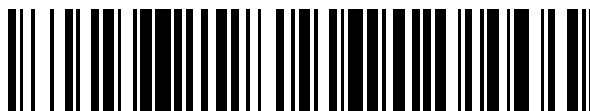


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 774 551**

51 Int. Cl.:

**C10G 50/00** (2006.01)  
**C10G 53/04** (2006.01)  
**C10G 53/06** (2006.01)  
**C10G 55/06** (2006.01)  
**C10G 57/02** (2006.01)  
**C10G 70/04** (2006.01)  
**C10G 70/06** (2006.01)  
**C10G 11/18** (2006.01)  
**C10G 21/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **29.06.2018 E 18180989 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **18.12.2019 EP 3428249**

54 Título: **Método y procedimiento para convertir etileno presente en el efluente de una cabeza de FCC para aumentar la producción de propileno**

30 Prioridad:

**13.07.2017 FR 1756712**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**21.07.2020**

73 Titular/es:

**IFP ENERGIES NOUVELLES (100.0%)  
1 & 4, Avenue de Bois-Préau  
92852 Rueil-Malmaison Cedex, FR**

72 Inventor/es:

**FISCHER, BEATRICE y  
COUPARD, VINCENT**

74 Agente/Representante:

**ISERN JARA, Jorge**

**ES 2 774 551 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

Método y procedimiento para convertir etileno presente en el efluente de una cabeza de FCC para aumentar la producción de propileno

- 5 En una unidad de craqueo catalítico (comúnmente denominada FCC), a la salida del conjunto de reacción/regeneración, se sitúa una columna de fraccionamiento, que permite separar las fracciones pesadas, la nafta pesada, y las fracciones ligeras: gas, GLP y gasolina ligera que se encuentran en la cabeza de la columna. Estas fracciones ligeras de cabeza se envían acto seguido a una sección que permite recuperar un máximo de GLP y gasolina, y purificar posiblemente el gas antes de enviarlo al gas combustible. Este gas, llamado "gas combustible", contiene una cantidad significativa de etileno (a veces indicado C2--), que a menudo es quemado con el gas combustible. Una referencia bastante completa se puede encontrar en: "Fluid Catalytic Cracking Handbook" - Reza Sadeghbeigi – 3ª edición - capítulo 1.
- 10
- 15 En casos raros, el gas combustible se purifica aún más mediante un fraccionamiento criogénico que permite recuperar el etileno. Esta opción es costosa, y solo está justificada para unidades grandes, con grandes caudales de etileno. Los compuestos más buscados en la práctica son propileno (a veces indicado C3--) y gasolina, y existen numerosas patentes para tratar de aumentar su producción. Existe una tendencia actual encaminada a aumentar el rendimiento de FCC en propileno: el rendimiento habitual es inferior al 5 %, pero al cambiar el tipo de carga y las condiciones de funcionamiento, se puede obtener hasta un 18 % de propileno con respecto a la carga. La cantidad de etileno producida también aumenta, pero a medida que el etileno sale en forma gaseosa, muy diluido con nitrógeno, dióxido de carbono, hidrógeno, metano, etano, otros alcanos, otras olefinas, y en otras impurezas (CO, H2S, NH3, SO2, NO2, etc.), es muy difícil de recuperar, y generalmente se envía al gas combustible de la refinería.
- 20
- 25 El documento US20110243797 desvela un dispositivo y procedimiento para el fraccionamiento de la fracción gaseosa de una unidad de craqueo catalítico para convertir etileno en dímeros y trímeros valorizables.

## Descripción breve de las figuras

- 30 La figura 1 según la técnica anterior, representa el esquema de fraccionamiento de efluentes de una unidad de craqueo catalítico (FCC) limitado a la parte ligera de dichos efluentes, es decir, a gasolina ligera, a GLP y a un gas residual referido como "gas combustible" ya que, según la técnica anterior, este gas se envía con mayor frecuencia a la red de combustible de la refinería sin separación posterior.
- 35 La figura 2 representa el esquema de base del procedimiento según la invención, en el que el gas combustible se envía a una unidad de conversión de etileno en propileno (22). El esquema se completa con una sección de absorción (31) y una sección de desbutanización (35).
- 40 La figura 3 representa una variante del esquema según la invención, en la que la conversión de etileno en la unidad de conversión (22) no es total, puede ser ventajoso reciclar una parte del gas que sale de la unidad de conversión (22), después de la compresión por el compresor (26), a la sección de conversión (22) por medio del conducto (38).
- 45 La figura 4 representa con más detalle la unidad (22) de conversión de etileno en propileno según la invención. La reacción principal es muy exotérmica, es necesario tener al menos dos reactores (223) y (227) con una refrigeración intermedia (225).
- 50 La figura 5 representa una variante de la unidad de conversión (22) según la invención en la que la carga de la unidad (22) de conversión de etileno en propileno consta de una alta proporción de efluente reciclado (222), lo que permite que la unidad funcione con un solo reactor (223).

## Descripción breve de la invención

- 55 La presente invención consiste en un procedimiento que permite transformar a propileno y otros productos recuperables etileno contenido en el gas combustible, es decir, el gas de cabeza obtenido del fraccionamiento de los efluentes de una unidad de craqueo catalítico, después de la separación de la fracción de gasolina ligera y GLP. El gas de cabeza obtenido del fraccionamiento de efluentes de una unidad FCC contiene de hecho una fracción de gasolina ligera, GLP (gas de petróleo licuado), y un gas residual que generalmente se usa como combustible. Sin embargo, este gas combustible contiene una cierta proporción de etileno que es posible reutilizar, esto por medio de una reacción de transformación de etileno principalmente a propileno y otros productos de interés que requieren una unidad de conversión catalítica que se incorpora al esquema de tratamiento de efluentes de cabeza según la técnica anterior.
- 60

- 65 Por lo tanto, el objeto de la presente invención es recuperar la mayor parte del etileno contenido en el gas combustible, para convertirlo principalmente en propileno. También se producen otros productos reutilizables, principalmente buteno y aromáticos. Estos productos se recuperarán respectivamente en GLP y en la fracción de

gasolina.

5 La unidad de conversión de etileno a propileno está integrada en el esquema de fraccionamiento de efluentes de cabeza de FCC, que se denomina más precisamente sección de recuperación para tratar los efluentes ligeros que salen de la cabeza del fraccionamiento principal.

10 El catalizador usado en la unidad de conversión de etileno a propileno comprende una zeolita que, a alta temperatura (entre 500 y 650 °C), permite funcionar sin desactivarse demasiado rápido, a pesar de las impurezas no hidrocarbonadas presentes con el etileno de carga. El catalizador preferido es un catalizador que comprende ZSM-5 en una matriz inerte, por ejemplo sílice. Los postratamientos se pueden llevar a cabo con este catalizador para limitar su desactivación en el ciclo. Cualquier zeolita que permita llevar a cabo reacciones de interconversión de olefinas (es decir, conversión entre olefinas, al igual que la unidad de conversión (22)) será adecuada para este procedimiento. La conversión de etileno a propileno es altamente exotérmica, pero dado que el etileno es muy diluido, y dado que otras reacciones que llevan otras olefinas presentes en la mezcla son endotérmicas, esta alta exotermicidad no es un problema, y en muchos casos es posible usar un solo reactor. La exotermicidad de la reacción de conversión de C2-- a C3-- se usa generalmente para realizar un precalentamiento de la carga por medio de un intercambiador de carga de efluente.

20 El o los reactores usados para la reacción de conversión de C2-- a C3-- son reactores ascendentes o descendentes o radiales, es decir, con flujo transversal de la carga a través del lecho catalítico. El lecho catalítico puede ser del tipo de lecho fijo o de lecho móvil. Un lecho móvil es un lecho de flujo por gravedad del tipo que se encuentra en las unidades de reformado catalítico de gasolinas.

25 El o los reactores también están acoplados con un circuito de regeneración por combustión que permite que el procedimiento funcione de forma continua. La reacción de conversión requiere una presión parcial de olefinas comprendida entre 1 y 2 bar (y preferentemente entre 1,25 y 1,75 bar), pero gracias a la alta dilución, es posible funcionar a una presión comprendida entre 6 y 12 bar dependiendo del caso, es decir, una presión no muy alejada de la presión de la sección de recuperación (15-20 bar).

30 La regeneración se lleva a cabo a la misma temperatura que la operación de reacción, y preferentemente a la misma presión, lo que permite pasar rápidamente de un reactor de reacción a regeneración, y de regeneración a reacción. El reactor cambiado a regeneración (mientras que el reactor regenerado se cambia a reacción) está conectado a una sección de regeneración que comprende un intercambiador de carga/efluente, un intercambiador de refrigeración, un separador que permite condensar el agua de reacción, y un compresor de recirculación del gas de regeneración.

40 La regeneración se efectúa quemando el coque depositado en el catalizador en unas pocas horas, inyectando en el gas de regeneración la cantidad de aire adecuada, posiblemente diluida con un gas inerte, por ejemplo nitrógeno o gases de combustión agotados en oxígeno, para tener un aumento de temperatura en el reactor limitado a un máximo de 50 °C, lo que elimina la necesidad de un horno de regeneración. El número de reactores está adaptado a fin de tener siempre al menos un reactor de reacción y un reactor de regeneración.

45 El posicionamiento de la unidad de conversión entre la primera y la segunda sección de absorción generalmente ya existentes en un esquema de fraccionamiento según la técnica anterior, permite remodelar un FCC de manera fácil y económica, sin cambiar los equipos principales existentes. La producción adicional de propileno es del orden del 10 %, lo que permite que las unidades aguas abajo (columna referida como de "superfraccionamiento" de propano propileno en particular) absorban esta producción adicional con modificaciones menores, o incluso sin ninguna modificación si los márgenes de dimensionamiento son suficientes.

50 Más específicamente, la presente invención consiste en un procedimiento de fraccionamiento de la fracción gaseosa que sale de la cabeza de la columna de fraccionamiento de una unidad de craqueo catalítico (FCC), una fracción que contiene GLP (abreviatura de gas de petróleo licuado), gasolina ligera, y un gas residual referido como "gas combustible" que contiene en sí una cierta cantidad de etileno. Es este etileno el que la presente invención busca valorizar en propileno y otros productos de interés.

55 El procedimiento según la invención generalmente comprende:

- 60 - una primera sección de absorción (6) que permite separar el gas combustible (15) y el flujo de gasolina ligera y GLP (10), siendo esta sección generalmente existente en un FCC, y que no requiere modificación como resultado de la instalación de los equipos según la presente invención (la unidad de conversión (22), y las secciones de absorción (31) y de desbutanización (35)).
- 65 - una unidad de conversión (22) de etileno a propileno, en la que una gran parte del etileno se convierte esencialmente en propileno, en aromáticos y otros productos de interés, siendo las otras olefinas presentes (C4, C5+) también parcialmente convertidas, principalmente a propileno,

- 5 - una nueva sección de absorción (31) que admite los efluentes de la unidad de conversión (22) después de la separación en el separador (24) produciendo una fase gaseosa (25) que se vuelve a comprimir en el compresor (26) antes de entrar en la nueva sección de absorción (31), y una fase líquida (28) que se bombea por medio de la bomba (29) para entrar también en la nueva sección de absorción (31). El propileno, el buteno, las fracciones de gasolina contenidas en la fracción de gas (27) y la fracción líquida (30), se recuperan en dicha sección de absorción (31), usando gasolina (32) que llega desde el desbutanizador existente (11),
- 10 - una segunda sección de absorción (16) que admite el gas (33) obtenido de la nueva sección de absorción. Esta segunda sección de absorción (16) generalmente existe en un esquema de FCC convencional, y no requiere ninguna modificación que pueda ser inducida por la instalación de los equipos según la presente invención (es decir, la sección de absorción (31) presentada anteriormente, y la unidad de conversión (22), y la sección de desbutanización (35) descritas a continuación).
- 15 - una nueva sección de desbutanización (35) que admite las fracciones de GLP y gasolina (34) obtenidas de la nueva sección de absorción (31) y que produce una gasolina estabilizada (36) y una fracción ligera (37) que se puede mezclar con GLP producido.

20 La unidad de conversión (22) de etileno a propileno y otros productos de interés es una unidad catalítica que usa un catalizador a base de zeolita que funciona a una temperatura comprendida entre 500 °C y 650 °C, y bajo una presión parcial de olefinas comprendida entre 1 y 2 bars.

25 Según una primera variante del procedimiento de fraccionamiento según la presente invención, una parte del flujo gaseoso (27) obtenido de la unidad de conversión de etileno a propileno y otros productos de interés (23) se recicla en la entrada de la unidad de conversión después de la compresión en el compresor (26), pudiendo dicha fracción reciclada variar entre 10 % y 75 % del flujo total (27) que llega a la sección (31).

30 En el procedimiento de fraccionamiento según la presente invención, la unidad de conversión (22) de etileno a propileno y otros productos de interés comprende al menos dos reactores (223) y (227) separados por una refrigeración intermedia del efluente (224) del primer reactor (223) que va al segundo reactor (227), por medio de un primer intercambiador (225), luego a la salida del reactor (227), el efluente convertido (228) se envía al intercambiador de carga-efluente (221), en el que se enfría por intercambio indirecto con la carga (15), luego al refrigerante (230), en el que se termina la refrigeración usando agua de refrigeración.

35 Según otra variante del procedimiento de fraccionamiento según la presente invención, la carga (15) de la unidad de conversión (22) llega en mezcla con el flujo reciclado (38) obtenido de una parte del flujo (27) hacia el intercambiador de carga-efluente (221), en el que los dos flujos mezclados se precalientan hasta la temperatura de funcionamiento, luego se envían al reactor (223) de la unidad de conversión (22), siendo el efluente convertido (228) enviado al intercambiador de carga-efluente (221), en el que se enfría por intercambio indirecto con la carga (15), luego al refrigerante (230), en el que se termina la refrigeración usando agua de refrigeración, siendo el efluente enfriado (23) enviado a un separador (24), en el que la fase líquida se separa de la fase gaseosa, siendo dicha fase gaseosa (25) comprimida por el compresor (26) y luego enviada a la sección de absorción (31), y siendo el líquido (28), enviado a la sección de absorción (31) por la bomba (29).

45 Según una variante preferida del procedimiento de fraccionamiento según la presente invención, la unidad de conversión de etileno a propileno y otros productos de interés (22) funciona con un catalizador a base de zeolita en las siguientes condiciones de funcionamiento:

- temperatura comprendida entre 500 °C y 650 °C,
- 50 - presión parcial de etileno comprendida entre 1 y 2 bar absolutos.

#### Descripción detallada de la invención

55 La presente invención se entenderá mejor mediante la descripción de las figuras que la ilustran. La figura 1 es según la técnica anterior, y las figuras 2, 3, 4 y 5 según la presente invención.

60 Descripción de la figura 1 (según el estado de la técnica): fraccionamiento de fracciones ligeras que salen de FCC. Un destilado de vapor (2) y un destilado líquido (3) salen de la cabeza de la columna de fraccionamiento principal de FCC (1). Estas dos fracciones comprenden esencialmente hidrocarburos ligeros (parafinas y olefinas), desde metano a gasolina ligera, hidrógeno, nitrógeno, óxidos de carbono (CO y CO<sub>2</sub>), agua y pequeñas cantidades de H<sub>2</sub>S y NH<sub>3</sub>, así como trazas de SO<sub>x</sub> y NO<sub>x</sub>. La fracción de vapor es comprimida por el compresor (4) y enviada por el conducto (5) a una primera sección de absorción (6).

65 La bomba bombea la fracción líquida (7) y la envía por el conducto (8) a la sección de absorción (6). Esta sección usa una esencia de absorción que llega por el conducto (9) para recuperar la mayor parte de las fracciones líquidas, que son enviadas por el conducto (10) a una sección de desbutanización (11) en la que, por un lado, la gasolina que

sale por el conducto (12) y GLP (C3/C4) que sale por el conducto (14). Una parte de la gasolina vuelve a enviarse por el conducto (9) a la sección (6), y el resto constituye el producto de gasolina, enviado por el conducto (13) al exterior de la unidad.

5 De la sección (6) también sale por el conducto (15) la fracción gaseosa que ha perdido la mayor parte de GLP y gasolina. Para terminar de recuperar el resto de los productos valorizables, este gas se envía a una segunda sección de absorción (16) o un corte pesado procedente de la columna de fraccionamiento (1) por el conducto (17) permite regresar a la columna por el conducto (18) con el corte pesado gran parte de este resto de GLP y gasolina. El gas ligero purificado se envía por el conducto (19) a una sección de purificación (20) antes de enviarse al gas combustible por el conducto (21).

15 Todo el etileno contenido en el flujo (21) se quema. Su recuperación requeriría una purificación muy completa seguida de una destilación criogénica, lo que requeriría inversiones que a menudo se consideran demasiado grandes en relación con la cantidad producida. El objeto de la presente invención es transformar el etileno sin purificarlo y convertirlo esencialmente en propileno y otros productos de interés que se recuperarán en parte en la unidad existente. Esto se entenderá mejor a la vista de la figura 2 que representa un esquema del procedimiento según la invención.

20 Descripción de la figura 2 (según la invención): fraccionamiento de fracciones ligeras que salen de FCC, con conversión de etileno a propileno y otros productos de interés.

25 La fracción gaseosa que sale de la sección (6) por el conducto (15) ya no se envía a la segunda sección de absorción (16), sino a la nueva unidad de conversión (22), en la que gran parte del etileno se convierte principalmente en propileno, aromáticos y otros productos de interés. Las otras olefinas presentes (C4, C5+) también se convierten parcialmente, principalmente en propileno. A la salida de la unidad (22), el gas está a una presión más baja, y debe volver a comprimirse para enviarlo a una sección de absorción. Por lo tanto, se envía por el conducto (23) a un separador (24), la fase de vapor se envía por el conducto (25) a un dispositivo de compresión (26) del cual emerge a una presión más alta por el conducto (27).

30 La fase líquida se envía por el conducto (28) a la bomba (29), de donde sale a una presión más alta por el conducto (30) para entrar en la sección de absorción (31). El propileno, el buteno y las fracciones de gasolina contenidas en el gas (25) se recuperan en la sección de absorción (31), usando gasolina que llega por el conducto (32) del desbutanizador existente (11). El gas después de la absorción se envía por el conducto (33) a la sección (16) de absorción secundaria existente, y las fracciones de GLP y gasolina se envían por el conducto (34) a la sección de desbutanización (35). La gasolina estabilizada sale por el conducto (36), y podrá enviarse al almacenamiento mezclada con la gasolina que sale por el conducto (13). La fracción ligera del desbutanizador sale por el conducto (37) y podrá mezclarse con GLP producido que sale por el conducto (14).

40 Sería posible usar las secciones existentes (6) y (11) en lugar de usar los nuevos equipos correspondientes a las nuevas secciones (31) y (35). Sin embargo, los equipos de las secciones (6) y (11) podrían ser insuficientes y requerir modificaciones importantes, lo que exigiría una detención de la unidad FCC durante varios meses. La ventaja de crear nuevas secciones (31) y (35) es que se permite restaurar un FCC existente sin modificaciones importantes, únicamente con unas pocas conexiones a la nueva unidad, lo que podría hacerse en poco tiempo durante una detención normal.

45 Descripción de la figura 3 (variante según la invención): fraccionamiento de fracciones ligeras que salen de FCC con conversión de etileno a propileno y otros productos de interés, y reciclaje de una parte del gas que sale de la unidad de conversión.

50 Como la conversión de etileno en la unidad de conversión (22) no es total, puede ser ventajoso reciclar una parte del gas que sale de la unidad de conversión (22), y comprimido por el compresor (26), a la sección de conversión (22) por el conducto (38).

55 El etileno restante después de la conversión se diluye aún más que en la carga (15), esto permite tener una presión más elevada del reactor de conversión para la misma presión parcial de olefinas, lo que es económicamente favorable. Además, la exotermicidad de la reacción de conversión de propileno se reduce, lo que puede permitir funcionar con un solo reactor, por lo tanto, disminuye el costo de la unidad, a pesar de su mayor capacidad.

60 Descripción de la figura 4 (sección de conversión según la invención): unidad de conversión de etileno con dos reactores con refrigeración intermedia.

65 El flujo que sale del absorbente existente (6) llega por el conducto (15) al intercambiador de carga-efluente (221) o se precalienta a la temperatura de funcionamiento y se envía al primer reactor (223). Al ser la reacción muy exotérmica, es necesario enfriar a la salida de este primer reactor en la generación de vapor (225) a fin de enfriar el efluente (224) a la temperatura de funcionamiento. El flujo enfriado se envía por el conducto (226) al segundo reactor (227). Dos reactores (223) y (227) se muestran en este esquema. En algunos casos, puede ser necesario

5 instalar más si la proporción de etileno en la entrada, por lo que la exotermicidad de la reacción de conversión de etileno a propileno es muy alta. A la salida del segundo reactor (227), el efluente convertido se envía por del conducto (228) al intercambiador de carga-efluente (221), en el que se enfría por intercambio indirecto con la carga, luego al refrigerante (230), en el que la refrigeración se termina usando agua de refrigeración. También es posible usar aire para garantizar la refrigeración del refrigerante (230).

10 A la salida del refrigerante (230) de este intercambiador, el efluente se envía por el conducto (23) a un separador (24), o la fase líquida se separa de la fase gaseosa. La fase gaseosa se recoge en el conducto (25), se comprime mediante el compresor (26) y se envía a una sección de absorción por el conducto (27). El líquido, extraído por el conducto (28), es enviado a la misma sección de absorción por la bomba (29) y el conducto (30).

15 Esta primera variante generalmente requiere un número de reactores (223) de 2, 3 o 4 que funcionan en serie, más un cierto número que funciona en regeneración para tener una operación continua, más posiblemente aún un cierto número "en reserva", en caso en que la vida útil del catalizador sea inferior a 1 año para poder cambiar el catalizador mientras continúa funcionando. Además, la caída de presión en todos estos reactores, a los que se agrega la caída de presión en los generadores de vapor, aumenta la relación de compresión del compresor de retorno de gas, por lo tanto, su precio y su consumo eléctrico. Al final, CAPEX y OPEX son bastante elevados.

20 Es por eso que es posible reciclar una parte del efluente gaseoso procedente del separador (24) para diluir aún más las olefinas, reducir la exotermicidad y aumentar la presión de funcionamiento, lo que reduce el precio y el consumo del compresor. (26). Los otros equipos son entonces más caros, ya que su capacidad y presión de funcionamiento son más elevadas, pero el número de reactores (223) se reduce. Se puede funcionar con un solo reactor con una tasa de reciclaje suficiente, por tanto 3 reactores en total; 1 en funcionamiento, 1 en regeneración y 1 "en reserva".

25 Los equipos de arranque (en concreto el horno de arranque) y de regeneración (compresor, intercambiadores, separador, etc.) no se representan en las figuras 4 y 5.

30 Descripción de la figura 5 (variante de la sección de conversión según la invención): unidad de conversión de etileno a propileno y otros productos de interés en un solo reactor, y reciclaje de una parte del efluente de la unidad de conversión.

35 El flujo que sale del absorbente existente (6) llega por el conducto (15), mezclado con el reciclaje que llega por el conducto (38), hacia el intercambiador de carga-efluente (221) en el que se precalienta a la temperatura de funcionamiento y se envía por el conducto (222) al reactor (223). La reacción es muy exotérmica, pero con la dilución debida al reciclaje, es posible tener un aumento moderado de temperatura de aproximadamente 30 a 50 °C, por lo tanto, funcionar con un solo reactor. A la salida del reactor (223), el efluente convertido se envía por el conducto (228) al intercambiador de carga-efluente (221), en el que se enfría por intercambio indirecto con la carga, luego al refrigerante (230), en el que la refrigeración se termina con agua de refrigeración. También es posible usar aire para enfriar. A la salida de este intercambiador, el efluente se envía por el conducto (23) a un separador (24), en el que la fase líquida se separa de la fase gaseosa. La fase gaseosa se recoge en el conducto (25), se comprime mediante el compresor (26) y se envía a la sección de absorción (31).

40 El líquido, extraído por el conducto (28), es enviado a la sección de absorción (31) por la bomba (29) y el conducto (30).

45 Ejemplos según la invención

50 Ejemplo 1: En este primer ejemplo según la invención, se considera una unidad FCC con una capacidad de 2 MT/año, que funciona para producir un máximo de propileno (C3--).

El procedimiento se lleva a cabo según los esquemas de las figuras 2 y 4. La unidad (22) de conversión de etileno a propileno funciona por medio de dos reactores, uno en reacción mientras que el otro está en regeneración.

55 La carga que llega a la unidad de conversión de etileno por el conducto (15) tiene un caudal de 16350 kg/h, con la siguiente composición (en % en moles):

Nitrógeno	: 17,8
Hidrógeno	: 14,2
Metano	: 27,3
Etano	: 13,7
Etileno	: 13,7
Propano	: 0,3
Propileno	: 3,2
Butano	: 0,3
Buteno	: 0,4
Gasolina	: 3,9

## ES 2 774 551 T3

Agua	: 0,5
CO	: 1,0
CO <sub>2</sub>	: 3,8
H <sub>2</sub> S, NH <sub>3</sub> , SO <sub>x</sub> , NO <sub>x</sub> se encuentran en estado de trazas	

La presión en la entrada de los reactores de conversión es de 7,8 bar absolutos, lo que permite tener una presión parcial de olefinas de 1,5 bars y una presión a la entrada del compresor de 5,5 bares.

- 5 La temperatura de los reactores es de 550 °C a la entrada. Se funciona con 2 reactores en serie, con un aumento de la temperatura a la salida del reactor de 43 °C en cada reactor, y una refrigeración intermedia gracias a la generación de vapor. Hay 390 kg/h de líquido en el separador.

A la salida del segundo reactor, la composición es la siguiente (% en moles):

10

Nitrógeno	: 18,7
Hidrógeno	: 15,0
Metano	: 28,7
Etano	: 14,4
Etileno	: 2,9
Propano	: 0,7
Propileno	: 8,5
Butano	: 0,7
Buteno	: 0,6
Gasolina	: 4,5
Agua	: 0,5
CO	: 1,0
CO <sub>2</sub>	: 3,8
H <sub>2</sub> S, NH <sub>3</sub> , SO <sub>x</sub> , NO <sub>x</sub> se encuentra en el estado de trazas	

En general, la producción de propileno, que fue de 21 toneladas/h sin la conversión de etileno, se incrementa en 1,8 toneladas/h, o 9 %, y también se produce un pequeño caudal adicional de butenos (70 kg/h ) y gasolina (400 kg/h).

- 15 Ejemplo 2: se considera una unidad FCC con una capacidad de 2 MT/año, que funciona para producir un máximo de propileno. El funcionamiento se lleva a cabo según los esquemas de las figuras 3 y 5, es decir, con un reciclaje de una parte del gas que sale de la unidad de conversión (22), después de la compresión por el compresor (26), hacia la sección conversión (22) por medio del conducto (38).
- 20 La carga que llega a la sección de conversión de etileno por el conducto (15) tiene un caudal de 16350 kg/h como en el ejemplo 1, con la misma composición que en el ejemplo 1.

El reciclaje a la salida del compresor es de 15150 kg/h. La presión a la entrada del reactor es de 9 bar absolutos, lo que permite tener una presión parcial de olefinas de 1,5 bar y una presión a la entrada del compresor de 7,7 bar. La temperatura a la entrada del reactor es de 550 °C.

25

Se funciona con un solo reactor en la unidad de conversión (22) y un aumento de temperatura de 44 °C en el reactor. Hay 660 kg/h de líquido en el separador (24).

- 30 A la salida del reactor, la composición es la siguiente (% en moles):

Nitrógeno	: 18,8
Hidrógeno	: 15,0
Metano	: 28,9
Etano	: 14,6
Etileno	: 1,6
Propano	: 0,7
Propileno	: 10,2
Butano	: 0,7
Buteno	: 0,4
Gasolina	: 3,5
Agua	: 0,5
CO	: 1,0
CO <sub>2</sub>	: 3,9
H <sub>2</sub> S, NH <sub>3</sub> , SO <sub>x</sub> , NO <sub>x</sub> se encuentran en el estado de trazas	

En general, la producción de propileno, que era de 21 toneladas/h sin la unidad de conversión de etileno, se incrementa en 2,3 toneladas, gracias a la unidad de conversión de etileno a propileno (22), es decir, una ganancia

de 11 %. También se creó como efecto secundario de la invención, un pequeño caudal adicional de butenos (30 kg/h) y gasolina (200 kg/h).



## REIVINDICACIONES

1. Dispositivo de fraccionamiento de la fracción gaseosa que sale de la cabeza de la columna de fraccionamiento de una unidad de craqueo catalítico, conteniendo la fracción GLP, gasolina ligera y un gas residual referido como "gas combustible" que contiene una cierta cantidad de etileno, comprendiendo el dispositivo:
- una primera sección de absorción (6) que permite separar el gas combustible (15) y el flujo de gasolina ligera y GLP (10), siendo dicha primera sección existente en una unidad de craqueo catalítico existente,
  - una unidad (22) de conversión catalítica de etileno a propileno, y otros productos de interés, cuya carga está constituida por el gas combustible (15) en la que una gran parte de etileno se convierte esencialmente en propileno y también en aromáticos y otros productos de interés, en presencia de un catalizador a base de zeolita,
  - una nueva sección de absorción (31) que admite los efluentes de la unidad de conversión (22) después de la recompresión, el propileno, buteno y las fracciones de gasolina contenidos en dichos efluentes, se recuperan en dicha nueva sección de absorción (31), usando gasolina (32) que llega desde el desbutanizador existente (11),
  - una segunda sección de absorción secundaria (16), que admite el gas (33) obtenido de la nueva sección de absorción,
  - una sección de desbutanización (35) que admite las fracciones de GLP y gasolina (34) obtenidas de la nueva sección de absorción (31), y que produce una gasolina estabilizada (36), y una fracción ligera de GPL (37).
2. Dispositivo de fraccionamiento de la fracción gaseosa que sale de la cabeza de la columna de fraccionamiento de una unidad de craqueo catalítico según la reivindicación 1, en el que la unidad (22) de conversión de etileno a propileno comprende al menos dos reactores (223) y (227) separados por una refrigeración intermedia del efluente (224) del primer reactor (223) que va hacia el segundo reactor (227) por medio de un intercambiador (225), a la salida del reactor (227), siendo el efluente convertido (228) enviado a una refrigeración.
3. Procedimiento de fraccionamiento de la fracción gaseosa que sale de la cabeza de la columna de fraccionamiento de una unidad de craqueo catalítico, conteniendo la fracción GLP, gasolina ligera, y un gas residual referido como "gas combustible" que contiene una cierta cantidad de etileno, que comprende las siguientes etapas:
- separar el gas combustible (15) y el flujo de gasolina ligera y GLP (10) en una primera sección de absorción (6), siendo dicha primera sección existente en una unidad de craqueo catalítico existente,
  - convertir una gran parte del etileno esencialmente a propileno y también a aromáticos y otros productos de interés, en presencia de un catalizador a base de zeolita en una unidad (22) de conversión catalítica de etileno a propileno y otros productos de interés, cuya carga está constituida por el gas combustible (15),
  - admitir los efluentes de la unidad de conversión (22), después de la recompresión en una nueva sección de absorción (31), el propileno, buteno y las fracciones de gasolina contenidos en dichos efluentes, se recuperan en dicha nueva sección de absorción (31), usando gasolina que llega desde un desbutanizador existente (11),
  - admitir el gas (33) obtenido de la nueva sección de absorción (31) en una segunda sección de absorción secundaria (16),
  - admitir las fracciones de GLP y gasolina (34) obtenidas de la nueva sección de absorción (31) en una sección de desbutanización (35) para producir una gasolina estabilizada (36,) y una fracción ligera de GPL (37).
4. Procedimiento según la reivindicación 3, en el que la unidad (22) de conversión de etileno a propileno comprende al menos dos reactores (223) y (227) separados por una refrigeración intermedia del efluente (224) del primer reactor (223) que va hacia el segundo reactor (227) por medio de un intercambiador (225), a la salida del reactor (227), siendo el efluente convertido (228) enviado a una refrigeración.
5. Procedimiento según la reivindicación 3, en el que una parte del flujo gaseoso (27) obtenido de la unidad (23) de conversión de etileno a propileno se recicla a la entrada de la unidad de conversión (22) después de la compresión en el compresor (26), pudiendo dicha fracción reciclada variar entre 25 % y 200 % del flujo (27) que llega a la nueva sección de absorción (31).
6. Procedimiento según la reivindicación 4, en el que los dos reactores de la unidad de conversión (22) funcionan en alternancia, uno en modo de reacción y el otro en modo de regeneración, estando el reactor que funciona en modo de regeneración conectado a una sección de regeneración que comprende un intercambiador de carga/efluente, un intercambiador de refrigeración, un separador que permite condensar el agua de reacción, y un compresor de recirculación del gas de regeneración.
7. Procedimiento según la reivindicación 6 en el que, cuando uno de los dos reactores de la unidad de conversión (22) se encuentra en modo de regeneración, dicha regeneración se lleva a cabo quemando coque depositado en el catalizador durante varias horas, inyectando en el gas de regeneración la cantidad de aire apropiada, opcionalmente diluida con un gas inerte, por ejemplo nitrógeno o gases de combustión agotados en oxígeno, para tener un aumento de la temperatura en el reactor limitada a un máximo de 50 °C.
8. Procedimiento según la reivindicación 3, en el que la carga (15) de la unidad de conversión (22) llega mezclada con el flujo reciclado (38) obtenido de una parte de flujo al intercambiador de carga-efluente (221), en el que los dos

- flujos mezclados se precalientan hasta la temperatura de funcionamiento, luego se envían al reactor (223) de la unidad de conversión (22), siendo el efluente convertido (228) enviado al intercambiador de carga-efluente (221), en el que se enfría por intercambio indirecto con la carga (combinación de los flujos 15 y 38), luego hacia el refrigerante (230), en el que se termina la refrigeración mediante agua de refrigeración, siendo el efluente enfriado (23) enviado a un separador (24), en el que la fase líquida se separa de la fase gaseosa, siendo dicha fase gaseosa (25) comprimida por el compresor (26) y luego enviada a la nueva sección de absorción (31), y siendo el líquido (28) enviado a la nueva sección de absorción (31) por la bomba (29).
- 5
9. Procedimiento según la reivindicación 3, en el que la unidad (22) de conversión de etileno a propileno funciona con un catalizador a base de zeolita en las siguientes condiciones de funcionamiento:
- 10
- temperatura comprendida entre 500 °C a 650 °C,
  - presión parcial de etileno comprendida entre 1 y 2 bar absolutos.

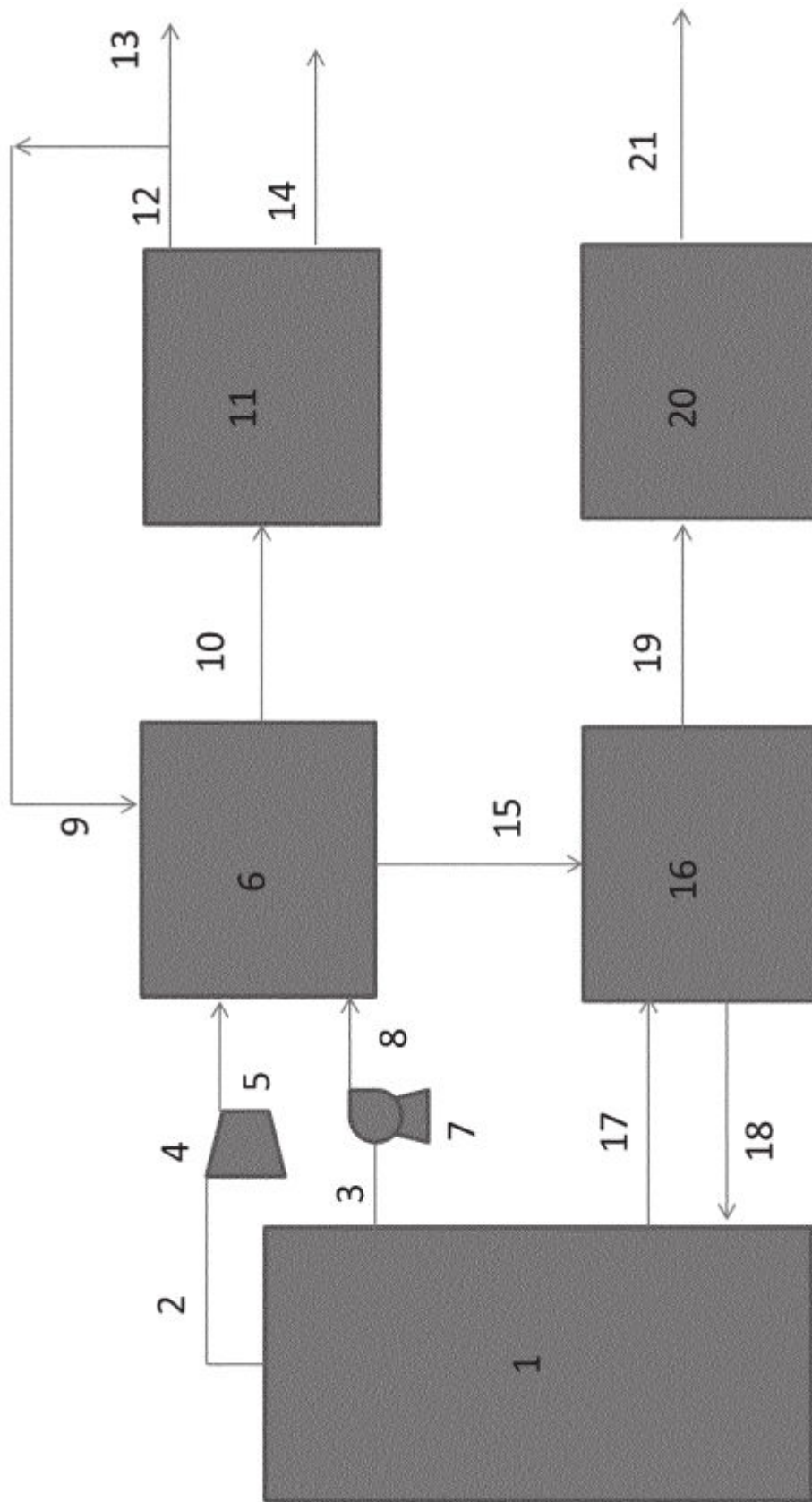


Figura 1

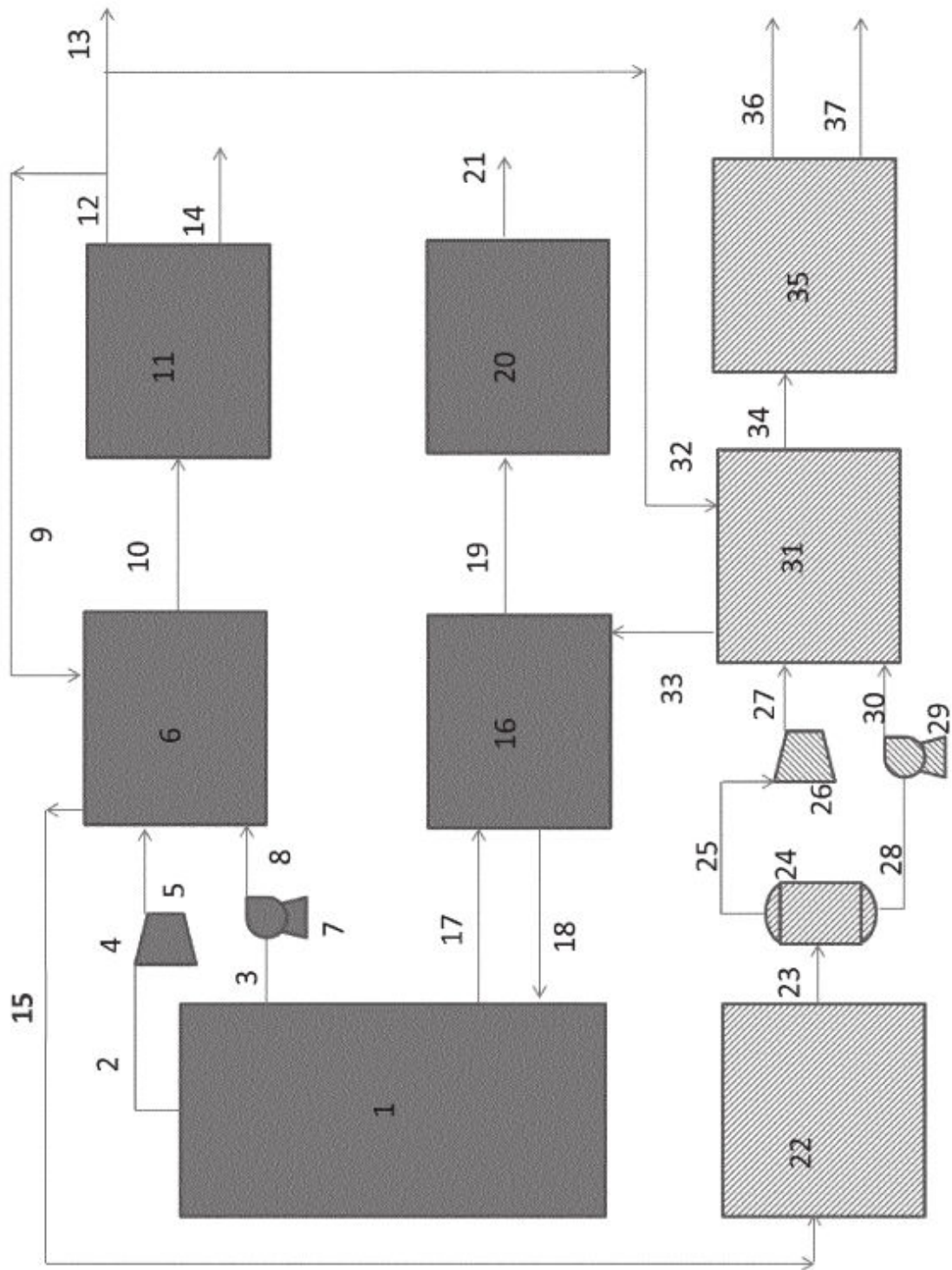


Figura 2

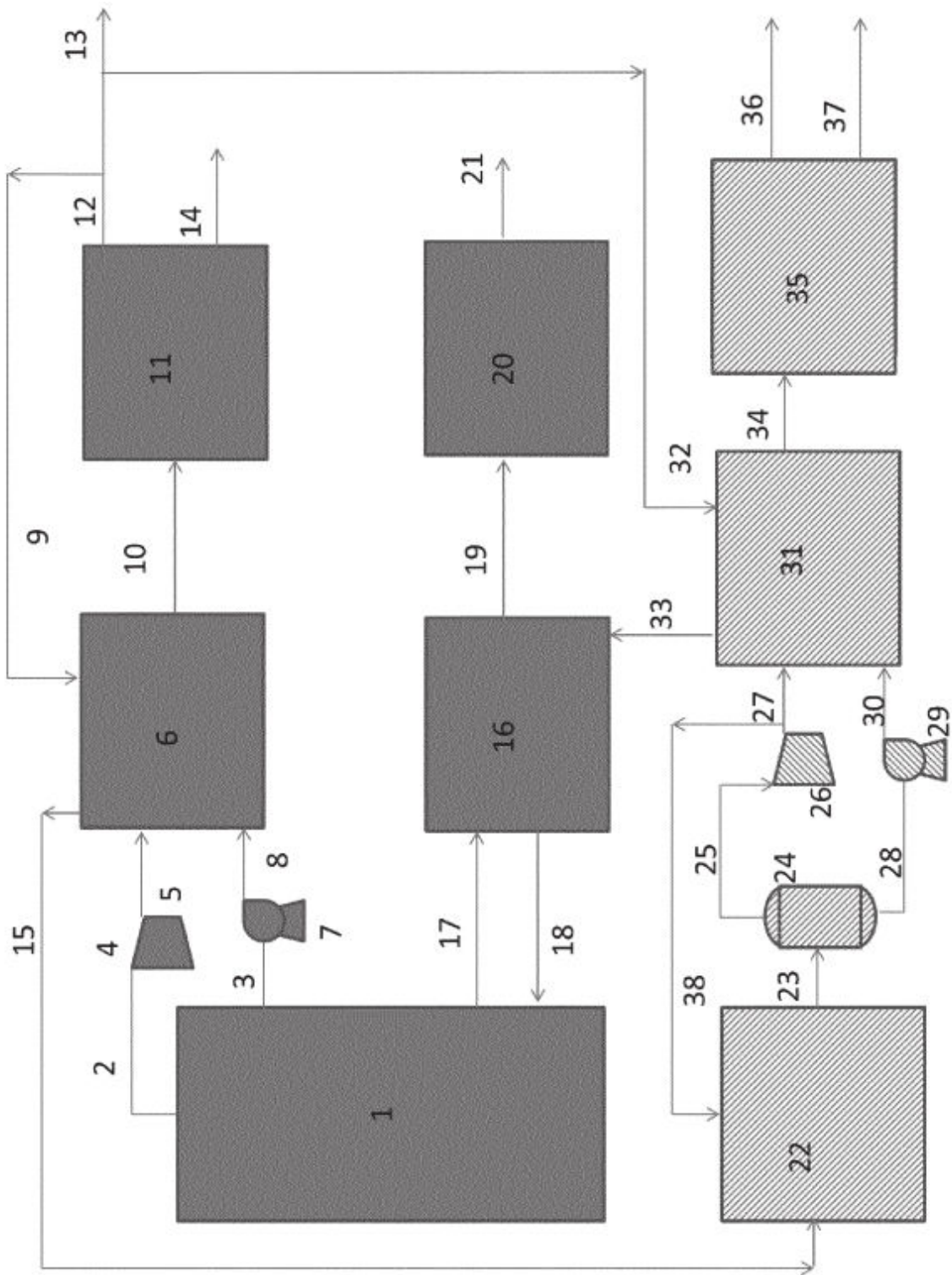


Figura 3

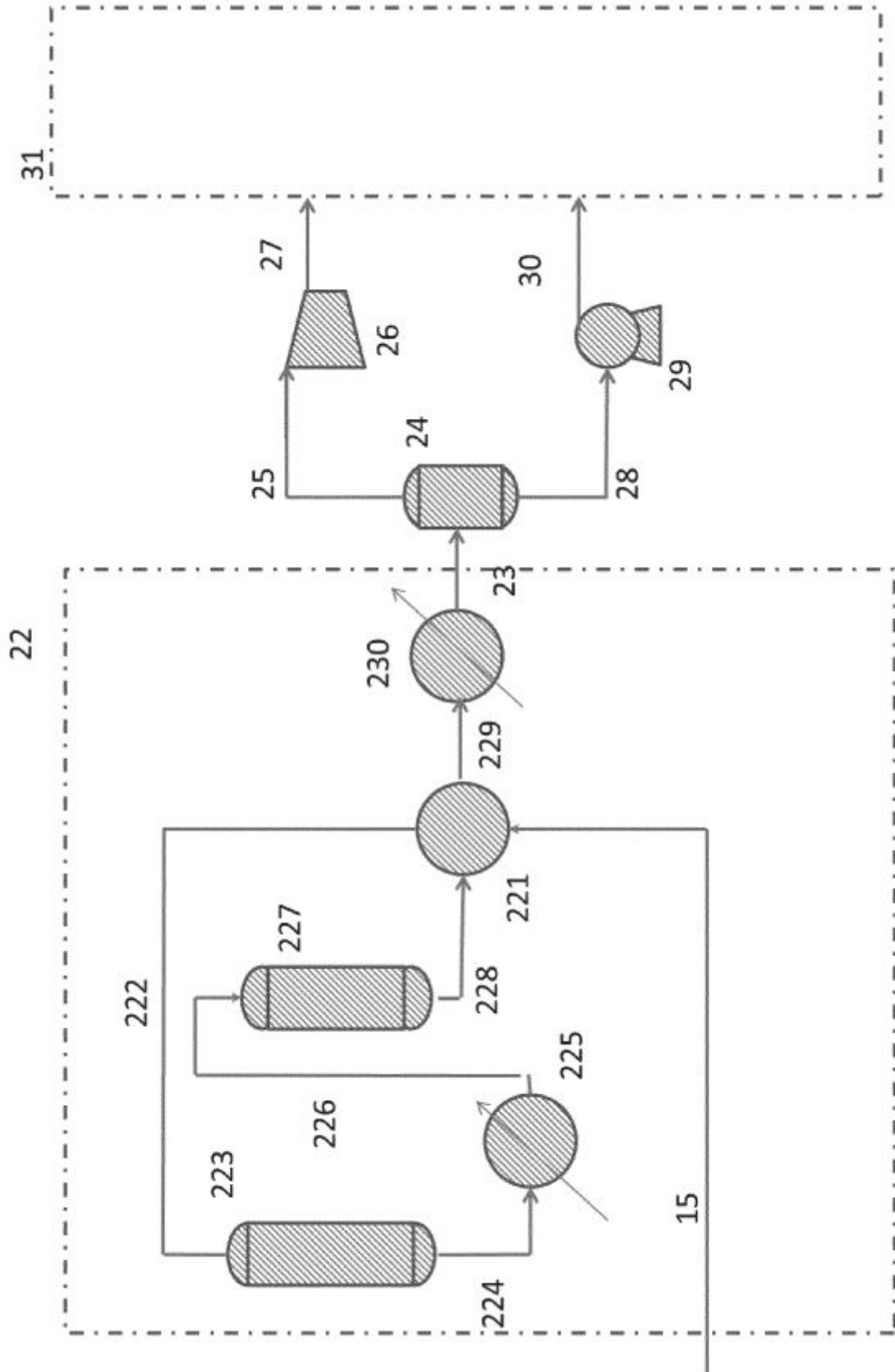


Figura 4

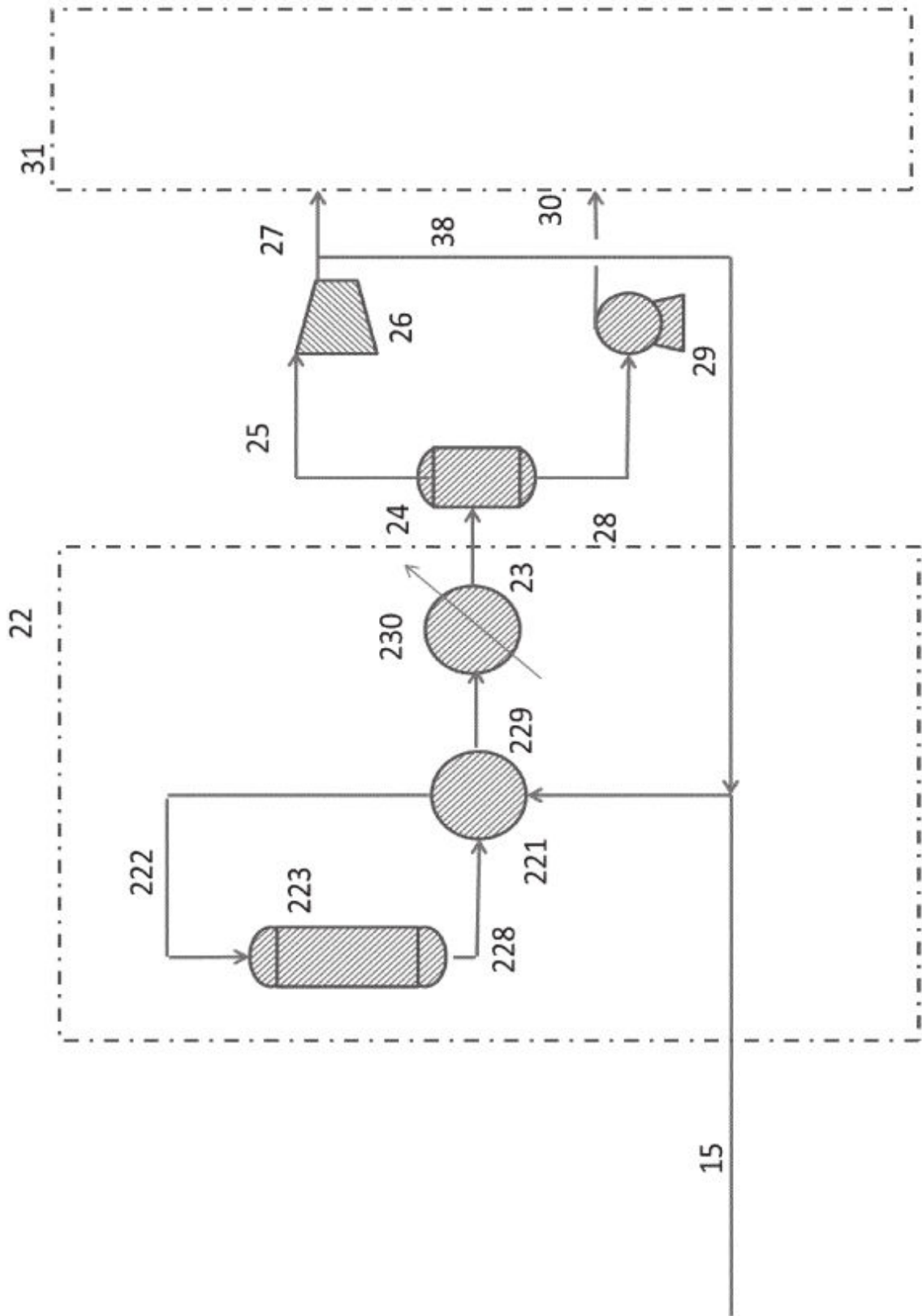


Figura 5