**

74 Agente/Representante:

DEL VALLE VALIENTE, Sonia

ES 2 886 198 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 y sistema de producción de propileno mediante la combinación de deshidrogenación de propano y método de craqueo con vapor con etapas de preseparación en ambos métodos para la separación parcial de hidrógeno y metano

La invención se refiere a un proceso y un sistema de producción de propileno, así como a un método de reequipamiento de un sistema de craqueo con vapor, según el preámbulo de las reivindicaciones independientes.

Estado de la técnica

Convencionalmente, el propileno (propeno) se produce principalmente por craqueo con vapor (ingl. *Steam Cracking*) de cargas de hidrocarburos y otros métodos de transformación durante procesos de refinería. En estos casos, el propileno representa un subproducto que se da en menor medida. Con motivo de la creciente necesidad de propileno, particularmente, polipropileno, también se aplica por ello la deshidrogenación de propano.

La deshidrogenación de propano es un método comúnmente conocido en la industria petroquímica y se describe, por ejemplo, en el artículo "Propene" en la *Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry*, edición electrónica del 16 de septiembre 2013, DOI: 10.1002/14356007.A22_211.pub3, particularmente, en el apartado 3.3.1, "Propane Dehydrogenation".

La deshidrogenación de propano consiste en una reacción de equilibrio endotérmico que en general se lleva a cabo en catalizadores de metales nobles o metales pesados, incluidos por ejemplo, platino o cromo. La reacción de hidrogenación es realmente selectiva. Para procesos disponibles comercialmente se nombran los rendimientos totales de aprox. el 90 %. Sin embargo, a pesar de la alta selectividad, además del hidrógeno craqueado, surgen también normalmente pequeñas cantidades de hidrocarburos con uno, dos, así como cuatro o más de cuatro átomos de carbono como subproducto. Estos subproductos se deben separar del producto deseado, el propileno.

En la bibliografía se describen igualmente métodos de craqueo con vapor y procesos de refinерías en los que se forma propileno, por ejemplo, en el artículo "Ethylene" en la *Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry*, publicación online del 15 de abril 2009, DOI: 10.1002/14356007.A10_045.pub3 y en el artículo "Oil Refining" en la *Encyclopedia of Industrial Chemistry*, publicación online del 15 de enero 2007, DOI: 10.1002/14356007.a18_051.pub2.

Fundamentalmente, se puede realizar la purificación de una mezcla de componentes generada en la deshidrogenación de propano al menos parcialmente junto con la purificación de una mezcla de componentes que contiene propileno de otro método en el que se forma propileno, por ejemplo, un método de craqueo con vapor o un proceso de refinería.

La combinación de la purificación de una mezcla de componentes de la deshidrogenación de propano con la purificación de una mezcla de componentes de un método de craqueo con vapor se describe, por ejemplo en US 4.458.096 A o, específicamente en relación con el craqueo de hidrocarburos con dos átomos de carbono, en WO 2015/128039 A1, una combinación correspondiente con la purificación de una mezcla de componentes del método de craqueo catalítico fluidizado, por ejemplo, en US 8.563.793 A o en US 2010/331589 A1. Sin embargo, estas publicaciones no contienen formas de realización más precisas con respecto a una combinación correspondiente. Además, en este punto, cabe destacar que un método de craqueo catalítico fluidizado suministra la mezcla de producto básicamente con una composición distinta al método de craqueo con vapor, de manera que en este caso se debe configurar una separación combinada variable.

La presente invención tiene como objeto mejorar y configurar de forma más eficiente procesos de producción de propileno, en los que una mezcla de componentes de un método de deshidrogenación de propano y una mezcla de componentes de un método de craqueo con vapor se purifican de manera conjunta.

Descripción de la invención

Ante estos antecedentes, la presente invención propone un proceso y un sistema de producción de propileno, así como un método para reequipar un sistema para llevar a cabo un método de craqueo con vapor con las características respectivas de las reivindicaciones independientes. Las reivindicaciones dependientes, así como la descripción sucesiva, tienen por objeto configuraciones preferidas.

Para una purificación combinada de componentes de distintos métodos es particularmente ventajoso que las correspondientes mezclas de componentes contengan los mismos componentes o similares, es decir, que las mezclas de componentes no se "contaminen" mutuamente con determinados componentes que no contienen la otra mezcla de componentes respectivamente (por ejemplo, con hidrógeno, dióxido de carbono o compuestos oxigenados).

Por tanto, una combinación de la purificación es particularmente ventajosa cuando las respectivas mezclas de componentes presentan un rango de concentración similar, de manera que se puede esperar un proceso de separación sinérgico. Sin embargo, en la práctica no suele ser así. Además, se produce entonces una combinación de la purificación de forma ventajosa cuando uno de los métodos suministra cantidades claramente pequeñas de una mezcla de componentes correspondiente o el sistema en cuestión es más pequeño y, por ello, no interesa una purificación por separado. Esto puede ser así cuando el método de craqueo con vapor ya se realiza en forma de sistema y se reequipa una deshidrogenación de propano con una capacidad claramente menor. Esto podría ser particularmente ventajoso, cuando algunas partes del sistema, para llevar a cabo el método de craqueo con vapor, ya no funcionan con plena capacidad debido a un cambio de uso posterior y estas capacidades se pueden utilizar correspondientemente en el método de deshidrogenación de propano.

Un aspecto esencial de la presente invención es someter a un pretratamiento una mezcla de componentes que se obtiene utilizando un método de deshidrogenación de propano, en lo sucesivo también referida como "primera" mezcla de componentes, de tal manera que esta se encuentre en un estado pobre en (al menos) hidrógeno y, particularmente, a una presión más elevada. En este caso, la primera mezcla de componentes se somete a una etapa de preseparación o varias, que en lo sucesivo también se denominan "primera" etapa de preseparación. La mezcla de componentes pretratada de esta forma, que en lo sucesivo, cuando se haga referencia a esta en concreto, se llamará "tercera" mezcla de componentes, contiene principalmente hidrocarburos con tres átomos de carbono debido a su pretratamiento. Además, puede haber contenidas pequeñas cantidades de metano, hidrógeno residual, así como hidrocarburos con dos átomos de carbono, así como hidrocarburos con cuatro y, en su caso, más de cuatro átomos de carbono.

Además, otro aspecto esencial de la presente invención es someter a un pretratamiento una mezcla de componentes que se obtiene utilizando un método de craqueo con vapor, en lo sucesivo también denominada "segunda" mezcla de componentes, de tal manera que esta se encuentre en un estado pobre en (al menos) hidrógeno y metano, y, particularmente, en su caso a una presión elevada. En este caso, la segunda mezcla de componentes se somete a una etapa de preseparación o varias, que en lo sucesivo también se denominan "segundas etapas de preseparación". La mezcla de componentes pretratada de esta manera, que en lo sucesivo, cuando se haga referencia a esta en concreto, también se denominará "cuarta" mezcla de componentes, contiene ventajosamente en su mayoría hidrocarburos similares debido a su pretratamiento, tal y como contiene la tercera mezcla de componentes y estos en un rango de concentración análogo, así como cantidades análogas de hidrógeno residual y metano residual, siempre que no se hayan separado por completo. Sin embargo, la segunda y la cuarta mezcla de componentes también pueden contener cantidades significativas de hidrocarburos con cuatro átomos de carbono. Por ejemplo, es el caso de la cuarta mezcla de componentes presente en el fondo de una columna desetanizadora, como se explica en detalle a continuación.

Fundamentalmente, puesto que en un método de craqueo con vapor se pueden formar grandes cantidades de hidrocarburos con dos átomos de carbono, particularmente, etano y etileno, particularmente, alimentando cargas ligeras de craqueo con vapor, en el curso de la o las segundas etapas de preseparación también se puede conseguir el empobrecimiento de hidrocarburos con dos átomos de carbono durante el empobrecimiento de hidrógeno y metano. Con otras palabras, en el transcurso de la o las segundas etapas de preseparación se utiliza un método desmetanizador primero o un método desetanizador primero. Básicamente, también es posible utilizar un método despropanizador primero. En lo sucesivo se proporcionarán más detalles. Sin embargo, durante la o las primeras etapas de preseparación, si es conveniente, también puede tener lugar ya el empobrecimiento de hidrocarburos con dos átomos de carbono.

Las terceras y cuartas mezclas de componentes unificadas entre sí al menos parcialmente en su composición y presión a través de la o las primeras etapas de preseparación y de la o las segundas etapas de preseparación se pueden purificar de manera especialmente ventajosa y, finalmente, ser sometidas a las sucesivas etapas de separación comunes. Esto permite configurar conjuntamente las partes correspondientes de los sistemas para ambos métodos y, de esta manera, construir un sistema correspondiente con bajos gastos de inversión y/o que opere con bajos costes operativos.

En este caso, hablamos de una mezcla de componentes frente a otra mezcla de componentes, en este caso especialmente la tercera frente a la primera y la cuarta frente a la segunda que es "pobre" en uno o varios componentes, en este caso especialmente, en hidrógeno o hidrógeno y metano, por lo que se entiende que la mezcla pobre de componentes presenta un contenido de como máximo 0,5 veces, 0,2 veces, 0,1 veces, 0,01 veces o 0,001 veces el uno o los varios componentes en relación con la mezcla de componentes que no es pobre y está basado en moles, masa o volumen. Una eliminación completa, es decir, "empobrecimiento a cero", en este documento también se entiende como empobrecimiento. En lo sucesivo, el término "principalmente" se refiere a un contenido de al menos el 60 %, 80 %, 90 %, 95 % o 99 % basado en moles, masa y volumen.

En su conjunto, la presente invención propone al respecto un proceso de producción de propileno, en el que se lleva a cabo un método de deshidrogenación de propano con la obtención de una primera mezcla de componentes, que contiene al menos hidrógeno, etano, etileno, propano y propileno, y en el que se lleva a cabo un método de craqueo con vapor, obteniendo una segunda mezcla de componentes, que contiene al menos hidrógeno, metano, etano, etileno, propano y propileno. Para conocer los detalles de los métodos en cuestión y las composiciones de producto

que se forman normalmente en estos, particularmente, también en relación con los componentes mencionados de los compuestos contenidos, remítase a la bibliografía especializada mencionada en varias ocasiones. Para el método de deshidrogenación de propano, en este caso, se utilizan cargas que contienen ventajosamente propano, para el método de craqueo con vapor se utilizan cargas ricas en hidrocarburos. Estas últimas consisten, por ejemplo, en nafta, pero, en su caso, también cargas más pesadas o más ligeras, es decir, aquellas que contienen hidrocarburos más ligeros y/o más pesados que los que normalmente están presentes en nafta.

En este sentido, como también es habitual en procesos combinados, se forma un primer producto de separación que contiene al menos principalmente propileno utilizando al menos una parte del propileno de la primera y la segunda mezcla de componentes, y aplicando una primera etapa de separación o varias y la formación de un segundo producto de separación que contiene al menos principalmente propano, utilizando al menos una parte del propano de la primera y la segunda mezcla de componentes, y aplicando la o las primeras etapas de separación. La o las primeras etapas de separación, en este caso, pueden comprender particularmente el uso del llamado separador C3, de donde se puede retirar el primer producto de separación del lado de la cabeza y el segundo producto de separación del lado del fondo. Normalmente se pueden preconnectar otras etapas de separación a un separador C3 de este tipo, tal y como también se describirá en lo sucesivo.

En especial, la carga de un separador C3 normalmente se puede retirar de un llamado despropanizador o una columna despropanizadora correspondiente, como también se conoce fundamentalmente de la bibliografía especializada citada. Un despropanizador consiste en una columna de rectificación, de la que se puede retirar una fracción gaseosa en el lado de la cabeza, que principal o exclusivamente contiene hidrocarburos con tres átomos de carbono y de la que se puede retirar una fracción líquida del lado de fondos, que principal o exclusivamente contiene hidrocarburos con cuatro y, dado el caso, más átomos de carbono. También se pueden retirar las fracciones correspondientes de otros aparatos asociados a una columna de rectificación correspondiente que forman parte de un despropanizador correspondiente, por ejemplo, absorbedores, en lugar de la misma columna de rectificación o adicionalmente a esta. La fracción retirada del lado de la cabeza del despropanizador o los aparatos correspondientes se puede llevar al separador C3. Un despropanizador correspondiente puede estar dispuesto en distintos puntos en una secuencia de separación para el tratamiento de una mezcla de componentes, particularmente, de una mezcla de componentes contenida en un método de craqueo con vapor. Particularmente, en el marco de la presente invención, un despropanizador correspondiente puede estar dispuesto aguas abajo de un desetanizador o una columna desetanizadora correspondiente y montado para el tratamiento de separación técnica de un producto de fondo del desetanizador. Como también se explica a continuación, en el marco de la presente invención, se puede utilizar un desetanizador en el curso de la o las segundas etapas de preseparación o ya en el curso de la o las primeras etapas de preseparación, dependiendo de si se está aplicando el método desetanizador primero o el método desmetanizador primero. Lo mismo se aplica a un despropanizador, que igualmente se puede situar en el primer lugar de una secuencia de separación correspondiente.

Además, la presente invención comprende la formación de un tercer producto de separación que contiene al menos principalmente etileno, utilizando al menos una parte del etileno de la primera y la segunda mezcla de componentes y aplicando una segunda etapa de separación o varias y la formación de un cuarto producto de separación que contiene al menos principalmente etano, utilizando al menos una parte del etano de la primera y de la segunda mezcla de componentes y aplicando la o las segundas etapas de separación. La o las segundas etapas de separación normalmente comprenden, en este caso, el uso del llamado separador C2, de donde se puede retirar el tercer producto de separación del lado de la cabeza y el cuarto producto de separación del lado de fondos. El separador C2 correspondiente se puede alimentar particularmente con una fracción que contenga principal o exclusivamente etano y etileno, que se pueda extraer, en un método desmetanizador primero, de la cabeza de un desetanizador, por tanto, de una columna de rectificación correspondiente o de un aparato asociado a esta y, en un método desetanizador primero, de los fondos de un desmetanizador. En lo sucesivo, también se explican con más detalle variantes similares del método, haciendo referencia a los dibujos y se pueden aplicar en el marco de la presente invención.

Como se ha mencionado, la presente invención comprende etapas de preseparación, en las que está previsto que, al menos una parte de la primera mezcla de componentes, en la obtención de una tercera mezcla de componentes, se someta a una primera etapa de preseparación o varias, que comprende(n) un aumento de presión y una eliminación, al menos parcial, de hidrógeno, y que al menos una parte de la segunda mezcla de componentes, en la obtención de una cuarta mezcla de componentes, se someta a una segunda etapa de preseparación o varias, que comprende(n) un aumento de presión, una eliminación, al menos parcial, de hidrógeno y una eliminación, al menos parcial, de metano. Llegados a este punto, cabe señalar, como ya se ha mencionado, que, en el marco de la o las segundas etapas de preseparación, también se puede realizar una eliminación, al menos parcial, de hidrocarburos con dos átomos de carbono. En el último caso, la presente invención se aplica en relación con el método desetanizador primero, en caso contrario, en relación con el método desmetanizador primero. Como se ha mencionado, la presente invención también se puede aplicar en relación con un método despropanizador primero.

Además, en el marco de la presente invención, está previsto que al menos una parte de la tercera mezcla de componentes junto con al menos una parte de la cuarta mezcla de componentes se sometan a la o las primeras etapas de separación. La presente invención, en este caso, en sus respectivas configuraciones explicadas en lo sucesivo prevé distintas posibilidades de purificación de la tercera mezcla de componentes con la cuarta mezcla de componentes o la respectiva parte utilizada de esta. En casos similares, una ventaja principal de la presente invención es que, debido a la composición análoga de la tercera y la cuarta mezcla de componentes en al menos algunos de los componentes, es posible una separación conjunta particularmente sencilla y eficiente.

Como se ha mencionado, la presente invención también se puede aplicar en relación con un método desetanizador primero. En este caso, en la eliminación de hidrógeno y metano en la o las segundas etapas de preseparación, también se eliminan, al menos principalmente, el etano y el etileno, de manera que estos principalmente no pasan de la segunda a la cuarta mezcla de componentes o la parte correspondiente de esta. Cabe señalar que, en un método desetanizador primero correspondiente, la cuarta mezcla de componentes también puede representar un producto de fondo de un desetanizador, que está presente en el fondo de una columna de rectificación correspondiente.

Una "columna de rectificación" consiste, según el significado que se le atribuye en este documento, en una unidad de separación montada para separar por rectificación, al menos parcialmente, una mezcla de componentes o más, alimentada en forma gaseosa o líquida, o de una mezcla de segunda fase con partes líquidas y gaseosas, dado el caso, también en estado supercrítico, es decir, generar sustancias puras o, al menos, una mezcla de sustancias respectivamente de la o de las mezclas de componentes con otra composición. Tal y como se conoce, la rectificación comprende en este caso repetidos procedimientos de evaporación y condensación, particularmente, utilizando instalaciones adecuadas para tal uso, por ejemplo, platos de separación o los equipos asociados o no asociados. Para su uso en el marco de la presente invención, la columna de rectificación presenta un evaporador de fondos. En este documento se trata de un dispositivo con un intercambiador de calor que se calienta y está destinado a calentar una fracción líquida dispuesta en los fondos de la columna de rectificación, también denominada líquido de fondos. Mediante un evaporador de fondos, una parte del producto de fondos se evapora continuamente y se retroalimenta en forma gaseosa en la columna de rectificación. Para su uso en el marco de la presente invención, una columna de rectificación presenta además un condensador de cabeza, que condensa el gas que se extiende hacia arriba en la columna de rectificación y lo devuelve en estado condensado a la columna de rectificación.

Para la instalación y configuración específicas de las columnas de rectificación y otros dispositivos de separación, remítase a la bibliografía pertinente (véase por ejemplo K. Sattler, "Thermische Trennverfahren: Grundlagen, Auslegung, Apparate", 3.ª edición 2001, Weinheim, Wiley-VCH).

Para métodos de separación, tal y como se utilizan específicamente para el tratamiento de mezclas de componentes, que se forman utilizando métodos de craqueo con vapor, particularmente, métodos de separación que comprenden una desmetanización y una desetanización, remítase al artículo previamente citado "Ethylene" en la *Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry*. Los métodos de separación de este tipo se diferencian particularmente en el orden de las respectivas etapas de separación. De esta manera, por ejemplo, se conocen los métodos mencionados en varias ocasiones de desmetanizador primero (también denominado método desmetanizador de extremo frontal) y los métodos igualmente mencionados en varias ocasiones de desetanizador primero (también denominado método desetanizador de extremo frontal), pero también el método despropanizador primero (también denominado método despropanizador de extremo frontal). Como también se explicará en lo sucesivo, la presente invención es adecuada particularmente para su uso en relación con el método desetanizador primero, pero también con el método desmetanizador primero o el método despropanizador primero.

Particularmente, el desmetanizador, el desetanizador y el despropanizador, tal y como se ha mencionado con anterioridad, pueden estar configurados como columnas de rectificación correspondientes o comprender columnas de rectificación de ese tipo, que en lo sucesivo también se denominan columnas desmetanizadoras, columnas desetanizadoras y columnas despropanizadoras. Así, los términos utilizados en el presente documento "desmetanizadores", "desetanizadores" y "despropanizadores" se entienden como disposiciones con las respectivas columnas de rectificación, cuyos aparatos adicionales, por ejemplo, absorbedores en el caso de desetanizadores, no obstante, también pueden estar asociados. Lo mismo se aplica cuando hablamos de realizar una "desmetanización", una "desetanización" o una "despropanización". A continuación, se habla de que se pueden extraer fracciones "de la cabeza" o "de los fondos" de desmetanizadores, desetanizadores y despropanizadores o las respectivas columnas de rectificación, alternativa o adicionalmente a la columna de rectificación, estas también se pueden extraer de la cabeza o de los fondos de los aparatos asociados correspondientes.

Según una primera configuración preferida de la presente invención, en la eliminación de hidrógeno y metano en la o las segundas etapas de preseparación, también se eliminan, al menos principalmente, etano y etileno, por tanto, se lleva a cabo el método desetanizador primero.

Así, se elimina hidrógeno y metano en la o las segundas etapas de preseparación, en las que también se eliminan, al menos principalmente, etano y etileno, utilizando una columna de desetanización. En los platos de separación próximos al

fondo de una columna de desetanización de ese tipo, en este caso, se encuentra la cuarta mezcla de componentes, donde por "platos de separación próximos al fondo" se entiende platos de separación que están dispuestos en la mitad inferior, particularmente, en el tercio inferior, en el cuarto inferior o en el quinto inferior de la columna de desetanización. Un líquido correspondiente es pobre en hidrógeno, metano e hidrocarburos con dos átomos de carbono en comparación con la segunda mezcla de componentes o se han eliminado los componentes correspondientes en una parte predominante.

En una tal configuración de la presente invención, resulta especialmente ventajoso alimentar la columna de desetanización con la tercera mezcla de componentes al menos parcialmente en estado líquido en la zona de un plato de separación correspondiente próximo al fondo, por ejemplo, en un plato de separación de este tipo o sobre este.

Esto permite configurar la o las primeras etapas de preseparación de tal manera que en la tercera mezcla de componentes pueda haber un contenido residual en hidrógeno, así como, dado el caso, pequeñas cantidades de metano e hidrocarburos con dos átomos de carbono, puesto que estos todavía se pueden eliminar en la columna desetanizadora gracias a la eficiencia de separación todavía existente en la zona del plato de separación próximo al fondo. Esto permite una configuración simplificada de la o las primeras etapas de preseparación, puesto que estos no se deben configurar para una eliminación completa de hidrógeno, así como de metano e hidrocarburos con dos átomos de carbono.

Normalmente, en el marco de la presente invención, de los fondos de la columna desetanizadora se extrae un líquido de fondos y se transmite al menos parcialmente a una columna despropanizadora. Este líquido de fondos presenta normalmente principal o exclusivamente hidrocarburos con tres o más átomos de carbono. En la columna despropanizadora o un aparato asociado a esta, se forma una fracción de cabeza que presenta principal o exclusivamente hidrocarburos con tres átomos de carbono. Por el contrario, un líquido de fondos de la columna despropanizadora presenta principal o exclusivamente hidrocarburos de bajo punto de ebullición.

Por tanto, en una configuración de la presente invención, la tercera mezcla de componentes se puede alimentar al menos parcialmente, alternativa o adicionalmente a la alimentación en la zona del plato de separación próximo al fondo de la columna desetanizadora, en particular, en estado líquido, igualmente en la parte inferior de la columna despropanizadora. Si bien es cierto que en un caso de este tipo, normalmente ya no se realiza ninguna eliminación selectiva de componentes ligeros, como hidrógeno residual, de la tercera mezcla de componentes, no es menos cierto que en un tal caso, el hidrógeno proporcionado se puede utilizar de forma especialmente ventajosa en un método de hidrogenación aplicado aguas abajo que somete a la una fracción que contiene principal o exclusivamente hidrocarburos con tres átomos de carbono, extraída de la cabeza de la columna despropanizadora o de un aparato asociado a esta. Esto permite prescindir en ese proceso al menos parcialmente de una alimentación de hidrógeno adicional. Como también se explica en lo sucesivo, el hidrógeno proporcionado, así como otros compuestos más ligeros, particularmente, hidrocarburos con dos átomos de carbono se pueden descargar en un desorbedor (*stripper*) provisto aguas abajo de una hidrogenación correspondiente.

La fracción extraída de la cabeza de la columna despropanizadora o un aparato asociado a esta, que contiene principal o exclusivamente hidrocarburos con tres átomos de carbono y que, en su caso, finalmente se hidrogena, particularmente, en el curso de la o las primeras etapas de separación se trasfiere a un separador C3 para obtener el primer y segundo producto de separación.

Como se ha mencionado con anterioridad, alternativamente a la primera configuración de la invención arriba descrita, también es posible una segunda configuración ventajosa, en la que en la eliminación de hidrógeno y metano en la o las segundas etapas de preseparación no se pueden eliminar al menos principalmente etano y etileno. Por ello, en estas formas de realización de la invención, el etano y el etileno pasan al menos en su mayor parte a la cuarta mezcla de componentes. Por tanto, se utiliza particularmente un método desmetanizador primero. Si para la eliminación de hidrógeno y metano, aquí se utiliza una columna de rectificación correspondiente, la cuarta mezcla de componentes será particularmente un líquido de fondos de una columna de rectificación de este tipo.

Así, la eliminación de hidrógeno y metano en la o las segundas etapas de preseparación, en las que, al menos principalmente, no se eliminan ni el metano ni el etileno, se puede llevar a cabo utilizando una columna de desetanización. Si se retira una mezcla de componentes que contiene principal o exclusivamente hidrógeno y metano del lado de la cabeza de una columna desmetanizadora de este tipo o un aparato asociado a esta, de los fondos se puede extraer un líquido de fondos que contiene principal o exclusivamente hidrocarburos con dos o más átomos de carbono. En particular, este líquido de fondos se puede someter finalmente a una desetanización, como también se explica en lo sucesivo.

En la configuración de la presente invención arriba descrita, la tercera mezcla de componentes se puede alimentar en especial al menos parcialmente en estado líquido en una parte inferior, en especial, una zona de un plato de separación próximo al fondo en el sentido arriba explicado de la columna desmetanizadora. Básicamente, de aquí se desprende la misma ventaja que se ha explicado con anterioridad, con referencia al método desetanizador primero, es decir, que todavía se puede descargar el hidrógeno residual contenido y, en su

caso, el metano en la columna desmetanizadora. Esto también permite en esta variante del método, configurar la o las primeras etapas de preseparación, de manera que en la tercera mezcla de componentes pueda haber un contenido residual de hidrógeno, puesto que este se puede seguir eliminando en la columna desmetanizadora. Esto permite una configuración simplificada de la o las primeras etapas de preseparación, puesto que no hay que configurarlas para la eliminación total de hidrógeno y, por tanto, se pueden configurar de forma más sencilla.

Como ya se ha explicado, de los fondos de la columna desmetanizadora se extrae un líquido de fondos y se transmite al menos parcialmente a una columna desetanizadora. En un método desmetanizador primero, se puede retirar una mezcla de componentes que contiene principal o exclusivamente hidrocarburos con dos átomos de carbono del lado de la cabeza de una columna desetanizadora de este tipo o un aparato asociado a esta, que normalmente a continuación se trasfiere a un separador C2, por tanto, se somete a la o las segundas etapas de separación. Además, en un método desmetanizador primero, se puede retirar de la columna desetanizadora un líquido de fondos, que contiene principal o exclusivamente hidrocarburos con tres o más átomos de carbono. Según una forma de realización de la presente invención, también puede estar previsto alimentar la tercera mezcla de componentes al menos parcialmente en la zona de un plato de separación próximo al fondo de esta columna desetanizadora.

De los fondos de la columna desetanizadora se puede extraer ventajosamente un líquido de fondos y transferirlo al menos parcialmente a una columna despropanizadora. Para conocer los modos de funcionamiento, las características de la columna despropanizadora de este tipo y las ventajas que se pueden conseguir respectivamente, remítase a las explicaciones anteriores.

Como ya se ha mencionado con anterioridad, la tercera mezcla de componentes puede alimentar al menos parcialmente la columna despropanizadora. Este hecho se aplica del mismo modo en el método desetanizador primero y el método desmetanizador primero. En ambos casos, se puede extraer una fracción que contiene propano y propileno de la cabeza de la columna despropanizadora o un aparato asociado a esta, y someterla al menos parcialmente a una hidrogenación, añadiendo hidrógeno y obteniendo una fracción hidrogenada.

Del mismo modo, como ya se ha mencionado, tras la hidrogenación se pueden expulsar de la fracción hidrogenada al menos parcialmente componentes con un punto de ebullición más bajo que el propano y propileno. De este modo, es posible separar de nuevo los componentes alimentados en forma de la tercera mezcla de componentes. Para ello, no se requieren costes adicionales desfavorables o desmesurados, puesto que de todos modos el arrastre de hidrógeno se puede efectuar debidamente aguas abajo de una hidrogenación que se realice normalmente y, por tanto, también se pueden arrastrar otros componentes más ligeros.

En un método despropanizador primero con el que se puede aplicar igualmente la presente invención, la alimentación de la tercera mezcla de componentes puede tener lugar en una columna de rectificación subordinada a esta columna despropanizadora.

Por el término “desorción” o “arrastre” se entiende en el marco de la presente solicitud una etapa de separación que comprende el empobrecimiento de una mezcla de componentes en componentes ligeros, aumentando la temperatura y/o con el flujo de un gas de desorción o de arrastre. Para la desorción, se utiliza en este caso convenientemente una columna de desorción, abreviada “desorbedor” que dispone de los medios adecuadamente destinados a ello, por ejemplo, de un dispositivo de calentamiento y/o la posibilidad de alimentación del gas de desorción. Del mismo modo, una columna de desorción puede presentar un condensador y, con ello, estar formada o equipada de forma muy similar a la columna de rectificación.

En particular, en el marco de la presente invención, en el contexto de la o las primeras etapas de preseparación de la primera mezcla de componentes, su contenido en hidrógeno se empobrece hasta un valor del 0 al 10 % molar, especialmente, del 0,1 al 5 % molar, por ejemplo, del 0,2 al 2 % molar. En caso de presentar tales contenidos en hidrógeno, la segunda mezcla de componentes se puede someter a una separación conjunta, puesto que el resto de su composición es lo suficientemente similar al fluido correspondiente del método de craqueo con vapor. Como se ha mencionado, aquí el hidrógeno todavía presente se puede eliminar fácilmente.

Como se ha mencionado, la o las primeras etapas de preseparación, a las que se somete la primera mezcla de componentes, comprenden además un aumento de presión que tiene lugar, particularmente, hasta una presión absoluta de 3 a 40 bares, particularmente, de 10 a 30 bares, por ejemplo, de 12 a 30 bares. De esta manera, el nivel de presión se rige por el nivel de presión al que opera un desmetanizador o desetanizador o despropanizador, tal y como se utiliza en la o las segundas etapas de preseparación, por tanto, el aumento de presión que se da aquí igualmente se efectúa en el marco de la o las segundas etapas de preseparación. Por ello, de este modo los niveles de temperatura de la tercera y cuarta mezcla de componentes se pueden unificar entre sí de una manera especialmente ventajosa.

El empobrecimiento de hidrógeno en el marco del pretratamiento de la primera mezcla de componentes o sus partes sometidas a pretratamiento puede comprender particularmente una condensación parcial de hidrocarburos con tres átomos de carbono tras el citado aumento de presión o condensación. De esta manera, se forma una fracción que contiene principalmente hidrocarburos con tres átomos de carbono, a la que sin embargo también se pueden

5 transferir parcialmente los otros componentes nombrados. En cualquier caso, esta fracción es pobre en hidrógeno en comparación con la primera mezcla de componentes. Una condensación correspondiente es especialmente ventajosa, puesto que esta, en el marco de la presente invención, como se explica en lo sucesivo, se puede llevar a cabo al menos parcialmente utilizando frío, que puede venir proporcionado por los flujos de proceso presentes en el método.

10 En particular, la condensación parcial se puede llevar a cabo utilizando frío, que se puede obtener al menos parcialmente por la expansión de un flujo que contiene principal o exclusivamente propano. Este flujo que contiene principal o exclusivamente propano puede ser por ejemplo el segundo producto de separación, que se forma en la o las primeras etapas de separación. Este segundo producto de separación se puede expandir para generar frío y finalmente volver al proceso, en especial, al método de deshidrogenación de propano o al método de craqueo con vapor.

15 Además, también es posible llevar a cabo la condensación parcial utilizando frío, generarlo al menos parcialmente por expansión de una parte de la primera mezcla de componentes o una parte de esta sometida a la o las primeras etapas de preseparación. Por ejemplo, la primera mezcla de componentes o una parte de esta sometida a la o las primeras etapas de preseparación se puede transferir a la o las primeras etapas de preseparación en forma de flujo de sustancias, que se condensa y del cual un flujo parcial se expande aguas abajo de la condensación. El flujo parcial expandido puede llevarse de nuevo a condensación, de manera que así se puede generar frío continuamente. En el marco de la presente invención, también se pueden aplicar los llamados métodos de caja fría, como se conoce fundamentalmente del estado de la técnica o métodos basados en otros principios de separación.

20 Es especialmente ventajoso que un método de deshidrogenación de propano se lleve a cabo por oxígeno anhidro y/o la ausencia total de este (también en forma de enlace covalente y/o durante la regeneración). De esta manera, es posible formar la primera mezcla de componentes, de tal modo que no haya en ella ni agua ni compuestos que contengan oxígeno, particularmente, dióxido de carbono. De esta manera, en especial, es fácilmente posible transferir una primera mezcla de componentes correspondiente a la o las primeras etapas de preseparación y en especial, finalmente, a la o las primeras etapas de separación, puesto que no se requiere la separación de estos componentes. Con otras palabras, la primera mezcla de componentes se puede transferir, sin separar, por ejemplo, agua y dióxido de carbono en la formación de la tercera mezcla de componentes, por ejemplo, a una columna de rectificación, que sirve para la desetanización y opera normalmente a temperaturas altamente frías, a las que se congelan el agua y el dióxido de carbono.

25 Como se ha mencionado, entonces la alimentación de la tercera mezcla de componentes tras la o las primeras etapas de preseparación a la o las primeras etapas de separación, en la o las que la tercera mezcla de componentes se purifica con la cuarta mezcla de componentes o una mezcla de componentes formada de esta, es especialmente ventajosa, cuando las respectivas composiciones son similares o no se diferencian en más de un volumen predeterminado.

30 Por ello, es especialmente ventajoso, cuando el contenido en hidrógeno en la tercera mezcla de componentes no difiere en más del 50 %, particularmente, no en más del 25 %, por ejemplo, no en más del 10 %, de un contenido en hidrógeno en la cuarta mezcla de componentes y cuando un contenido en hidrocarburos con tres átomos de carbono, particularmente, propileno, no difiere en la tercera mezcla de componentes en más del 50 %, particularmente, no en más del 25 %, por ejemplo, no en más del 10 % de un contenido en hidrocarburos con tres átomos de carbono, particularmente, propileno, en la cuarta mezcla de componentes.

35 La presente invención se refiere además a un sistema de producción de propileno con una primera unidad de reactor, proporcionada y montada para llevar a cabo un método de deshidrogenación de propano, obteniendo una primera mezcla de componentes, que contiene al menos hidrógeno, etano, etileno, propano y propileno; una segunda unidad de reactor proporcionada y montada para llevar a cabo un método de craqueo con vapor, obteniendo una segunda mezcla de componentes, que contiene al menos hidrógeno, metano, etano, etileno, propano y propileno; una primera unidad de separación proporcionada y montada para formar un primer producto de separación, que contiene al menos principalmente propileno, utilizando al menos una parte de propileno de la primera y la segunda mezcla de componentes y aplicando una primera etapa de separación o varias, donde la primera unidad de separación está proporcionada y montada además para formar un segundo producto de separación, que contiene al menos principalmente propano, utilizando al menos una parte del propano de la primera y segunda mezcla de componentes, y aplicando la o las primeras etapas de separación; y una segunda unidad de separación, proporcionada y montada para formar un tercer producto de separación, que contiene al menos principalmente etileno, utilizando al menos una parte del etileno de la primera y la segunda mezcla de componentes y aplicando una segunda etapa de separación o varias, donde la segunda unidad de separación está proporcionada y montada además para formar un cuarto producto de separación, que contiene al menos principalmente etano, utilizando al menos una parte del etano de la primera y la segunda mezcla de componentes y aplicando la o las segundas etapas de separación.

40 Según la invención, un sistema de este tipo se caracteriza por una primera unidad de preseparación, que está proporcionada y montada para someter al menos una parte de la primera mezcla de componentes a una primera etapa de preseparación o varias, obteniendo una tercera mezcla de componentes, que comprende(n) un aumento de presión

5 y una eliminación al menos parcial de hidrógeno; una segunda unidad de preseparación que está proporcionada y montada para someter al menos una parte de la segunda mezcla de componentes a una segunda etapa de preseparación o varias, obteniendo una cuarta mezcla de componentes, que comprende(n) un aumento de presión, una eliminación al menos parcial de hidrógeno y una eliminación al menos parcial de metano; y medios que están proporcionados y montados para llevar al menos una parte de la tercera mezcla de componentes junto con al menos una parte de la cuarta mezcla de componentes a la primera unidad de separación y someterla a la o a las primeras etapas de separación.

10 Para conocer las características y ventajas del sistema propuesto según la invención, remítase expresamente a las características y ventajas ya explicadas con anterioridad relativas al proceso explicado y su configuración ventajosa. Lo mismo se aplica particularmente a un sistema según las formas de realización especialmente preferidas de la presente invención, que presenta medios destinados a llevar a cabo el método correspondiente.

15 La invención se refiere además a un método para reequipar un sistema que está destinado a llevar a cabo un método de craqueo con vapor, utilizando un número de componentes del sistema como hornos de craqueo, dispositivos de purificación y aparatos de separación, donde el sistema se alimenta con una mezcla de carga que contiene hidrocarburos con una primera composición previamente al reequipamiento. El reequipamiento comprende, según la invención, alimentar el sistema, no con la mezcla de carga que contiene hidrocarburos con la primera composición, sino con una mezcla de carga que contiene hidrocarburos con una segunda composición variable y usar uno o varios de los componentes del sistema no para el método de craqueo con vapor, sino para un método de deshidrogenación de propano, es decir, reconvertir de manera adecuada las capacidades liberadas.

20 Un ejemplo de ello sería un cambio de la mezcla de carga del método de craqueo con vapor, de hidrocarburos pesados, por ejemplo, principalmente nafta, a hidrocarburos ligeros, por ejemplo, etano y/o propano, así como butano. Mientras que previsiblemente se aumenta la carga con la misma intensidad o incluso superior a la anterior a ciertas partes del sistema para tratar el gas de producto en su conjunto, como por ejemplo, el condensador de gas bruto, así como partes del sistema para tratar la fracción de producto ligera, como por ejemplo, el desmetanizador, tras un cambio de la mezcla de carga, se reduce la carga de otras partes del sistema, por ejemplo, para tratar fracciones de producto pesadas. Estas partes del sistema descargadas pueden comprender el despropanizador, así como el conjunto de partes del sistema para el tratamiento de una fracción con hidrocarburos con tres átomos de carbono, incluida una hidrogenación y un separador. Entonces, estas partes del sistema se pueden utilizar adicionalmente para un método de deshidrogenación de propano. A este respecto, el procedimiento descrito en la presente invención de la eliminación de hidrógeno precedente del gas de producto de la deshidrogenación de propano es especialmente ventajoso, puesto que mediante este procedimiento las partes del sistema del método de craqueo con vapor que se encuentren sometidas a una carga intensa, como por ejemplo, el desmetanizador, no se someten a una carga aún mayor.

35 Según la invención, un reequipamiento correspondiente comprende llevar a cabo un método como se ha descrito con anterioridad y/o proporcionar un sistema correspondiente. De esta manera, se puede conseguir la ventaja ya mencionada en un principio, de purificar el producto correspondiente de una deshidrogenación de propano junto con los productos del método de craqueo con vapor y prescindir de una purificación por separado.

40 La invención se explicará en lo sucesivo en mayor detalle haciendo referencia a los dibujos adjuntos, en los que se explican formas de realización preferidas de la presente invención frente al estado de la técnica.

45 **Breve descripción de las figuras**

50 La figura 1 ilustra un proceso configurado según una forma de realización de la invención en una representación esquemática muy simplificada.

La figura 2 ilustra un proceso configurado según una forma de realización de la invención en una representación esquemática simplificada.

55 La figura 3 ilustra alternativas al proceso según las formas de realización de la invención, así como alternativas al proceso que no son acordes a la invención.

La figura 4 es una continuación de la representación en la figura 3.

60 En las figuras, los elementos estructural y/o funcionalmente correspondientes se indican con las mismas referencias y no se explicarán reiteradamente por motivos de claridad.

Descripción detallada de las figuras

65 En la figura 1 se ilustra un proceso configurado según la invención en una representación esquemática muy simplificada y está designado en su conjunto con el número 10.

El proceso 10 comprende un método de deshidrogenación de propano 1, un método de craqueo con vapor 2, una primera etapa de preseparación V1 o varias, una segunda etapa de preseparación V2 o varias, una primera etapa de separación S1 o varias, así como una segunda etapa de separación S2 o varias. Así la o las primeras etapas de preseparación V1, la o las segundas etapas de preseparación V2, la o las primeras etapas de separación S1 y la o las segundas etapas de separación S2 se pueden agrupar correspondientemente de forma arbitraria y, por ejemplo, se resumen en componentes del sistema correspondientes. Sin embargo, un aspecto esencial del proceso 10 es que la o las primeras etapas de preseparación V1 y la o las segundas etapas de preseparación V2 transcurren o se llevan a cabo respectivamente por separado, es decir, que las mezclas de componentes, que se llevan a la o a las primeras etapas de preseparación, al menos no se llevan a la o a las segundas etapas de preseparación en la misma posición que otras mezclas de componentes.

En el ejemplo representado, se trasfiere al método de deshidrogenación de propano 1 un primer flujo de carga E1 que puede comprender especialmente propano. El método de deshidrogenación de propano 1 se lleva a cabo básicamente de una manera conocida, de modo que en este se forma una primera mezcla de componentes A, que contiene al menos hidrógeno, etano, etileno, propano y propileno, y que se puede sacar del método de deshidrogenación de propano 1 en forma de un flujo de sustancias correspondiente. El método de deshidrogenación de propano 1 se puede llevar a cabo en especial utilizando uno o varios reactores adecuados que puedan estar configurados de manera profesional.

La primera mezcla de componentes A o el flujo de sustancias correspondiente, en el ejemplo representado se trasfiere al menos parcialmente a la o las primeras etapas de preseparación V1, en la o las que la primera mezcla de componentes A o el flujo de sustancias correspondiente se somete a un aumento de presión y a una eliminación al menos parcial de hidrógeno. Como se ha mencionado arriba, este proceso se puede realizar básicamente de una manera conocida. Particularmente, la primera mezcla de componentes A o el flujo de sustancias correspondiente se puede licuar en la o las primeras etapas de preseparación V1. El hidrógeno separado se ilustra en forma de un flujo de sustancias designado con H2. También es posible una eliminación al menos parcial de hidrocarburos con dos átomos de carbono, pero opcionalmente como se ilustra con un flujo de sustancias C2 representado con trazos discontinuos. De esta manera, se obtiene una mezcla de componentes que también se designa como tercera mezcla de componentes C y que se puede sacar en forma de un flujo de sustancias correspondiente de la o de las primeras etapas de preseparación V1. El posible contenido en hidrógeno de la tercera mezcla de componentes C o del flujo de sustancias correspondiente ya se ha explicado arriba. Particularmente, la tercera mezcla de componentes C todavía contiene aguas abajo de la o de las primeras etapas de preseparación V1 hidrocarburos con tres átomos de carbono, así como pequeñas cantidades de otros componentes, por ejemplo, hidrocarburos con dos átomos de hidrocarburos en la medida en que no se hayan eliminado; e hidrocarburos con cuatro átomos de carbono, que se han formado en el método deshidrogenación de propano 1 como subproductos.

En la medida en que la primera mezcla de componentes A también contiene otros componentes, como agua y dióxido de carbono, estos también se pueden eliminar en la o las primeras etapas de preseparación V1.

El método de craqueo con vapor 2, que igualmente se puede llevar a cabo de la manera profesional usual, por ejemplo, utilizando también varios hornos de craqueo, se alimenta con una carga rica en hidrocarburos en forma de flujo de sustancias E2. La carga rica en hidrocarburos puede comprender particularmente nafta e hidrocarburos más ligeros, así como hidrocarburos pesados. Particularmente, la carga rica en hidrocarburos también puede comprender hidrocarburos parafínicos con dos, tres y cuatro átomos de carbono, particularmente, etano, propano y butano. Al método de craqueo con vapor 2 en su conjunto o a distintos hornos de craqueo que se utilizan en el método de craqueo con vapor 2 se pueden transferir también diferentes cargas de hidrocarburos y ser tratadas en este en diferentes condiciones de craqueo. En el método de craqueo con vapor 2, los hidrocarburos de la o las cargas ricas en hidrocarburos se transforman al menos parcialmente, de manera que se obtiene una segunda mezcla de componentes B, que contiene al menos hidrógeno, metano, etano, etileno, propano y propileno. La segunda mezcla de componentes B se puede extraer del método de craqueo con vapor 2 en forma de un flujo de sustancias correspondiente y, finalmente, llevarla al menos en parte a la una o las varias segundas etapas de preseparación V2. La composición de la segunda mezcla de componentes B o del flujo de sustancias correspondiente depende decisivamente de la carga rica en hidrocarburos llevada al método de craqueo con vapor 2.

Como ya se ha mencionado en varias ocasiones, la o las etapas de preseparación V2 puede(n) comprender particularmente una desmetanización o una desetanización. En ambas posibilidades se da un aumento de presión. En una desmetanización se realiza una eliminación al menos parcial de hidrógeno y una eliminación al menos parcial de metano de la segunda mezcla de componentes B, como se ilustra en forma de un flujo de sustancias designado con H2+CH4. Sin embargo, el etano y el etileno o los hidrocarburos en general con dos átomos de carbono, en este caso, no se eliminan de la segunda mezcla de componentes B. Por el contrario, en una desetanización se realiza igualmente una eliminación al menos parcial de hidrógeno y metano, de manera que también se forma para este caso el flujo de sustancias designado con H2+CH4; sin embargo, también se realiza una eliminación al menos parcial de hidrocarburos con dos átomos de carbono. Este último proceso se ilustra con el flujo de sustancias C2' representado con trazos discontinuos. En un método desetanizador primero, el flujo de sustancias designado con H2+CH4 deja la cabeza de una columna desmetanizadora postconectada a la columna desetanizadora o un aparato asociado a la columna desmetanizadora, y el flujo de sustancias C2' sus

fondos. En un método desmetanizador primero en el que no se forma ningún flujo de sustancias C2' correspondiente, el flujo de sustancias designado con H2+CH4 deja la cabeza de una columna desmetanizadora o un aparato asociado a esta. Su parte de fondos presenta en cambio una mezcla de componentes, que además de hidrocarburos con dos átomos de carbono también contiene hidrocarburos pesados, de manera que el flujo de sustancias C2' no se puede extraer del fondo de la columna desmetanizadora. Este se extrae de la cabeza de una columna desmetanizadora postconectada a la columna desmetanizadora o de un aparato asociado a la columna desmetanizadora.

Sea cual sea el método específico que se lleve a cabo, se forma no obstante en ambos casos una mezcla de componentes D, utilizando la o las segundas etapas de preseparación, que en este documento se denomina cuarta mezcla de componentes, que al contrario que la mezcla de componentes B es pobre al menos en hidrógeno y en metano y/o que se forma eliminando al menos hidrógeno de metano al menos parcialmente de la segunda mezcla de componentes B.

Esta cuarta mezcla de componentes se puede extraer físicamente en forma de un flujo de sustancias correspondiente de la o las segundas etapas de preseparación V2. Sin embargo, la presente invención también comprende una cuarta mezcla de componentes D de este tipo presente en un dispositivo utilizado en la o las segundas etapas de preseparación V2. Por ejemplo, la cuarta mezcla de componentes D, como se ha mencionado anteriormente, puede tratarse de un líquido en la zona de un plato de separación próximo al fondo de una columna desmetanizadora o desmetanizadora, según si se está aplicando un método desmetanizador primero o un método desmetanizador primero. Este líquido, en comparación con la segunda mezcla de componentes B, también es pobre en los componentes anteriormente mencionados (hidrógeno, metano, o, dado en caso, hidrocarburos con dos átomos de carbono) y/o se ha formado eliminando los componentes correspondientes al menos parcialmente de la segunda mezcla de componentes B.

Como también se explica en lo sucesivo, la ya mencionada tercera mezcla de componentes C puede alimentar la zona del plato de separación próximo al fondo de una columna desmetanizadora o desmetanizadora correspondiente, de tal manera que del fondo de la columna desmetanizadora o desmetanizadora no se extrae la cuarta mezcla de componentes D sino otra mezcla de componentes que se forma purificando la tercera mezcla de componentes C con la cuarta mezcla de componentes D y por el efecto de separación todavía existente en menor medida en la zona del plato de separación próximo al fondo de la columna desmetanizadora o desmetanizadora. Sin embargo, la alimentación de la tercera mezcla de componentes C también se puede realizar en lugar de en la zona del plato de separación próximo al fondo de la columna desmetanizadora o desmetanizadora, aguas abajo de esta.

Sin embargo, en todos los casos mencionados, en el curso del proceso 10 se lleva(n) a cabo la o las primeras etapas de separación S1 en la o las que se forman dos productos de separación, es decir, un primer producto de separación P1 y un segundo producto de separación P2. El primer producto de separación P1 comprende así principal o exclusivamente propileno y el segundo producto de separación P2 principal o exclusivamente propano. El segundo producto de separación P2 particularmente puede volver al proceso 10. Por el contrario, el primer producto de separación P1 representa uno de los productos del proceso 10.

El propileno del primer producto de separación P1 y el propano del segundo producto de separación P2 proceden, en este caso, respectivamente al menos parcialmente de la primera mezcla de componentes A y de la segunda mezcla de componentes B y, con ello, también respectivamente al menos parcialmente de la tercera mezcla de componentes C y de la cuarta mezcla de componentes D. Con otras palabras, la presente invención propone obtener purificados al menos parcialmente el primer producto de separación P1 y el segundo producto de separación P2 de una primera mezcla de componentes A procedente de un método de deshidrogenación de propano 1 y de una segunda mezcla de componentes B procedente de un método de craqueo con vapor 2 o de la tercera y cuarta mezclas de componentes C y D, formadas a partir de esta.

Las primeras etapas de separación S1 comprenden así normalmente en el último nivel, como ya se ha mencionado en varias ocasiones, la utilización de un separador C3, que se alimenta con una mezcla de principal o exclusivamente hidrocarburos con tres átomos de carbono, particularmente, propileno y propano. Aguas arriba de un separador C3 correspondiente puede estar prevista una hidrogenación correspondiente, como también se ha mencionado ya. De nuevo, aguas arriba de esta hidrogenación, que opcionalmente también se puede omitir, particularmente, puede estar prevista una despropanización que se puede llevar a cabo utilizando una columna despropanizadora. Del lado de la cabeza de una columna despropanizadora correspondiente o un aparato asociado a la columna despropanizadora se puede extraer una mezcla de componentes, que contiene principal o exclusivamente hidrocarburos con tres átomos de carbono y del lado del fondo una mezcla de componentes que contiene hidrocarburos más pesados. La mezcla de componentes extraída del lado de la cabeza de la columna despropanizadora o de un aparato asociado a esta, dado el caso, tras la hidrogenación opcional mencionada se puede transferir al separador C3.

De nuevo, a la despropanización le pueden preceder una desmetanización y una desmetanización (en un método desmetanizador primero) o una desmetanización (en un método desmetanizador primero) en el respectivo orden

indicado, donde la primera etapa de separación respectiva según estas alternativas (desmetanización en el método desmetanizador primero o desetanización en el método desetanizador primero) en el orden aquí utilizado representa al menos en parte una parte de la o las segundas etapas de preseparación V2 o una etapa de separación aquí utilizada.

5 Así, en ambos casos, del fondo de una columna desetanizadora empleada en la desetanización, se retira una mezcla de componentes que contiene principal o exclusivamente hidrocarburos con tres átomos de carbono. Esta se lleva respectivamente a la despropanización. En la sucesiva figura 2 se dan más detalles. En un método desmetanizador primero se alimenta la desetanización parcialmente o por completo con un subproducto de la desmetanización, que solo es pobre en hidrógeno y metano o está libre de estos, pero que todavía contiene hidrocarburos con dos átomos de carbono. En un método desetanizador primero se trasfiere a la desmetanización total o parcialmente un producto de cabeza de la desetanización, que contiene hidrocarburos con dos átomos de carbono o menos, así como hidrógeno; por el contrario, un producto de fondo de la desetanización que contiene hidrocarburos con tres átomos de carbono o más se lleva total o parcialmente a la despropanización.

15 En este caso, particularmente, la tercera mezcla de componentes C puede alimentar una columna desmetanizadora en la zona del plato próximo al fondo, la zona del plato próximo al fondo de una columna desetanizadora o una columna despropanizadora, como ya se ha explicado en detalle anteriormente. En el punto de alimentación respectivo comienza la separación “conjunta”, que propone la presente invención.

20 Además, el proceso 10 comprende una segunda etapa de separación S2 o varias, en la o las que se forman un tercer producto de separación P3 y un cuarto producto de separación P4. El tercer producto de separación P3 comprende principal o exclusivamente etileno, el cuarto producto de separación P4 comprende principal o exclusivamente etano.

25 De esta manera, tanto el etileno del tercer producto de separación P3 como el etano del cuarto producto de separación P4 proceden respectivamente al menos parcialmente tanto de la primera mezcla de componentes A como de la segunda mezcla de componentes B y, con ello, igualmente al menos en parte tanto de la tercera mezcla de componentes C como de la cuarta mezcla de componentes D. Particularmente, el cuarto producto de separación P4 puede transferirse de nuevo al proceso 10.

30 Particularmente, la o las segundas etapas de separación pueden comprender la utilización de un separador C2, al que se puede alimentar una mezcla de principal o exclusivamente hidrocarburos con dos átomos de carbono, en particular, una mezcla de etileno y etano. En especial, una mezcla de este tipo se puede proporcionar en un método desetanizador primero del fondo de una columna desmetanizadora y en un método desmetanizador primero de la cabeza de una columna desetanizadora o un aparato asociado a la columna desetanizadora. Como se ha mencionado, la desmetanización o la desetanización puede estar prevista en el orden aquí utilizado también al menos parcialmente como una parte de la o las segundas etapas de preseparación V2.

35 Como se ha mencionado, en la o las primeras etapas de preseparación V1 y en la o las segundas etapas de preseparación V2 se pueden separar respectivamente los flujos de sustancias C2 y C2', que contienen principal o exclusivamente hidrocarburos con dos átomos de carbono. Sin embargo, alternativa o adicionalmente esta separación también es posible hasta la o las primeras etapas de separación. Por ejemplo, este último caso se da cuando se alimenta el método desmetanizador primero en la o las segundas etapas de separación V2. También en este caso se puede alimentar una columna desmetanizadora en la zona de un plato próximo al fondo con la tercera mezcla de componentes C. Por ello, ya en este punto se purifican la tercera mezcla de componentes C y la cuarta mezcla de componentes D. En este caso, la desetanización sucesiva puede estar prevista sistemáticamente como parte de la o las primeras etapas de separación, de manera que, como se muestra en este documento en forma de flujo de sustancias C2" representado con trazos discontinuos, ya en estas se forma un flujo de sustancias que contiene principal o exclusivamente hidrocarburos con dos átomos de carbono. De esta manera, como alternativa, los flujos de sustancias C2' y C2" se forman entre sí ventajosamente, y el flujo de sustancias C2 se puede formar adicionalmente.

40 La figura 2 ilustra un proceso configurado según la invención en una representación esquemática simplificada, que sin embargo en comparación con la representación en la figura 1 muestra más detalles de una forma de realización específica. En esta se indican elementos estructuralmente idénticos o análogos, o funcionalmente idénticos o análogos con las mismas referencias que en la figura 1 y no se explicarán reiteradamente por motivos de claridad.

45 Como se ilustra en la figura 2, en la o las primeras etapas de preseparación V1, la primera mezcla de componentes A se condensa en un principio en un condensador 101 y, a continuación, se refrigera en un intercambiador de calor 102. En este caso, se condensa al menos una parte de los hidrocarburos contenidos en la primera mezcla de componentes A con tres y, en su caso, dos átomos de carbono.

50 Para la separación de fases la primera mezcla de componentes A adecuadamente condensada y refrigerada se puede transferir a un separador de fases 103. De la cabeza del separador de fases 103 se puede extraer el flujo de

sustancias ya representado en la figura 1, designado con H2. Del fondo del separador de fases 103 se extrae la tercera mezcla de componentes C, que se puede propulsar mediante una bomba 104.

En primer lugar, la o las segundas etapas de preseparación V2 comprenden igualmente una condensación de la segunda mezcla de componentes B utilizando un condensador 105. La condensación se conecta a un secado en un secador 106. Además, antes o durante la condensación o el secado también se puede producir la eliminación de dióxido de carbono (no mostrada en el dibujo). Aguas abajo del secado o de la eliminación de dióxido de carbono se produce la refrigeración de la segunda mezcla de componentes B utilizando un intercambiador de calor 107.

Ahora, la segunda mezcla de componentes B adecuadamente secada y, en su caso, libre de dióxido de carbono, se lleva a una desetanización, que en la forma de realización ilustrada en la figura 2 también utiliza un método desetanizador primero. Aquí, la mezcla de componentes B se alimenta primero a una columna de absorción 108, que se alimenta con un reflujo líquido, que se forma utilizando un gas de cabeza de la propia columna desetanizadora 109. A la columna desetanizadora se trasfiere un subproducto de la columna de absorción 108. En la columna desetanizadora 109, se forma un líquido en la zona de un plato próximo al fondo 109', que representa la cuarta mezcla de componentes D en el orden aquí utilizado. La tercera mezcla de componentes C se alimenta bajo esta zona. De la cabeza de la columna desetanizadora 109, que opera con un evaporador de fondo, se puede extraer un gas de cabeza, licuarlo en un condensador de cabeza designado en su conjunto con el número 110 y devolver una primera parte a la columna de absorción 108 y otra parte a la columna desetanizadora 109.

Del fondo de la columna desetanizadora 109 se puede extraer un flujo de sustancias que contiene principal o exclusivamente hidrocarburos con tres o más átomos de carbono, que se denomina C3+ en este documento, de la cabeza de la columna de absorción 108 y, con ello, como fracción gaseosa que se forma en la desetanización, se puede extraer el flujo de sustancias C2' ilustrado ya en la figura 1. Los primeros se pueden llevar a la o las primeras etapas de separación S1, los últimos a la o las segundas etapas de separación S2, cuyos respectivos productos de separación P1 a P4 no se ilustran especialmente en la figura 2.

En la figura 3 se ilustran de forma muy simplificada distintas configuraciones de métodos según la invención. Aquí se ilustran las distintas posibilidades de alimentación de la tercera mezcla de componentes, alternativamente la desmetanización (DM), la desetanización (DE) y la despropanización (DP). A este respecto, se indican con C1- mezclas de componentes que contienen principal o exclusivamente hidrógeno y metano, con C2- principal o exclusivamente hidrocarburos con dos átomos de carbono y mezclas de componentes que contienen componentes más ligeros, con C2 principal o exclusivamente hidrocarburos con mezclas de componentes que contienen dos átomos de carbono, con C3- principal o exclusivamente hidrocarburos con tres átomos de carbono y mezclas de componentes que contienen componentes más ligeros, con C3 principal o exclusivamente hidrocarburos con mezclas de componentes que contienen tres átomos de carbono, con C2+ principal o exclusivamente hidrocarburos con mezclas de componentes que contienen dos o más átomos de carbono, con C3+ principal o exclusivamente hidrocarburos con mezclas de componentes que contienen tres o más átomos de carbono, con C4+ principal o exclusivamente hidrocarburos con mezclas de componentes que contienen cuatro o más átomos de carbono y con C2,3 principal o exclusivamente hidrocarburos con mezclas de componentes que contienen dos y tres átomos de carbono. Las mezclas de componentes ya designadas en las figuras 1 y 2 con A a D también se ilustran aquí correspondientemente.

Según la alternativa 201, se aplica un método desmetanizador primero. En la zona de un plato de separación próximo al fondo de una columna desmetanizadora utilizada en la desmetanización DM se alimenta en este caso la tercera mezcla de componentes C. El resto de las etapas de la desetanización DE y la despropanización DP están conectadas básicamente de la forma conocida.

Según la alternativa 202, se aplica igualmente un método desmetanizador primero. En la zona de un plato de separación próximo al fondo de una columna desmetanizadora utilizada en la desmetanización DM se alimenta también en este caso la tercera mezcla de componentes. Sin embargo, a diferencia de la alternativa 201, se conectan primero la despropanización DP y, finalmente, la desetanización DE, sin embargo, igualmente de la forma básicamente conocida.

Además, de acuerdo con la alternativa 203, se aplica un método desmetanizador primero, donde la secuencia es básicamente la misma que la de la alternativa 201; sin embargo, se alimenta la tercera mezcla de componentes C en una columna despropanizadora utilizada en la despropanización DP. De manera correspondiente, el producto de cabeza de esta despropanización ahora podría contener también pequeñas cantidades de hidrógeno, metano e hidrocarburos con dos átomos de carbono, en la medida en que estos no se hayan eliminado por completo anteriormente de la mezcla de componentes C. Entonces, estos componentes ligeros podrían eliminarse mediante un desorbedor postconectado a la siguiente hidrogenación. El gas de cabeza de este desorbedor, que ahora contiene etileno, así como etano de la primera mezcla de componentes A, podría llevarse entonces directamente a la o las segundas etapas de separación S2 o indirectamente mediante una nueva condensación a la o las primeras etapas de preseparación V1 o V2 a la o las segundas etapas de separación S2.

5 Según las alternativas 204 y 205, se aplican respectivamente los métodos desetanizador primero, donde se conectan una desetanización DE respectivamente de la manera básicamente conocida con una desmetanización DM y una despropanización DP. Las alternativas 204 y 205 se diferencian en la respectiva alimentación de la tercera mezcla de componentes C, que en la alternativa 204 se alimenta en la zona de un plato de separación próximo al fondo de una columna desmetanizadora utilizada en la desetanización DE y en la alternativa 205 una columna despropanizadora utilizada en la despropanización DP. En la alternativa 205, se aplica al producto de cabeza de esta despropanización lo mismo que en la alternativa 203.

10 La figura 4 es una continuación de la representación en la figura 3, donde en este caso, los métodos despropanizador primero se ilustran como las respectivas alternativas 206 a 209. En las alternativas 206 y 207 que no son conformes a la invención, se produce la alimentación de la tercera mezcla de componentes C en una columna despropanizadora utilizada en la despropanización DP, en la alternativa 208 en la zona de un plato de separación próxima al fondo de una columna desmetanizadora utilizada en la desetanización DE y en la alternativa 15 209 en la zona de un plato de separación de una columna desmetanizadora utilizada en la desmetanización. La secuencia de las demás etapas se desprende directamente de los dibujos. En las alternativas 208 y 209, las pequeñas cantidades de hidrocarburos con cuatro átomos de carbono se consiguen de la mezcla de componentes C, finalmente, en el producto de separación P2 contenido en principalmente el propano. Este hecho no es de gran importancia, siempre que el producto de separación P2 se utilice como producto reciclado para el método de craqueo con vapor.

20 Finalmente, como ya se ha mencionado, la mezcla de componentes C también se puede alimentar (no se muestra en el gráfico), con independencia de las secuencias de separación arriba descritas aguas arriba de la purificación de los hidrocarburos con tres átomos de carbono, por ejemplo, antes de la hidrogenación de los hidrocarburos correspondientes. De manera correspondiente, los hidrocarburos con dos átomos de carbono o menos, como se describe en la alternativa 203 y 205, todavía deberían transferirse a la o las segundas etapas de separación S2. 25 Además, pequeñas cantidades de hidrocarburos con cuatro átomos de carbono o más se tolerarían en el producto de separación P2, como se describe en las alternativas 208 y 209.

REIVINDICACIONES

1. Proceso (10) de producción de propileno, que comprende:
- 5 -Realización de un método de deshidrogenación de propano (1) obteniendo una primera mezcla de componentes (A) que contiene al menos hidrógeno, etano, etileno, propano y propileno,
 -Realización de un método de craqueo con vapor (2) obteniendo una segunda mezcla de componentes (B) que contiene al menos hidrógeno, metano, etano, etileno, propano y propileno,
 -Formación de un primer producto de separación (P1) que contiene al menos principalmente
 10 propileno, utilizando al menos una parte del propileno de la primera y segunda mezcla de componentes (A, B) y aplicando una primera etapa de separación (S1) o varias,
 -Formación de un segundo producto de separación (P2) que contiene al menos principalmente propano, utilizando al menos una parte del propano de la primera y segunda mezcla de componentes (A, B) y aplicando la o las primeras etapas de separación (S1),
 15 -Formación de un tercer producto de separación (P3) que contiene al menos principalmente etileno, utilizando al menos una parte del etileno de la primera y segunda mezcla de componentes (A, B) y aplicando una segunda etapa de separación (S2) o varias,
 -Formación de un cuarto producto de separación (P4) que contiene al menos principalmente etano, utilizando al menos una parte del etano de la primera y segunda mezcla de componentes
 20 (A, B) y aplicando la o las segundas etapas de separación (S1), y
caracterizado por que,
 -al menos una parte de la primera mezcla de componentes (A), obteniendo una tercera mezcla de componentes (C), se somete a una primera etapa de preseparación (V1) o varias, que comprende(n) un aumento de presión y una eliminación al menos parcial de hidrógeno,
 25 -al menos una parte de la segunda mezcla de componentes (B), obteniendo una cuarta mezcla de componentes (D), se somete a una segunda etapa de preseparación (V2) o varias, que comprende(n) un aumento de presión, una eliminación al menos parcial de hidrógeno y una eliminación al menos parcial de metano, y
 -al menos una parte de la tercera mezcla de componentes (C), junto con al menos una parte de la cuarta mezcla de componentes (D), se someten a la o a las primeras etapas de separación (S1).
2. Proceso (10), según la reivindicación 1, donde en la eliminación de hidrógeno y metano en la o las segundas etapas de preseparación (V2), también se eliminan al menos principalmente etano y etileno, donde la eliminación de hidrógeno y metano en la o las segundas etapas de preseparación (V2), en las que también se elimina al menos principalmente etano y etileno, se lleva a cabo utilizando una columna desetanizadora (DE).
3. Proceso (10), según la reivindicación 2, donde la tercera mezcla de componentes se alimenta al menos parcialmente en estado líquido a la zona de un plato de separación próximo al fondo de la columna desetanizadora (DE).
4. Proceso (10), según la reivindicación 1, donde en la eliminación de hidrógeno y metano en la o las segundas etapas de preseparación (V2) no se eliminan al menos principalmente etano y etileno, donde la eliminación de hidrógeno y metano en la o las segundas etapas de preseparación (V2), en las que no se eliminan al menos principalmente etano y etileno, se lleva a cabo utilizando una columna desmetanizadora (DM).
5. Proceso (10), según la reivindicación 4, donde la tercera mezcla de componentes se alimenta al menos parcialmente en estado líquido a la zona de un plato de separación próximo al fondo de la columna desmetanizadora (DM).
6. Proceso (10), según la reivindicación 4 o 5, donde del fondo de la columna desmetanizadora (DM) se extrae un líquido de fondo y se transmite al menos parcialmente a una columna desetanizadora (DM).
7. Proceso (10), según la reivindicación 2 o 6, donde se extrae del fondo de la columna desetanizadora (DE) un líquido de fondo y se transmite al menos parcialmente a una columna despropanizadora (DP).
8. Proceso (10), según la reivindicación 7, donde la tercera mezcla de componentes alimenta la columna despropanizadora (DP) al menos parcialmente en estado líquido.
9. Proceso (10), según la reivindicación 8, donde se extrae una fracción que contiene propano y propileno de la cabeza de la columna despropanizadora (DP) o de un aparato asociado a la columna despropanizadora (DP) y, añadiendo hidrógeno y obteniendo una fracción hidrogenada, se somete a hidrogenación, al menos parcialmente, donde tras la hidrogenación se arrastran de la fracción hidrogenada al menos parcialmente componentes de menor punto de ebullición que el propano y el propileno.

10. Proceso (10), según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde en la o las primeras etapas de preseparación (V1) de la primera mezcla de componentes, su contenido en hidrógeno se empobrece hasta un valor del 0 al 10 % molar, especialmente, del 0,1 al 5 % molar, por ejemplo, del 0,2 al 2 % molar.
- 5 11. Proceso (10), según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde la o las primeras etapas de preseparación, a las que se somete la primera mezcla de componentes, comprenden un aumento de presión hasta una presión absoluta de 3 a 40 bares, particularmente, de 10 a 30 bares, por ejemplo, de 12 a 30 bares.
- 10 12. Proceso (10), según la reivindicación 11, donde en la o las primeras etapas de preseparación, tras el aumento de presión, se lleva a cabo una condensación al menos parcial de componentes con un punto de ebullición mayor que el hidrógeno.
- 15 13. Sistema de producción de propileno con:
- una primera unidad de reactor, que está proporcionada y montada para la realización de un método (1) de deshidrogenación de propano obteniendo una primera mezcla de componentes (A), que contiene al menos hidrógeno, etano, etileno, propano y propileno,
 - 20 -una segunda unidad de reactor, que está proporcionada y montada para la realización de un método de deshidrogenación de propano (2) obteniendo una segunda mezcla de componentes (B), que contiene al menos hidrógeno, metano, etano, etileno, propano y propileno,
 - una primera unidad de separación que está proporcionada y montada para la formación de un primer producto de separación (P1), que contiene al menos principalmente propileno, utilizando al menos una parte del propileno de la primera y la segunda mezcla de componentes (A, B) y aplicando una primera etapa de separación (S1) o varias,
 - 25 -donde la primera unidad de separación está proporcionada y montada además para la formación de un segundo producto de separación (P2), que contiene al menos principalmente propano, utilizando al menos una parte del propano de la primera y la segunda mezcla de componentes (A, B) y aplicando la o las primeras etapas de separación (S1),
 - 30 -una segunda unidad de separación, que está proporcionada y montada para la formación de un tercer producto de separación (P3), que contiene al menos principalmente etileno, utilizando al menos una parte del etileno de la primera y la segunda mezcla de componentes (A, B) y aplicando una segunda etapa de separación (S2) o varias,
 - 35 -donde la segunda unidad de separación también está proporcionada y montada para la formación de un cuarto producto de separación (P4), que contiene al menos principalmente etano, utilizando al menos una parte del etano de la primera y la segunda mezcla de componentes (A, B) y aplicando la o las segundas etapas de separación (S1), y
- caracterizado por**
- 40 -una primera unidad de preseparación, que está proporcionada y montada para someter al menos una parte de la primera mezcla de componentes (A) con la formación de una tercera mezcla de componentes (C) a una primera etapa de preseparación (V1) o varias, que comprende(n) un aumento de presión y una eliminación al menos parcial de hidrógeno,
 - 45 -una segunda unidad de preseparación, que está proporcionada y montada para someter al menos una parte de la segunda mezcla de componentes (B), con la obtención de una cuarta mezcla de componentes (D), a una segunda etapa de preseparación (V2) o varias, que comprende(n) un aumento de presión, una eliminación al menos parcial de hidrógeno y una eliminación al menos parcial de metano, y
 - 50 -Medio proporcionado y montado para transferir al menos una parte de la tercera mezcla de componentes (C), junto con al menos una parte de la cuarta mezcla de componentes (D), a la primera unidad de separación y someterla a la o las primeras etapas de separación (S1).
- 55 14. Método de reequipamiento de un sistema montado para llevar a cabo un método de craqueo con vapor utilizando un determinado número de componentes donde antes del reequipamiento se trasfiere al sistema una mezcla de carga que contiene hidrocarburos con una primera composición, **caracterizado por que el** reequipamiento comprende transferir al sistema una mezcla de carga que contiene hidrocarburos con una segunda composición diferente en lugar de la mezcla de carga que contiene hidrocarburos con la primera composición, y utilizar uno o varios componentes del sistema para un método de deshidrogenación de propano y no para el método de craqueo con vapor, donde se lleva a cabo un método según una de las reivindicaciones 1 a 12 y/o se proporciona un sistema según la reivindicación 13.

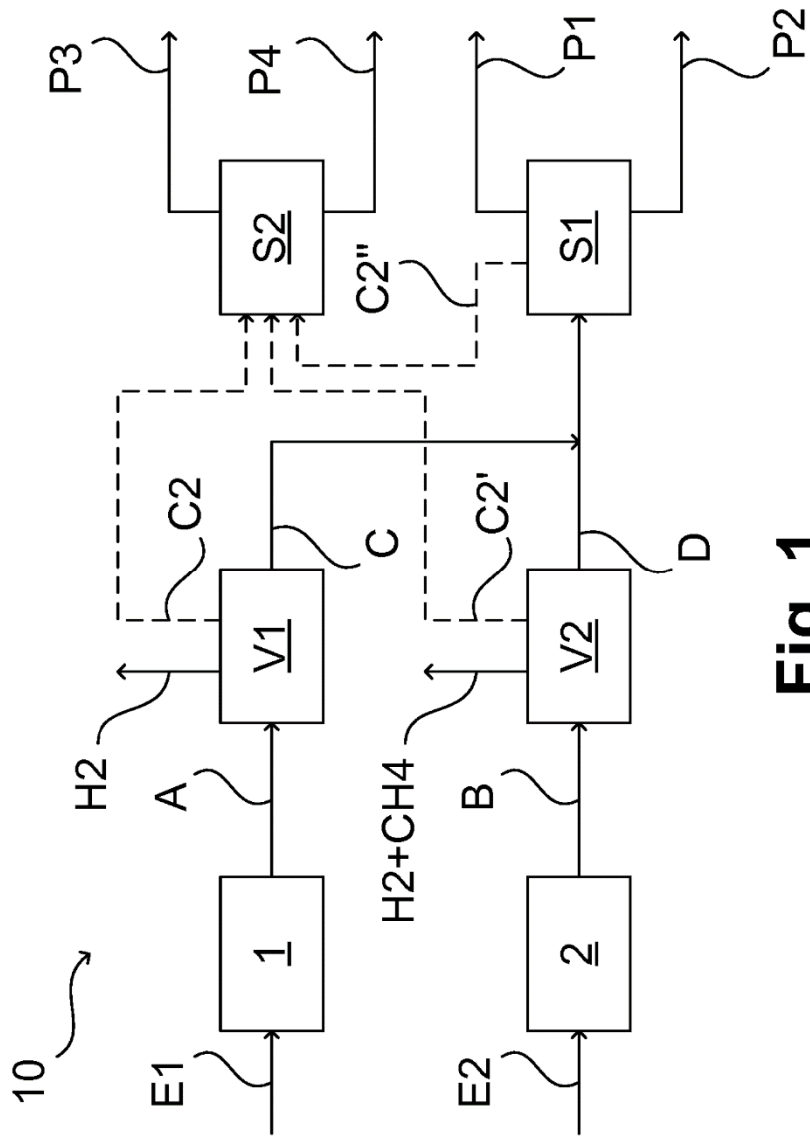


Fig. 1

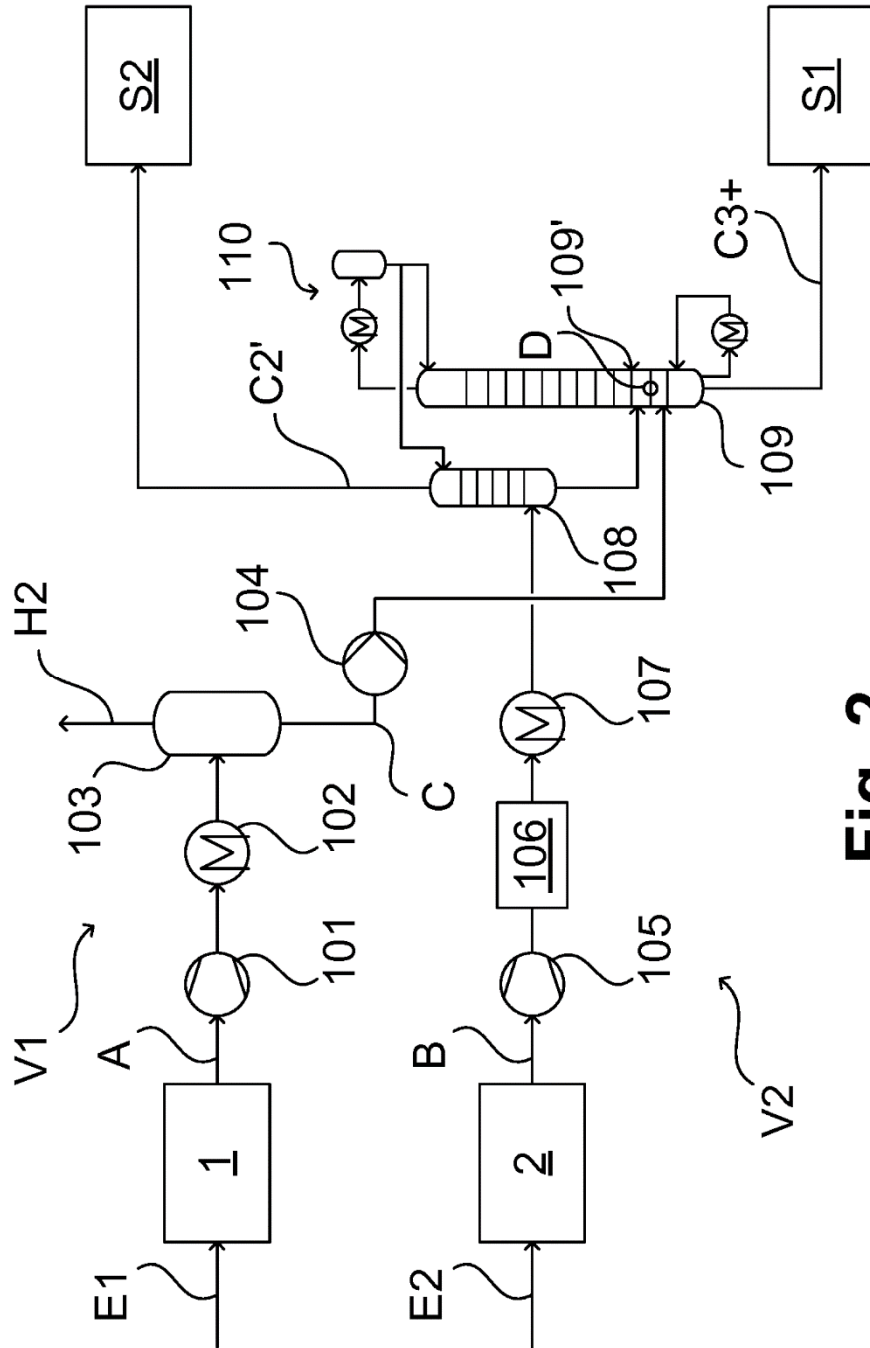


Fig. 2

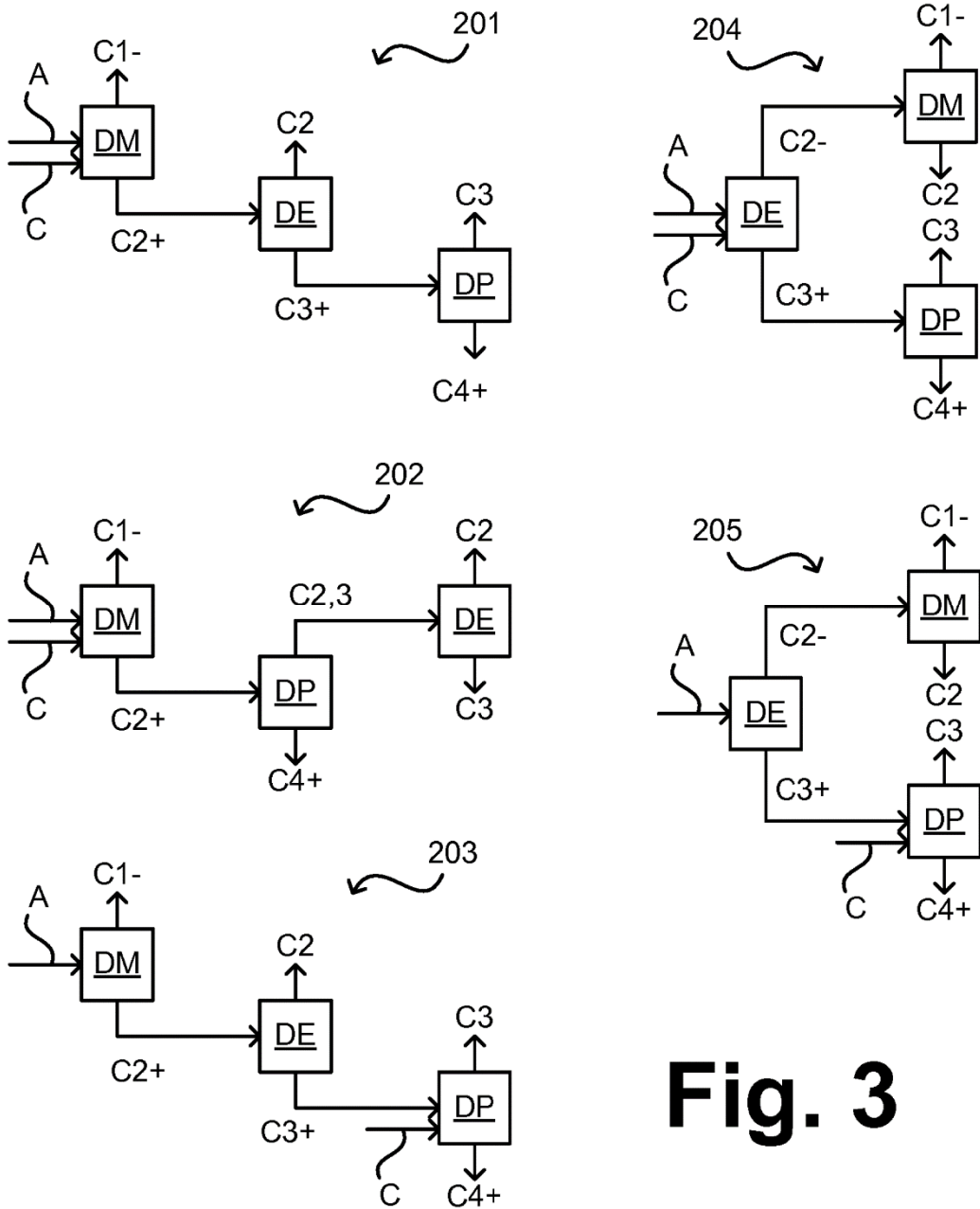


Fig. 3

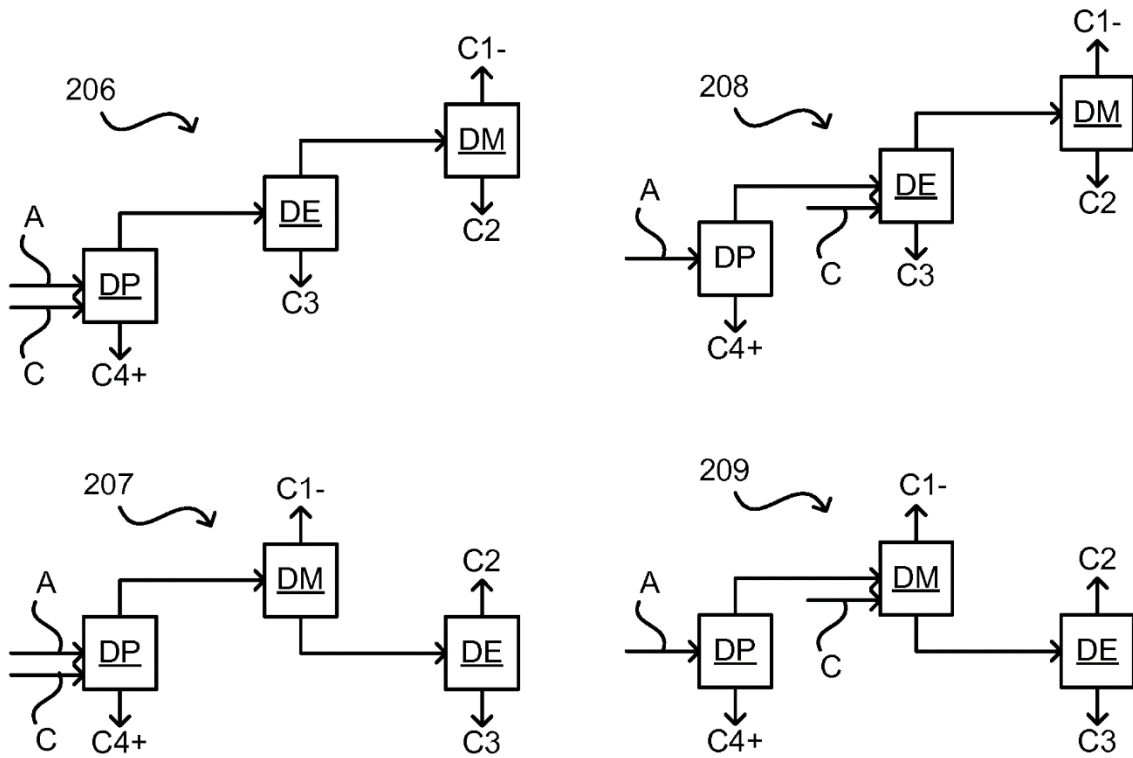


Fig. 4