

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 754 381**

51 Int. Cl.:

C10G 65/00 (2006.01)

C10G 65/12 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **16.02.2016 PCT/EP2016/053255**

87 Fecha y número de publicación internacional: **22.09.2016 WO16146326**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **16.02.2016 E 16704649 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **04.09.2019 EP 3271441**

54 Título: **Procedimiento mejorado para convertir cargas hidrocarbonadas pesadas**

30 Prioridad:

16.03.2015 FR 1552092

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

17.04.2020

73 Titular/es:

IFP ENERGIES NOUVELLES (100.0%)

1 & 4 avenue de Bois-Préau

92500 Rueil-Malmaison, FR

72 Inventor/es:

DREILLARD, MATTHIEU;

FEUGNET, FRÉDÉRIC;

MARQUES, JOAO y

MOREL, FRÉDÉRIC

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 754 381 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Procedimiento mejorado para convertir cargas hidrocarbonadas pesadas

5 Campo técnico de la invención

La presente invención se refiere a un procedimiento para convertir una carga pesada de hidrocarburos ventajosamente de un petróleo crudo o de la destilación atmosférica y/o al vacío de un petróleo crudo y que contiene al menos el 80% en peso de una fracción que tiene una temperatura inicial de ebullición de al menos 300°C

10

Técnica anterior

Más específicamente, las cargas que se tratan en el contexto de la presente invención son petróleos crudos o fracciones pesadas de hidrocarburos derivados de la destilación atmosférica y/o al vacío de un petróleo crudo y que contienen al menos el 80% en peso de una fracción que tiene una temperatura inicial de ebullición de al menos 300°C, preferiblemente de al menos 350°C y preferiblemente de al menos 375°C y preferiblemente residuos de vacío que contienen al menos el 80% en peso de una fracción que tiene una temperatura inicial de ebullición de al menos 450°C y preferiblemente al menos 500°C. Estas cargas son generalmente fracciones de hidrocarburos que tienen un contenido de azufre de al menos el 0,1% en peso, preferiblemente de al menos el 1% en peso y preferiblemente de al menos el 2% en peso, un contenido carbón Conradson de al menos el 3% en peso y preferiblemente de al menos el 5% en peso, un contenido de asfaltenos C₇ de al menos el 0,1% en peso y preferiblemente de al menos el 3% en peso y un contenido de metales de al menos 20 ppm y preferiblemente de al menos 100 ppm.

25 La recuperación de estos residuos de petróleo es relativamente difícil. De hecho, el mercado busca principalmente combustibles, destilables a presión atmosférica a una temperatura inferior a 320°C o 380°C. Los petróleos crudos se caracterizan por contenidos variables de residuos atmosféricos que dependen del origen de los crudos tratados. Este contenido generalmente varía entre el 20 y el 50% para los crudos convencionales, pero puede alcanzar del 50 al 80% para crudos pesados y extrapesados como, por ejemplo, los producidos en Venezuela o en la región de Athabasca en el norte de Canadá. Por lo tanto, es necesario convertir estos residuos, transformando las moléculas pesadas de residuos para generar productos refinados constituidos por moléculas más ligeras. Estos productos refinados generalmente tienen una mayor relación de hidrógeno a carbono que los cortes pesados iniciales. Por lo tanto, una serie de procedimientos utilizados para producir cortes livianos refinados, como los procedimientos de hidrocrackeo, hidrotratamiento e hidroconversión, se basan en agregar hidrógeno a las moléculas, preferiblemente al mismo tiempo que el craqueo de estas moléculas pesadas.

30 La conversión de cortes pesados depende de una gran cantidad de parámetros tales como la composición de la carga, la tecnología del reactor utilizada, la severidad de las condiciones de operación (temperatura, presión, presión parcial de hidrógeno, tiempo de residencia, etc.), el tipo de catalizador utilizado y su actividad. Al aumentar la severidad de la operación, aumenta la conversión de cortes pesados en productos ligeros, pero los subproductos como los precursores de coque y los sedimentos comienzan a formarse de modo significativo a través de reacciones secundarias. La alta conversión de cargas pesadas, por lo tanto, muy a menudo da como resultado la formación de partículas sólidas (llamadas sedimentos), compuestos altamente viscosos y/o compuestos pegajosos de asfaltenos, coque y/o partículas finas de catalizador. La presencia excesiva de estos productos conduce a la desactivación del catalizador, al ensuciamiento de los equipos de procedimiento y, en particular, a los equipos de separación y de destilación. Como resultado, el refinador se ve obligado a reducir la conversión de los cortes pesados para evitar detener la unidad de hidroconversión.

45 La formación de estos sedimentos en los procedimientos de hidroconversión depende en gran medida de la calidad de la carga y la severidad de la operación. De hecho, los asfaltenos presentes en la carga se convierten principalmente por desalquilación en las condiciones severas de hidroconversión y, por lo tanto, forman anillos aromáticos altamente condensados que hacen que los efluentes sean inestables y precipiten en forma de sedimentos.

55 Objeto e interés de la invención

Uno de los objetivos de la invención es proporcionar un esquema de un procedimiento de hidroconversión que permita mejorar la estabilidad de los efluentes para un nivel dado de conversión de cortes pesados y, así, poder aumentar la conversión en comparación con los procedimientos convencionales de hidroconversión.

60

Los esquemas convencionales de hidroconversión de residuos tal como se describe en las patentes US 4.521.295, 4.495.060 o 4.457.831, recomiendan una operación a velocidades de volumen por hora (WH) o espacio (caudal de carga en relación con el volumen de reacción) comprendidas entre 0,1 y 2,5 hr⁻¹, temperaturas comprendidas entre 300-550°C y presiones parciales de hidrógeno comprendidas entre 1000 y 5000 psig. En estos esquemas, la temperatura sigue siendo el parámetro clave para controlar el nivel de conversión de cortes pesados. Para una operación de alta conversión, se recomienda una temperatura elevada para aumentar el craqueo térmico de cortes

65

pesados. En esta configuración, el nivel máximo de conversión que permite una operación adecuada de una unidad industrial siempre estará limitado por la formación de sedimentos. De hecho, la temperatura aumenta la cinética de las reacciones de condensación/polimerización más rápidamente que la de las reacciones de hidrogenación, causando así reacciones secundarias e indeseables, responsables de la formación de sedimentos y precursores de coque.

Las patentes WO 2010/033487, US 2012/0168350, US 2004/0163996, FR 2 753 984 y FR 2 764 902 describen un procedimiento para convertir una carga pesada de hidrocarburos.

Para superar este límite de operabilidad de las unidades de hidroconversión, los esquemas convencionales de conversión de residuos de la técnica anterior pueden incorporar etapas adicionales tales como el desasfaltado para lograr niveles de conversión más altos con una severidad reducida. Este es el caso del concepto descrito en las patentes US 2008/0083652, US 7.214.308, US 5.980.730. De hecho, en los esquemas de hidroconversión de residuos que combinan una unidad de desasfaltado con una unidad de hidroconversión de lecho fijo, un lecho móvil, un lecho burbujeante y/o un lecho impulsado por suspensión, la unidad de desasfaltado puede ser colocada corriente arriba de acuerdo con la vía indirecta como, por ejemplo, en la patente US 7.214.308, o corriente abajo del procedimiento de hidroconversión de acuerdo con la vía directa como, por ejemplo, en las patentes FR 2776297 y US 5.980.730. Las patentes FR 2776297, US 5.980.730 y US 7.214.308 describen en detalle estos dos tipos de esquema de conversión posible.

Un esquema de hidroconversión de residuos generalmente asocia dos etapas unitarias sucesivas principales: una etapa de hidroconversión y una etapa de desasfaltado, una destilación atmosférica intermedia y, opcionalmente, una destilación de vacío intermedia que se realiza entre estas dos etapas unitarias. En general, los reciclados del aceite desasfaltado (DAO) a la etapa de hidroconversión se pueden implementar en este tipo de esquema.

Las mayores limitaciones de este tipo de esquema son la cantidad de asfalto producido que es difícil de recuperar; el reciclado del corte DAO en la entrada de la zona de hidroconversión que exige un aumento significativo en el volumen de las zonas de reacción, así como las zonas de separación (como se describe en las patentes de US 2012/061292A y WO 14096591A1) aumentando la inversión requerida y el costo operativo en comparación con el procedimiento sin reciclaje de DAO.

Los agentes fundentes como los cortes aromáticos, entre los que se pueden mencionar de manera no exhaustiva los cortes LCO (Light cycle oil), HCO (heavy cycle oil) resultantes del procedimiento de craqueo catalítico en lecho fluidizado se pueden usar para estabilizar los efluentes de las unidades de hidroconversión de residuos. Sin embargo, su uso tiene un gran impacto en la rentabilidad del procedimiento en la medida en que estos cortes tienen un costo y su uso conduce a un aumento del tamaño de las unidades. Además, estos cortes estabilizantes no siempre están disponibles en el sitio y su uso es necesariamente a expensas de producir un corte recuperable. Todas estas razones explican por qué el uso del corte estabilizante es muy limitado.

En la presente invención, se propone mejorar simultáneamente el nivel de conversión y la estabilidad de los efluentes líquidos mediante un esquema de conversión de cargas pesadas que tengan un nivel térmico y un tiempo de residencia de carga optimizados. El procedimiento de acuerdo con la invención hace posible lograr una conversión de la carga mayor que la obtenida por una denominada configuración convencional para una estabilidad comparable de efluentes líquidos. De otra manera, la presente invención también puede permitir producir efluentes a un nivel de conversión idéntico a un procedimiento convencional de acuerdo con la técnica anterior, pero con una mejor estabilidad de los efluentes líquidos producidos.

Síntesis de la invención

La presente invención se refiere a un procedimiento de conversión de una carga pesada de hidrocarburos, que comprende las siguientes etapas:

a) una etapa de hidroconversión de la carga pesada de hidrocarburos en presencia de hidrógeno en al menos uno o más reactores trifásicos dispuestos en serie o en paralelo, que contiene al menos un catalizador de hidroconversión, donde la etapa a) de hidroconversión se lleva a cabo bajo una presión absoluta comprendida entre 2 y 35 MPa, una temperatura comprendida entre 300 y 550°C, y bajo una cantidad de hidrógeno mezclado con la carga comprendida entre 50 y 5000 metros cúbicos normales (Nm³) por metro cúbico (m³) de carga, para obtener un efluente líquido con un contenido reducido de carbón Conradson, metales, azufre y nitrógeno,

b) una o más etapas opcionales para separar el efluente de la etapa a) que permite obtener al menos una fracción líquida ligera que hierve a una temperatura inferior a 350°C y una fracción líquida pesada que hierve a una temperatura superior a 350°C,

c) una etapa de hidroconversión del efluente líquido resultante de la etapa a) de hidroconversión en el caso en que no se lleva a cabo la etapa b) de separación, o la fracción líquida pesada resultante de la etapa b) de separación cuando dicha etapa b) se lleva a cabo, en presencia de hidrógeno en al menos uno o más reactores trifásicos

dispuestos en serie o en paralelo, que contienen al menos un catalizador de hidroconversión, donde la etapa c) de hidroconversión se lleva a cabo bajo una presión absoluta comprendida entre 2 y 38 MPa, a una temperatura comprendida entre 300 y 550°C, y bajo una cantidad de hidrógeno comprendida entre 50 y 5000 metros cúbicos normales (Nm³) por metro cúbico (m³) de carga líquida tomada en condiciones estándar de temperatura y presión, en cuyo procedimiento la velocidad espacial global por hora utilizada está comprendida entre 0,05 y 0,09 h⁻¹, y en el que el catalizador de hidroconversión de la etapa a) y de la etapa c) es un catalizador que comprende un soporte de alúmina y al menos un metal del Grupo VIII seleccionado de níquel y cobalto, donde dicho elemento del grupo VIII se usa en combinación con al menos un metal del Grupo VIB seleccionado de molibdeno y tungsteno, y se utiliza en forma de extrudidos o perlas.

En la presente invención, se entiende por "velocidad espacial global" la velocidad espacial implementada en todo el esquema del proceso, es decir, teniendo en cuenta todos los reactores involucrados en el procedimiento en las etapas a) y c).

En una realización, el procedimiento de acuerdo con la invención puede contener varias etapas de hidroconversión, preferiblemente al menos dos etapas de hidroconversión y varias etapas de separación opcionales entre las etapas de hidroconversión.

Descripción detallada de la invención

La carga

La carga tratada en el procedimiento de acuerdo con la invención es una carga pesada de hidrocarburos (llamada residuo). Ventajosamente, esta carga es una carga que comprende fracciones de hidrocarburos producidas en la refinería. Las cargas de acuerdo con la invención incluyen cargas que contienen fracciones de hidrocarburos de las cuales al menos el 80% en peso tienen una temperatura de ebullición superior a 300°C, residuos atmosféricos y/o residuos al vacío, residuos atmosféricos y/o bajo vacío de hidrot ratamiento, hidro craqueo y/o hidroconversión, destilados al vacío frescos o refinados, cortes provenientes de una unidad de craqueo como el FCC, coquización o viscorreducción, cortes aromáticos extraídos de una unidad de producción de lubricantes, aceites desasfaltados de una unidad de desasfaltado, asfaltos de una unidad de desasfaltado o cargas de hidrocarburos similares, o una combinación de estas cargas frescas y/o efluentes refinados. Dicha carga también puede contener una fracción residual resultante de la licuefacción directa del carbón (un residuo atmosférico y/o un residuo al vacío resultante, por ejemplo, del procedimiento H-Coal™), un destilado al vacío resultante de la licuefacción directa del carbón como, por ejemplo, el procedimiento H-Coal™, residuos de pirólisis de carbón o aceites de esquisto, o incluso una fracción residual resultante de la licuefacción directa de la biomasa lignocelulósica sola o mezclada con carbón y/o una fracción de petróleo fresco y/o refinado.

Preferiblemente, la carga tratada en el contexto de la presente invención consiste en fracciones de hidrocarburos derivadas de un petróleo crudo o la destilación atmosférica de un petróleo crudo o la destilación al vacío de un petróleo crudo, donde dichas cargas contienen al menos el 80% en peso de una fracción que tiene una temperatura de ebullición inicial de al menos 300°C, preferiblemente de al menos 350°C y preferiblemente de al menos 375°C y de manera más preferida, residuos de vacío más preferidos que tienen una temperatura de ebullición de al menos 450°C, preferiblemente de al menos 500°C y más preferiblemente de al menos 540°C.

Todas estas cargas enumeradas con anterioridad contienen impurezas tales como metales, azufre, nitrógeno, carbón Conradson y heptano insoluble, también conocidos como asfaltenos C₇. De hecho, este tipo de cargas son generalmente ricas en impurezas con contenidos de metales mayores de 20 ppm, preferiblemente mayores de 100 ppm. El contenido de azufre es superior al 0,1%, preferiblemente superior al 1% y preferiblemente superior al 2% en peso. El nivel de asfaltenos C₇ asciende al menos al 0,1% en peso y es preferiblemente superior al 3% en peso. Los asfaltenos C₇ son compuestos conocidos por inhibir la conversión de cortes residuales, tanto por su capacidad de formar residuos hidrocarbonados pesados, comúnmente conocidos como coque, como por su tendencia a producir sedimentos que limitan severamente la operabilidad de las unidades de hidrot ratamiento e hidroconversión. El contenido de carbón Conradson es superior al 3%, y preferiblemente de al menos el 5% en peso. El contenido de carbón Conradson está definido por la norma ASTM D 482 y representa para el experto en la técnica una evaluación bien conocida de la cantidad de residuos de carbono producidos después de la pirólisis en condiciones estándar de temperatura y presión.

Etap a) de hidroconversión

De acuerdo con la invención, dicha carga pesada de hidrocarburos se trata en una etapa a) de hidroconversión que comprende al menos uno o más reactores trifásicos dispuestos en serie o en paralelo. Estos reactores de hidroconversión pueden ser, entre otras cosas, reactores de tipo lecho fijo, lecho móvil, lecho burbujeante y/o lecho impulsado por suspensión, dependiendo de la carga por tratar. Preferiblemente, se usa un reactor de tipo lecho burbujeante. En esta etapa, dicha carga se transforma en condiciones específicas de hidroconversión. La etapa a) se lleva a cabo bajo una presión absoluta comprendida entre 2 y 35 MPa, preferiblemente entre 5 y 25 MPa y preferiblemente entre 6 y 20 MPa, a una temperatura comprendida entre 300 y 550°C y preferiblemente

comprendida entre 350 y 500°C y preferiblemente comprendida entre 370 y 430°C, y más preferiblemente comprendida entre 380 °C y 430°C. La cantidad de hidrógeno mezclado con la carga está comprendida preferiblemente entre 50 y 5000 metros cúbicos normales (Nm³) por metro cúbico (m³) de carga líquida tomada en condiciones estándar de temperatura y presión, preferiblemente entre 100 y 2000 Nm³/m³ y muy preferiblemente entre 200 y 1000 Nm³/m³.

Esta primera etapa de hidroconversión se lleva a cabo ventajosamente en uno o más reactores trifásicos de hidroconversión, que pueden estar en serie y/o en paralelo, ventajosamente usando tecnología de reactores de lecho burbujeante. Esta etapa se lleva a cabo ventajosamente utilizando la tecnología y en las condiciones del procedimiento H-Oil™ como se describe, por ejemplo, en las patentes 4.521.295 o 4.445.060 o 4.457.831 o en el artículo Aiche, March 19-23,1995, Houston, Texas, paper number 46d, "Second generation ebullated bed technology". En esta implementación, cada reactor funciona en un lecho fluidizado trifásico, también llamado lecho burbujeante. En una de las operaciones de los reactores que operan en un lecho fluidizado, cada reactor comprende ventajosamente una bomba de recirculación que permite mantener el catalizador en un lecho burbujeante mediante el reciclaje continuo de al menos una porción de una fracción líquida retirada ventajosamente en la parte superior del reactor y reinyectada en la parte inferior del reactor.

Según la invención, el catalizador de hidroconversión de la etapa a) es un catalizador que comprende un soporte de alúmina y al menos un metal del Grupo VIII seleccionado entre níquel y cobalto, preferiblemente níquel, donde dicho elemento del Grupo VIII se usa en combinación con al menos un metal del Grupo VIB seleccionado de molibdeno y tungsteno, preferiblemente el metal del Grupo VIB es molibdeno. Preferiblemente, el catalizador de hidroconversión comprende níquel como parte del grupo VIII y molibdeno como parte del grupo VIB. El contenido de níquel está comprendido ventajosamente entre el 0,5 y el 10%, expresado en peso de óxido de níquel (NiO) y preferiblemente entre el 1 y el 6% en peso, y el contenido de molibdeno está comprendido ventajosamente entre el 1 y el 30% expresado en peso de trióxido de molibdeno (MoO₃) y preferiblemente entre el 4 y el 20% en peso. Este catalizador se usa en forma de extrudidos o perlas.

Se puede usar un tipo de catalizador llamado "suspensión" de acuerdo con la terminología anglosajona o catalizador incorporado en el procedimiento de acuerdo con la invención. Dicho catalizador en suspensión presenta una granulometría y una densidad adecuadas para su arrastre. Se entiende por "arrastre del catalizador disperso" su circulación en el o en los reactores trifásicos por las corrientes líquidas, donde dicho segundo catalizador circula de abajo hacia arriba, con la carga, en dichos reactores trifásicos, y es retirado de dicho uno o más reactores trifásicos con el efluente líquido producido.

En una de las implementaciones del procedimiento de acuerdo con la invención, cada reactor de la etapa a) de hidroconversión puede usar un catalizador diferente adaptado a la carga que se envía a este reactor. En una de las implementaciones del procedimiento de acuerdo con la invención, se pueden usar varios tipos de catalizador en cada reactor.

El catalizador de hidroconversión utilizado de acuerdo con el procedimiento de acuerdo con la invención puede reemplazarse parcialmente por catalizador nuevo mediante extracción, preferiblemente en la parte inferior del reactor, e introduciendo, en la parte superior o inferior del reactor, catalizador nuevo y/o catalizador gastado y/o catalizador regenerado y/o catalizador rejuvenecido, preferiblemente a intervalos de tiempo regulares y preferiblemente por inhalación o casi continuamente. El reemplazo del catalizador se puede realizar en su totalidad o en parte mediante catalizador usado y/o regenerado y/o rejuvenecido del mismo reactor y/u otro reactor de cualquier etapa de hidroconversión. El catalizador se puede agregar con los metales como óxidos metálicos, con los metales como sulfuros metálicos, o después del preacondicionamiento. Para cada reactor, la tasa de reemplazo del catalizador de hidroconversión gastado con catalizador nuevo está comprendido ventajosamente entre 0,01 kilogramos y 10 kilogramos por metro cúbico de carga tratada, y preferiblemente entre 0,1 kilogramos y 3 kilogramos por metro cúbico de carga tratada. Esta extracción y reemplazo se realizan utilizando dispositivos que permiten ventajosamente la operación continua de esta etapa de hidroconversión.

También es posible enviar el catalizador gastado retirado del reactor a una zona de regeneración en la que se eliminan el carbono y el azufre contenidos en él y luego devolver este catalizador regenerado a la etapa de hidroconversión. También es posible enviar el catalizador gastado extraído del reactor a una zona de rejuvenecimiento en la que se elimina la mayor parte de los metales depositados antes de enviar el catalizador gastado y rejuvenecido a una zona de regeneración en la que se elimina el carbono y el azufre que contiene y luego se devuelve el catalizador regenerado en la etapa de hidroconversión.

b) Etapa opcional de separación

El efluente de la etapa a) de hidroconversión puede experimentar una o más etapas de separación. Según la invención, esta separación sigue siendo opcional, donde el efluente de la etapa a) de hidroconversión puede enviarse directamente a la etapa c) de hidroconversión.

En el caso en el que se lleva a cabo dicha etapa de separación, al menos una parte del efluente de la etapa a) de

hidroconversión se envía a dicha etapa de separación.

Esta etapa de separación se lleva a cabo con el objetivo de obtener ventajosamente al menos una fracción líquida ligera que hierve predominantemente a una temperatura inferior a 350°C y al menos una fracción líquida pesada que hierve predominantemente a una temperatura superior a 350°C.

La fracción líquida ligera se puede enviar al menos en parte a una sección de fraccionamiento donde se separa ventajosamente de los gases ligeros (H_2 y C_1) para obtener la fracción líquida ligera que hierve predominantemente a una temperatura inferior a 350°C, por cualquier medio de separación conocido por el experto en la técnica como, por ejemplo, al pasar a través de un balón de detención brusca (o balón de flash según la terminología anglosajona), para recuperar el hidrógeno gaseoso que se puede reciclar ventajosamente a la entrada de la etapa a) de hidroconversión. Dicha fracción líquida ligera, ventajosamente separada de dichos gases ligeros y con ebullición predominantemente a una temperatura inferior a 350°C, contiene los gases ligeros disueltos, una fracción que hierve a una temperatura inferior a 150°C correspondiente a las naftas, una fracción que hierve entre 150 y 250°C correspondiente a la fracción de querosén y al menos una porción de la fracción de gasóleo que hierve entre 250 y 375°C. Dicha fracción líquida ligera separada de la etapa b) se envía ventajosamente a la etapa d) de fraccionamiento.

La fracción líquida pesada obtenida de la etapa b) de separación que hierve predominantemente a una temperatura superior a 350°C puede contener opcionalmente una parte de la fracción de gasóleo que hierve entre 250 y 375°C, pero contiene al menos una fracción que hierve entre 375 y 540°C denominada destilado al vacío y una fracción que hierve a una temperatura superior a 540°C, llamada residuo al vacío no convertido. Esta fracción líquida pesada se envía luego al menos en parte a la etapa c) de hidroconversión, en el caso en que se lleva a cabo la etapa de separación.

La etapa de separación puede llevarse a cabo por cualquier medio de separación conocido por el experto en la técnica. Preferiblemente, la etapa b) de separación se lleva a cabo por uno o más balones de flash en serie, y preferiblemente por un solo balón de flash. Preferiblemente, este balón de flash se opera a una presión y una temperatura cercanas a las condiciones de funcionamiento del último reactor de la etapa a) de hidroconversión.

En otra implementación, la etapa de separación se realiza mediante una secuencia de varios balones de flash, que operan en condiciones de funcionamiento diferentes a las del último reactor de la etapa a) de hidroconversión y permiten obtener varias fracciones líquidas ligeras, que luego se enviarán al menos en parte a una sección de fraccionamiento, mientras que la fracción líquida pesada se envía al menos en parte a la etapa c) de hidroconversión según la invención.

En otra implementación, la etapa de separación se lleva a cabo mediante una o más columnas de separación con vapor y/o con hidrógeno. Debido al medio, el efluente resultante de la etapa a) de hidroconversión se separará en una fracción líquida ligera y una fracción líquida pesada, que luego se enviará al menos parcialmente a la etapa c) de hidroconversión según la invención.

En otra implementación, la etapa de separación se realiza mediante una columna de destilación atmosférica que separa el efluente de la etapa a) de hidroconversión. La fracción líquida pesada recuperada en el fondo de la columna de destilación atmosférica puede enviarse al menos en parte a la etapa c) de hidroconversión de acuerdo con la invención.

En otra implementación, la etapa de separación se realiza mediante una columna de destilación atmosférica que separa el efluente de la primera etapa de hidroconversión, seguida de una columna de destilación al vacío en el residuo de la columna de destilación atmosférica. La fracción líquida pesada recuperada en el fondo de la columna de destilación al vacío puede enviarse al menos en parte a la etapa c) de hidroconversión según la invención.

La etapa de separación también puede consistir en una combinación de estas diferentes implementaciones descritas con anterioridad, en un orden diferente al descrito anteriormente.

Opcionalmente, antes de enviarse a la etapa c) de hidroconversión según la invención, la fracción líquida pesada puede someterse a una etapa de separación con vapor y/o hidrógeno usando una o múltiples columnas de separación. Esta etapa permite eliminar al menos parcialmente la fracción destilada al vacío (hidrocarburos con una temperatura de ebullición inferior a 540°C) contenida en la fracción líquida pesada.

Etapa c) de hidroconversión

De acuerdo con la invención, el efluente líquido resultante de la etapa a) de hidroconversión en el caso en que la etapa b) de separación no se lleve a cabo o la fracción líquida pesada resultante de la etapa b) de separación cuando esto se implementa se trata en la etapa c) de hidroconversión.

Esta etapa c) de hidroconversión está compuesta por uno o más reactores trifásicos, que pueden estar en serie y/o

en paralelo. Estos reactores de hidroconversión pueden ser, además, reactores de tipo de lecho fijo, lecho móvil, lecho burbujeante y/o lecho impulsado por suspensión, dependiendo de la carga por tratar, en particular el efluente de la etapa a) de hidroconversión o fracción líquida pesada de la etapa b) de separación. Preferiblemente, se usa un reactor de tipo lecho burbujeante. En esta etapa, la carga por tratar generalmente se convierte en condiciones de hidroconversión convencionales de una fracción hidrocarbonada líquida. La operación se lleva a cabo generalmente bajo una presión absoluta comprendida entre 2 y 35 MPa, preferiblemente comprendida entre 5 y 25 MPa y preferiblemente comprendida entre 6 y 20 MPa, a una temperatura comprendida entre 300 y 550°C, preferiblemente comprendida entre 350 y 500°C y preferiblemente comprendida entre 370 y 430°C. La cantidad de hidrógeno mezclado con la carga por tratar está comprendida preferiblemente entre 50 y 5000 metros cúbicos normales (Nm³) por metro cúbico (m³) de carga líquida tomada en condiciones estándar de temperatura y presión, y preferiblemente entre 100 y 2000 Nm³/m³ y muy preferiblemente entre 200 y 1000 Nm³/m³.

Esta etapa c) de hidroconversión se lleva a cabo ventajosamente en uno o más reactores trifásicos de hidroconversión, que pueden estar en serie y/o en paralelo, utilizando tecnología de reactores de lecho burbujeante. Esta etapa se lleva a cabo ventajosamente utilizando la tecnología y en las condiciones del procedimiento HOil™ como se describe, por ejemplo, en las patentes US 4.521.295 o US 4.445.060 o US 4.457.831 o US 4.354.852 o en el artículo Aiche, March 19-23, 1995, Houston, Texas, paper number 46d, "Second generation ebullated bed technology". En esta implementación, cada reactor funciona en un lecho fluidizado trifásico, también llamado lecho burbujeante. En una de las operaciones de los reactores que operan en un lecho fluidizado, cada reactor comprende ventajosamente una bomba de recirculación que permite mantener el catalizador en un lecho burbujeante mediante el reciclado continuo de al menos una parte de una fracción líquida retirada ventajosamente en la parte superior del reactor y reinyectada en la parte inferior del reactor.

Según la invención, el catalizador de hidroconversión de la etapa c) es un catalizador que comprende un soporte de alúmina y al menos un metal del Grupo VIII seleccionado entre níquel y cobalto, preferiblemente níquel, donde dicho elemento del Grupo VIII se usa en combinación con al menos un metal del Grupo VIB seleccionado entre molibdeno y tungsteno, preferiblemente el metal del Grupo VIB es molibdeno. El contenido de níquel en el catalizador de hidroconversión está comprendido ventajosamente entre el 0,5 y el 10%, expresado en peso de óxido de níquel (NiO) y preferiblemente entre el 1 y el 6% en peso, y el contenido de molibdeno está ventajosamente entre el 1 y el 30% en peso de trióxido de molibdeno (MoO₃), y preferiblemente entre el 4 y el 20% en peso. Este catalizador se usa en forma de extrudidos o perlas. El catalizador usado en la etapa c) de hidroconversión es idéntico o diferente del usado en la etapa a) de hidroconversión. Ventajosamente, el catalizador utilizado en los reactores de la etapa c) de hidroconversión también puede ser un catalizador más adecuado para la hidroconversión de cortes residuales resultantes de la etapa a) de hidroconversión.

Se puede usar un tipo de catalizador llamado "suspensión" de acuerdo con la terminología anglosajona o catalizador incorporado en el procedimiento de acuerdo con la invención. Dicho catalizador en suspensión presenta una granulometría y una densidad adecuadas para su arrastre. Se entiende por "arrastre del catalizador disperso" su circulación en los reactores trifásicos por las corrientes líquidas, donde dicho segundo catalizador circula de abajo hacia arriba, con la carga, en dichos reactores trifásicos, y se retira de dichos uno o más reactores trifásicos con el efluente líquido producido.

En una de las implementaciones del procedimiento de acuerdo con la invención, cada reactor de la etapa c) de hidroconversión puede usar un catalizador diferente adaptado a la carga que se envía a este reactor. En una de las implementaciones del procedimiento de acuerdo con la invención, se pueden usar varios tipos de catalizadores en cada reactor.

Para cada reactor, la tasa de reemplazo del catalizador de hidroconversión usado con catalizador nuevo está comprendida ventajosamente entre 0,01 kilogramos y 10 kilogramos por metro cúbico de carga tratada, y preferiblemente entre 0,1 kilogramos y 3 kilogramos por metro cúbico de carga tratada. Esta extracción y este reemplazo se realizan utilizando dispositivos que permiten ventajosamente el funcionamiento continuo de esta etapa de hidroconversión.

De acuerdo con la invención, la velocidad espacial por hora (WH) con respecto al volumen y la tasa de carga de líquido de todo el procedimiento tomada en condiciones estándar de temperatura y de presión está comprendida entre 0,05 h⁻¹ y 0,09 h⁻¹ y preferiblemente entre 0,05 h⁻¹ y 0,08 h⁻¹.

Estas condiciones del procedimiento de la invención permiten mejorar simultáneamente el nivel de conversión y la estabilidad de los efluentes líquidos mediante un esquema de conversión de cargas pesadas que tienen un nivel térmico y un tiempo de residencia de la carga optimizados.

Etapa d) de fraccionamiento

El efluente de la etapa c) de hidroconversión se puede someter ventajosamente al menos parcialmente a una etapa d) de fraccionamiento. Esta separación comprende cualquier medio de fraccionamiento conocido por el experto en la técnica. Este fraccionamiento se lleva a cabo por uno o más balones de flash en serie, preferiblemente por una

5 secuencia de al menos dos balones de flash sucesivos, preferiblemente por una o más columnas de separación de vapor y/o hidrógeno, más preferiblemente por una columna de destilación atmosférica, más preferiblemente por una columna de destilación atmosférica y una columna de vacío sobre el residuo atmosférico, incluso más preferiblemente por uno o más balones de flash, una columna de destilación atmosférica y una columna de vacío sobre el residuo atmosférico. Este fraccionamiento también se puede lograr mediante una combinación de los diferentes medios de separación descritos anteriormente.

10 La etapa de fraccionamiento se lleva a cabo con el objetivo de separar los efluentes en diferentes puntos de corte y, ventajosamente, obtener al menos una fracción líquida pesada llamada residuo de vacío no convertido que hierve predominantemente a una temperatura superior a 300°C, preferiblemente superior a 500°C y más preferiblemente superior a 540°C.

Descripción de la figura

15 La Figura 1 representa esquemáticamente el procedimiento según la invención en el caso en que se implementa la etapa b) de separación.

20 La carga se envía a través de la tubería (1) en una sección de hidroconversión (A) a alta presión de hidrógeno, preferiblemente operando como un lecho burbujeante.

(A) representa la etapa a) de hidroconversión de la carga (1) en presencia de hidrógeno, donde el hidrógeno llega a través de la tubería (2). La etapa a) de hidroconversión puede estar compuesta por uno o más reactores dispuestos en paralelo y/o en serie.

25 El efluente de la sección de hidroconversión (A) se envía a través de la tubería (3) a la sección de separación (B).

30 La fracción líquida pesada de la sección de separación (B) se envía a la etapa c) de hidroconversión representada por la sección (C) a través de la tubería (5) mientras el efluente ligero se extrae de la separación (B) por la tubería (4). Este último puede enviarse parcial o totalmente a la sección de fraccionamiento (D) a través de la tubería (42) y/o dirigirse parcial o totalmente a otra operación unitaria a través de la tubería (41).

35 La etapa c) de hidroconversión (C) está compuesta por uno o más reactores dispuestos en paralelo y/o en serie. La tubería (6) representa la inyección de hidrógeno en la etapa c) de hidroconversión. El efluente de la etapa c) de hidroconversión (C) puede enviarse completamente a la sección de fraccionamiento (D) a través de la línea 7 para dividirse en varias secciones. En este esquema, únicamente se muestran dos cortes, un corte ligero (8) y un corte pesado (9).

La Figura 2 ilustra la invención en una realización preferida.

40 La carga se envía a través de la tubería (1) en la etapa a) de hidroconversión (sección A) que está compuesta por varios reactores más dispuestos en serie y/o en paralelo y preferiblemente compuestos por dos reactores que operan en un lecho burbujeante (A_1 y A_2) dispuestos en paralelo y que operan bajo hidrógeno (tuberías 21 y 22, respectivamente).

45 Los efluentes obtenidos al final de la sección de hidroconversión (A) se combinan y se envían por la tubería (3) a la sección de separación (B). En la sección de separación (B), las condiciones se eligen generalmente para obtener dos fracciones líquidas, una fracción denominada ligera (4) y una fracción denominada pesada (5), por cualquier medio de separación conocido por el experto en la técnica, preferiblemente sin columnas intermedias de destilación atmosférica y bajo vacío, preferiblemente mediante separación, más preferiblemente mediante una secuencia de balones de flash y aún más preferiblemente, mediante un solo balón de flash.

50 La fracción líquida pesada en la salida de la sección de separación se envía a través de la tubería (5) a la sección de hidroconversión (C) compuesta por uno o más reactores dispuestos en paralelo y/o en serie y de una manera preferible, compuesta por un solo reactor de hidrógeno a alta presión (6) que funciona en lecho burbujeante.

55 En la sección de fraccionamiento (D), las condiciones se eligen generalmente para obtener al menos dos fracciones líquidas, una fracción llamada ligera (8) y una fracción llamada pesada (9), preferiblemente utilizando un conjunto de columnas de destilación atmosférica y de vacío.

60 Los siguientes ejemplos ilustran la invención sin limitar su alcance.

Ejemplos

Carga

65 La carga pesada es un residuo de vacío (RSV) que proviene de un crudo Oural y cuyas características principales se

muestran en la Tabla 1 a continuación.

Tabla 1: Composición de la carga del procedimiento

Carga de la etapa		A
Carga		RSV Oural
Densidad		1,0165
Viscosidad a 100 °C	cSt	880
Carbón Conradson	% en peso	17,0
Asfaltenos C ₇	% en peso	5,5
Asfaltenos C ₅	% en peso	10,9
Níquel + vanadio	ppm	254
Nitrógeno	ppm	6150
Azufre	% en peso	2,715

5

Esta carga pesada RSV es la misma carga fresca para los diferentes ejemplos.

Ejemplo 1 (comparativo): esquema convencional a alta velocidad espacial por hora (WH global = 0,3 h⁻¹) y a alta temperatura

10

En este ejemplo, el estado de la técnica se ilustra en un esquema del procedimiento con dos reactores en lecho burbujeante dispuestos en serie, operados a alta velocidad espacial por hora (WH) y a alta temperatura y con una sección de separación.

15 Sección a) de hidroconversión

La nueva carga de la Tabla 1 se envía completamente a una sección de hidroconversión (A) en presencia de hidrógeno. Dicha sección comprende un reactor trifásico que contiene un catalizador de hidroconversión de NiMo/alúmina que tiene un contenido de NiO del 4% en peso y un contenido de MoO₃ del 9% en peso, expresándose los porcentajes en relación con la masa total del catalizador. La sección funciona en lecho burbujeante con una corriente ascendente de líquido y de gas.

20

Las condiciones aplicadas en la sección de hidroconversión (A) se presentan en la Tabla 2.

25

Tabla 2: condiciones de funcionamiento

Sección		A
P total	MPa	16
Temperatura	°C	430
Cantidad de hidrógeno	Nm ³ /m ³	640

Estas condiciones de operación permiten obtener un efluente líquido con un contenido reducido de carbón Conradson, en metales y en azufre.

30 Sección de separación

El efluente líquido hidroconvertido se envía luego a una sección de separación (B) compuesta por un único separador de gas/líquido que funciona a la presión y a la temperatura de los reactores de la primera sección de hidroconversión (A). Una fracción llamada ligera y una fracción llamada pesada se separan así. La fracción llamada ligera se compone principalmente de moléculas con una temperatura de ebullición inferior a 350°C y la fracción llamada pesada se compone principalmente de moléculas de hidrocarburos que hierven a una temperatura superior a 350°C.

35

Sección c) de hidroconversión

40

La caracterización de la fracción pesada enviada a la segunda sección de hidroconversión (C) se presenta en la

Tabla 3.

Tabla 3: composición de la carga de la sección b) hidroconversión en lecho burbujeante (C)

Carga de la etapa		C
Carga		Fracción pesada
Densidad		0,9742
Carbón Conradson	% en peso	11,9
Asfaltenos C ₇	% en peso	5,2
Asfaltenos C ₅	% en peso	5,2
Níquel + vanadio	ppm	104,4
Nitrógeno	ppm	5890
Azufre	% en peso	1,2601

5 En este esquema de referencia, la fracción pesada (5) se envía sola y completamente en una segunda sección de hidroconversión (C) en presencia de hidrógeno (6). Dicha sección comprende un reactor trifásico que contiene un catalizador de hidroconversión de NiMo/alúmina que tiene un contenido de NiO del 4% en peso y un contenido de MoO₃ del 9% en peso, expresándose los porcentajes en relación con la masa total del catalizador. La sección funciona en lecho burbujeante con una corriente ascendente de líquido y de gas.

10

Las condiciones aplicadas en la sección de hidroconversión (C) se presentan en la Tabla 4.

Tabla 4: condiciones de funcionamiento

Sección		C
P total	MPa	15,6
Temperatura	°C	430
Cantidad de hidrógeno	Nm ³ /m ³	420

15 Sección de fraccionamiento

El efluente de la sección de hidroconversión (C) se envía a una sección de fraccionamiento (D) compuesta de una destilación atmosférica a partir de la cual se recupera una fracción ligera (8) que hierve a una temperatura sustancialmente inferior a 350°C y una fracción pesada de residuos atmosféricos (RA) no convertidos que hierven a una temperatura sustancialmente superior a 350°C cuyos rendimientos relativos a la carga fresca y la calidad se dan en la Tabla 5 a continuación.

20

Tabla 5: rendimientos y calidades de los efluentes de la sección de fraccionamiento

Fracción		Residuo atmosférico no convertido
Rendimiento en relación con la carga fresca (1)	% en peso	58,4
Densidad		0,9678
Carbón Conradson	% en peso	9,55
Asfaltenos C ₇	% en peso	4,0
Níquel + vanadio	ppm	41,5
Nitrógeno	ppm	5885
Azufre	% en peso	0,7849
Sedimentos (IP-375)	% en peso	0,54

25 Rendimientos globales

Con este esquema convencional, para una velocidad espacial global por hora (WH) de 0,3 h⁻¹, la conversión total del

corte pesado 540°C+ es del 75,4% en peso y el contenido de sedimento (IP-375) en el corte pesado residual no convertido RA es del 0,54% en peso.

5 Ejemplo 2 (según la invención): Esquema según la invención a baja velocidad espacial por hora (WH global = 0,089 h⁻¹) y a baja temperatura

En este ejemplo, la presente invención se ilustra en un esquema de procedimiento con dos reactores en lecho burbujeante dispuestos en serie, operados a baja velocidad espacial por hora (WH) y a baja temperatura y con una sección de separación.

10 Sección a) de hidroconversión

15 La nueva carga de la Tabla 1 se envía completamente en una sección de hidroconversión (A) en presencia de hidrógeno, comprendiendo dicha etapa un reactor trifásico que contiene un catalizador de hidroconversión de NiMo/alúmina que tiene un contenido de NiO del 4% en peso y un contenido de MoO₃ del 9% en peso, expresándose los porcentajes en relación con la masa total del catalizador. La sección funciona en lecho burbujeante con una corriente ascendente de líquido y de gas.

20 Las condiciones aplicadas en la etapa de hidroconversión (A) se presentan en la Tabla 6.

Tabla 6: Condiciones de funcionamiento

Sección		A
P total	MPa	16
Temperatura	°C	410
Cantidad de hidrógeno	Nm ³ /m ³	1000

25 Estas condiciones de operación permiten obtener un efluente líquido con un contenido reducido de carbón Conradson, en metales y en azufre.

Sección de separación

30 El efluente líquido hidroconvertido se envía luego a una sección de separación de intersecciones (B) compuesta por un único separador de gas/líquido que funciona a la presión y temperatura de los reactores de la primera sección de hidroconversión. Una fracción ligera y una así llamada fracción pesada se separan así. La fracción ligera se compone principalmente de moléculas con un punto de ebullición inferior a 350°C y la denominada fracción pesada se compone principalmente de moléculas de hidrocarburos que hierven a una temperatura superior a 350°C.

35 Sección c) de hidroconversión

La caracterización de la fracción pesada enviada a la segunda sección de hidroconversión (C) se presenta en la Tabla 7.

Tabla 7: composición de la carga de la sección de hidroconversión en lecho burbujeante (C)

Carga de la etapa		C
Carga		Fracción pesada
Densidad		0,9665
Carbón Conradson	% en peso	10,57
Asfaltenos C ₇	% en peso	3,6
Asfaltenos C ₅	% en peso	4,2
Níquel + vanadio	ppm	65,7
Nitrógeno	ppm	5680
Azufre	% en peso	1,030

40 En este esquema de acuerdo con la presente invención, la fracción pesada (5) se envía sola y completamente en una segunda sección de hidroconversión (C) en presencia de hidrógeno (6), comprendiendo dicha etapa un reactor

trifásico que contiene un catalizador de hidroconversión de NiMo/alúmina que tiene un contenido de NiO del 4% en peso y un contenido de MoO₃ del 9% en peso, expresándose los porcentajes en relación con la masa total del catalizador. La sección funciona en lecho burbujeante con una corriente ascendente de líquido y de gas.

5 Las condiciones aplicadas en la etapa de hidroconversión (C) se presentan en la Tabla 8.

Tabla 8: condiciones de funcionamiento

Sección		C
P total	MPa	15,6
Temperatura	°C	410
Cantidad de hidrógeno	Nm ³ /m ³	560

Sección de fraccionamiento

10 El efluente de la etapa de hidroconversión (C) se envía a una sección de fraccionamiento (D) compuesta de una destilación atmosférica a partir de la cual se recupera una fracción ligera (8) que hierve a una temperatura sustancialmente inferior a 350°C y una fracción pesada de residuos atmosféricos (RA) no convertidos que hierven a una temperatura sustancialmente superior a 350°C cuyos rendimientos relativos a la carga fresca y la calidad se dan en la Tabla 9 a continuación.

15

Tabla 9: rendimientos y calidades de los efluentes de la sección de fraccionamiento

Fracción		Residuo atmosférico no convertido
Rendimiento en relación con la carga fresca (1)	% en peso	54,0
Densidad		0,9590
Carbón Conradson	% en peso	7,42
Asfaltenos C ₇	% en peso	2,1
Níquel + vanadio	ppm	10,3
Nitrógeno	ppm	5305
Azufre	% en peso	0,4684
Sedimentos (IP-375)	% en peso	0,15

Rendimientos globales

20 Con este esquema de acuerdo con la invención en WH total = 0,089 h⁻¹, la conversión total del corte pesado 540°C+ es del 75,3% en peso y el contenido de sedimentos (IP-375) en el corte pesado residual RA no convertido es solo del 0,15% en peso. En comparación con el esquema convencional tratado en el Ejemplo 1, los rendimientos de purificación son mayores para un nivel de conversión del corte pesado de 540°C+ casi idéntico. La estabilidad de los efluentes líquidos de conversión ha mejorado mucho.

25

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de conversión de una carga pesada de hidrocarburos, donde dicho procedimiento comprende las siguientes etapas:
- 5 a) una etapa de hidroconversión de la carga pesada de hidrocarburos en presencia de hidrógeno en al menos uno o más reactores trifásicos dispuestos en serie o en paralelo, que contienen al menos un catalizador de hidroconversión, donde la etapa a) de hidroconversión se lleva a cabo bajo una presión absoluta comprendida entre 2 y 35 MPa, una temperatura comprendida entre 300 y 550°C, y bajo una cantidad de hidrógeno mezclado con la
- 10 carga comprendida entre 50 y 5000 metros cúbicos normales (Nm³) por metro cúbico (m³) de carga, para obtener un efluente líquido con un contenido reducido de carbón Conradson, metales, azufre y nitrógeno,
- b) una o más etapas opcionales de separación del efluente de la etapa a) que permite obtener al menos una fracción líquida ligera que hierve a una temperatura inferior a 350°C y una fracción líquida pesada que hierve a una
- 15 temperatura superior a 350°C,
- c) una etapa de hidroconversión del efluente líquido resultante de la etapa a) de hidroconversión en el caso en que no se lleve a cabo la etapa b) de separación, o la fracción líquida pesada resultante de la etapa b) de separación cuando dicha etapa b) se lleva a cabo, en presencia de hidrógeno en al menos uno o más reactores trifásicos
- 20 dispuestos en serie o en paralelo, que contienen al menos un catalizador de hidroconversión, donde la etapa c) de hidroconversión se lleva a cabo bajo una presión absoluta comprendida entre 2 y 38 MPa, a una temperatura comprendida entre 300 y 550°C, y bajo una cantidad de hidrógeno comprendida entre 50 y 5000 metros cúbicos normales (Nm³) por metro cúbico (m³) de carga líquida tomada en condiciones estándar de temperatura y presión,
- 25 en cuyo procedimiento la velocidad espacial total por hora utilizada está comprendida entre 0,05 y 0,09 h⁻¹, y en el que
- el catalizador de hidroconversión de la etapa a) y de la etapa c) es un catalizador que comprende un soporte de
- 30 alúmina y al menos un metal del Grupo VIII seleccionado de níquel y cobalto, donde dicho elemento del Grupo VIII se usa en combinación con al menos un metal del Grupo VIB seleccionado de molibdeno y tungsteno, y se utiliza en forma de extrudidos o perlas.
2. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, en donde el efluente de la etapa c) de hidroconversión se somete al menos en parte a una o más etapas d) de fraccionamiento para separar los efluentes en diferentes puntos
- 35 de corte.
3. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, en donde la carga contiene fracciones de hidrocarburos de las cuales al menos el 80% en peso tiene una temperatura de ebullición superior a 300°C, residuos atmosféricos y/o residuos de vacío, residuos atmosféricos y/o de vacío resultantes del hidrot ratamiento, del
- 40 hidro craqueo y/o de la hidroconversión, destilados al vacío frescos o refinados, cortes que provienen de una unidad de craqueo como el FCC, coquización o viscorreducción, cortes aromáticos extraídos de una unidad de producción de lubricantes, aceites desasfaltados de una unidad de desasfaltado, asfaltos de una unidad de desasfaltado o cargas de hidrocarburos similares, o una combinación de estas cargas frescas y/o efluentes refinados o residuos o destilados de licuefacción directa de carbón, o residuos o destilados de pirólisis de carbón o aceites de esquisto, o
- 45 incluso una fracción residual resultante de la licuefacción directa de la biomasa lignocelulósica sola o mezclada con carbón y/o una fracción de petróleo fresca y/o refinada.
4. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, en donde la etapa a) o la etapa c) se lleva a cabo bajo una presión absoluta comprendida entre 5 y 25 MPa, a una temperatura comprendida entre 350 y
- 50 500°C.
5. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, en donde el contenido de níquel en el catalizador de hidroconversión de la etapa a) está comprendido entre el 0,5 y el 10% expresado en peso de óxido de níquel (NiO) y el contenido de molibdeno está comprendido entre el 1 y el 30% expresado en peso de trióxido de
- 55 molibdeno (MoO₃).
6. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, en donde la etapa b) de separación se realiza mediante uno o más balones de flash en serie.
- 60 7. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 2 a 6, en donde el efluente de la etapa c) de hidroconversión se somete al menos en parte a una o más etapas d) de fraccionamiento que permiten separar el efluente en diferentes puntos de corte, y en donde la fracción líquida ligera separada de la etapa b) se envía a la etapa d) fraccionamiento.

Figura 1

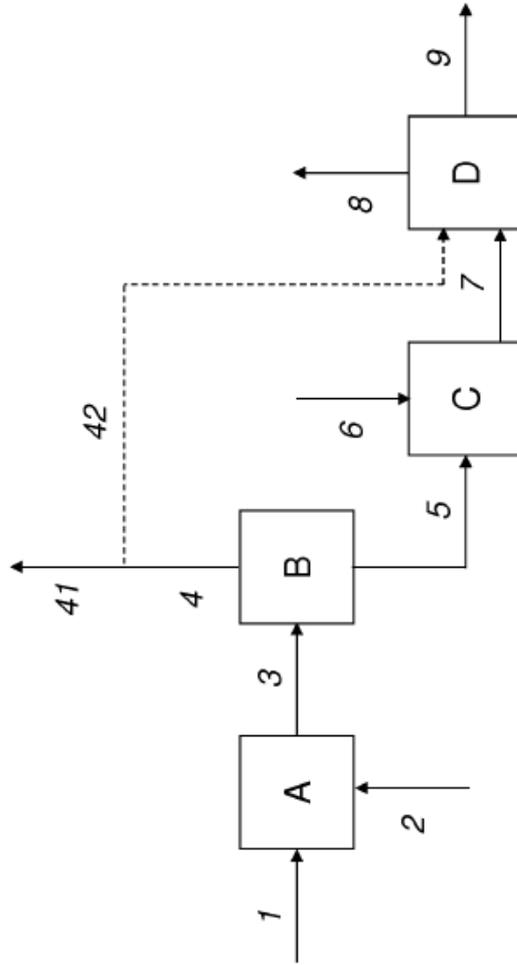


Figura 2

