

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 687 984**

51 Int. Cl.:

C10G 65/12 (2006.01)

C10G 65/14 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **13.03.2013 PCT/US2013/030808**

87 Fecha y número de publicación internacional: **03.10.2013 WO13148194**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **13.03.2013 E 13768876 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **01.08.2018 EP 2831207**

54 Título: **Proceso para la producción de diésel a partir de una corriente de hidrocarburos**

30 Prioridad:

29.03.2012 US 201213433726

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

30.10.2018

73 Titular/es:

**UOP LLC (100.0%)
25 East Algonquin Road P.O. Box 5017
Des Plaines, Illinois 60017-5017, US**

72 Inventor/es:

**ZIMMERMAN, PAUL R. y
KOKAYEFF, PETER**

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 687 984 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 para la producción de diésel a partir de una corriente de hidrocarburos

5 **CAMPO DE LA INVENCION**

El campo de la invención es la producción de diésel mediante hidrotratamiento e hidrocrqueo.

10 **ANTECEDENTES DE LA INVENCION**

10 Hidrocrqueo se refiere a un proceso en el que los hidrocarburos se rompen en presencia de hidrógeno y catalizador en hidrocarburos de menor peso molecular. Dependiendo de la producción deseada, la unidad de hidrocrqueo puede contener uno o más lechos del mismo o diferentes catalizadores. El hidrocrqueo es un proceso que se usa para romper alimentaciones de hidrocarburo tales como gasóleo de vacío (VGO) en diésel incluyendo queroseno y combustibles de motor de gasolina.

15 El hidrocrqueo suave se usa generalmente corriente arriba de un craqueo catalítico fluido (FCC) u otra unidad de proceso para mejorar la calidad de un petróleo no convertido que se puede alimentar a la unidad corriente abajo, mientras que se convierte parte de la alimentación en productos más ligeros tales como diésel. A medida que la demanda mundial de combustible de motor diésel crece con respecto al combustible de motor de gasolina, se está considerando el hidrocrqueo suave para polarizar el escalado de producto en favor del diésel a expensas de la gasolina. El hidrocrqueo suave se puede operar con menos severidad que el hidrocrqueo de conversión parcial o total para equilibrar la producción de diésel con la unidad FCC, que se usa principalmente para hacer nafta. El hidrocrqueo de conversión parcial o total se usa para producir diésel con menos rendimiento de petróleo sin convertir que se puede alimentar a una unidad corriente abajo.

20 Debido a las preocupaciones medioambientales y a las recientes reglas y regulaciones decretadas, el diésel a la venta debe cumplir límites de contaminantes cada vez menores, tales como azufre y nitrógeno. Las nuevas regulaciones requieren la retirada básicamente completa del azufre del diésel. Por ejemplo, el requisito de diésel con azufre ultra bajo (ULSD) es por lo general menos de 10 wppm de azufre.

25 El hidrotratamiento se refiere a un proceso en el que se saturan las olefinas y los compuestos aromáticos y se retiran los heteroátomos, tales como azufre, nitrógeno y metales de la materia prima de hidrocarburo sobre un catalizador en presencia de hidrógeno. El hidrotratamiento es una etapa esencial en la producción de ULSD.

30 Por lo tanto, existe la continua necesidad de métodos mejorados de producción de más diésel a partir de materias primas de hidrocarburo que gasolina. Tales métodos pueden asegurar que el producto de diésel cumpla requisitos de producto cada vez más restrictivos.

35 El documento de Patente US 6315889 desvela un proceso de hidrocrqueo en un solo paso de baja conversión.

BREVE SUMARIO DE LA INVENCION

40 En una realización de proceso, la invención comprende un proceso de acuerdo con la reivindicación 1.

45 También se desvela un proceso para la producción de diésel a partir de una corriente de hidrocarburos que comprende el hidrotratamiento de una corriente de hidrocarburos en presencia de una corriente de hidrógeno de hidrotratamiento y un catalizador de hidrotratamiento para proporcionar una corriente de efluente de hidrotratamiento. La corriente de efluente de hidrotratamiento se separa en una corriente de efluente de hidrotratamiento vaporoso que comprende hidrógeno y una corriente de efluente de hidrotratamiento líquido. La corriente de efluente de hidrotratamiento vaporoso se comprime para proporcionar una corriente de hidrógeno comprimido. Se toma una corriente de hidrógeno de hidrocrqueo de la corriente de hidrógeno comprimido. La corriente de efluente de hidrotratamiento líquido se fracciona para proporcionar diésel y una corriente más pesada. Finalmente, el diésel y la corriente más pesada se hidrocrquean en presencia de la corriente de hidrógeno de hidrocrqueo y el catalizador de hidrocrqueo para proporcionar una corriente de efluente de hidrocrqueo.

50 También se desvela un proceso para la producción de diésel a partir de una corriente de hidrocarburos que comprende el hidrotratamiento de una corriente de hidrocarburos en presencia de una corriente de hidrógeno de hidrotratamiento y un catalizador de hidrotratamiento para proporcionar una corriente de efluente de hidrotratamiento. La corriente de efluente de hidrotratamiento se separa en una corriente de efluente de hidrotratamiento vaporoso que comprende hidrógeno y una corriente de efluente de hidrotratamiento líquido. La corriente de efluente de hidrotratamiento líquido se fracciona para proporcionar una corriente de diésel. La corriente de diésel se hidrocrquea en presencia de la corriente de hidrógeno de hidrocrqueo y el catalizador de hidrocrqueo a una presión de 6,9 MPa (manométrica) (1000 psig) a 11,0 MPa (manométrica) (1600 psig) para proporcionar una corriente de efluente de hidrocrqueo. Finalmente, la corriente de efluente de hidrocrqueo se fracciona para proporcionar una corriente de diésel de bajo contenido en azufre.

5 hidrocrqueo. La corriente de efluente de hidrocrqueo se separa en una corriente de efluente de hidrocrqueo vaporoso que comprende hidrógeno y una corriente de efluente de hidrocrqueo líquido. La corriente de efluente de hidrocrqueo vaporoso se mezcla con la corriente de efluente de hidrotratamiento. Finalmente, una corriente que comprende efluente de hidrocrqueo líquido se fracciona para proporcionar una corriente de diésel de bajo contenido en azufre.

10 También se desvela un aparato para la producción de diésel a partir de una corriente de hidrocarburos que comprende un reactor de hidrotratamiento para el hidrotratamiento de una primera corriente de hidrocarburos en presencia de una corriente de hidrógeno de hidrotratamiento y un catalizador de hidrotratamiento para proporcionar una corriente de efluente de hidrotratamiento. Una columna de fraccionamiento de hidrotratamiento está en comunicación con el reactor de hidrotratamiento para el fraccionamiento de una corriente de efluente de hidrotratamiento líquido. Un reactor de hidrocrqueo es para el hidrocrqueo de una segunda corriente de hidrocarburo en presencia de una corriente de hidrógeno de hidrocrqueo y un catalizador de hidrocrqueo para proporcionar una corriente de efluente de hidrocrqueo. Un separador de hidrocrqueo está en comunicación con el reactor de hidrocrqueo para la separación de la corriente de efluente de hidrocrqueo vaporoso que comprende hidrógeno y una corriente de efluente de hidrocrqueo líquido y una línea de efluente de hidrotratamiento en comunicación con el separador de hidrocrqueo para la mezcla de la corriente de efluente de hidrocrqueo vaporoso que comprende hidrógeno con la corriente de efluente de hidrotratamiento.

20 También se desvela un aparato para la producción de diésel a partir de la corriente hidrocarburos que comprende un reactor de hidrotratamiento para el hidrotratamiento de una primera corriente de hidrocarburos en presencia de una corriente de hidrógeno de hidrotratamiento y un catalizador de hidrotratamiento para proporcionar una corriente de efluente de hidrotratamiento. Una columna de fraccionamiento de hidrotratamiento está en comunicación con el reactor de hidrotratamiento para el fraccionamiento de una corriente de efluente de hidrotratamiento líquido. Un reactor de hidrocrqueo está en comunicación con la columna de fraccionamiento de hidrotratamiento para el hidrocrqueo de una segunda corriente de hidrocarburo en presencia de una corriente de hidrógeno de hidrocrqueo y un catalizador de hidrocrqueo para proporcionar una corriente de efluente de hidrocrqueo. Un separador de hidrocrqueo está en comunicación con el reactor de hidrocrqueo para la separación de la corriente de efluente de hidrocrqueo vaporoso que comprende hidrógeno y una corriente de efluente de hidrocrqueo líquido. Una línea de efluente de hidrotratamiento está en comunicación con el separador de hidrocrqueo para la mezcla de la corriente de efluente de hidrocrqueo vaporoso que comprende hidrógeno con la corriente de efluente de hidrotratamiento.

35 También se desvela un aparato para la producción de diésel a partir de una corriente de hidrocarburos que comprende un reactor de hidrotratamiento para el hidrotratamiento de una primera corriente de hidrocarburos en presencia de una corriente de hidrógeno de hidrotratamiento y un catalizador de hidrotratamiento para proporcionar una corriente de efluente de hidrotratamiento. Una columna de fraccionamiento de hidrotratamiento está en comunicación con el reactor de hidrotratamiento para el fraccionamiento de una corriente de efluente de hidrotratamiento líquido. Un reactor de hidrotratamiento es para el hidrocrqueo de una segunda corriente de hidrocarburos en presencia de una corriente de hidrógeno de hidrocrqueo y un catalizador de hidrocrqueo para proporcionar una corriente de efluente de hidrocrqueo. Un separador de hidrocrqueo está en comunicación con el reactor de hidrocrqueo para la separación de la corriente de efluente de hidrocrqueo en una corriente de efluente de hidrocrqueo vaporoso y una corriente de efluente de hidrocrqueo líquido. Finalmente, una línea de efluente de hidrotratamiento está en comunicación con el separador de hidrocrqueo para la mezcla de la corriente de efluente de hidrocrqueo vaporoso que comprende hidrógeno con la corriente de efluente de hidrotratamiento.

50 La presente invención mejora en gran medida la capacidad para conseguir diésel de contenido ultrabajo en azufre (ULSD) mediante la separación del catalizador de hidrotratamiento y el catalizador de hidrocrqueo en etapas separadas. La primera unidad de hidrotratamiento va seguida por fraccionamiento. El hidrogenosulfuro y el amoniaco se retiran, junto con la nafta y los extremos ligeros, de la corriente de diésel antes de que se alimente a la unidad de hidrocrqueo. Esto permite que el reactor de hidrocrqueo opere en un entorno más limpio más favorable para la conversión de azufre que permite la consecución de ULSD. Alternativamente, se usa un separador de hidrocrqueo para promover el producto hidrocrqueado vaporoso que se procesa con los productos de hidrotratamiento.

55 BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS

La Figura 1 es un diagrama de flujo de proceso simplificado de una realización de la presente invención.

La Figura 2 es un diagrama de flujo de proceso simplificado de una realización alternativa de la presente invención.

60 DEFINICIONES

El término "comunicación" significa que se permite operativamente el flujo de material entre los componentes enumerados.

La expresión "comunicación corriente abajo" significa que al menos una parte del material que fluye al sujeto en comunicación corriente abajo puede fluir operativamente desde el objeto que comunica.

5 La expresión "comunicación corriente arriba" significa que al menos una parte del material que fluye desde el sujeto en comunicación corriente arriba puede fluir operativamente al objeto que comunica.

10 El término "columna" significa una columna o columnas de destilación para la separación de uno o más componentes de diferentes volatilidades. A menos que se indique de otro modo, cada columna incluye un condensador sobre una cabecera de la columna para condensar y calentar a reflujo una parte de una corriente de cabecera de vuelta hacia la parte superior de la columna y un evaporador en el fondo de la columna para vaporizar y enviar una parte de la corriente de fondo de vuelta al fondo de la columna. Sin embargo, las columnas que evaporan con vapor no incluyen por lo general un evaporador, pero pueden hacerlo. Las alimentaciones de las columnas se pueden calentar previamente. La presión de la parte superior es la presión del vapor de cabecera en el puerto de salida de vapor de la columna. La temperatura del fondo es la temperatura del puerto de salida del fondo del líquido. 15 Las líneas de cabecera y las líneas de fondo se refieren a las líneas netas desde la columna corriente arriba del reflujo o el evaporador a la columna.

20 Como se usa en el presente documento, los puntos de ebullición se refieren al punto de ebullición verdadero. La expresión "punto de ebullición verdadero" (TBP) significa un método de ensayo para la determinación del punto de ebullición de un material que corresponde a la norma ASTM D2892 para la producción de un gas licuado, fracciones de destilado, un residuo de calidad estandarizada del que se pueden obtener datos analíticos, y la determinación de rendimientos de las fracciones anteriores tanto en masa como en volumen a partir de los cuales se produce un gráfico de temperatura frente a % en masa de destilado usando quince platos teóricos en una columna con una relación de reflujo de 5:1. 25

Como se usa en el presente documento, el término "conversión" significa la conversión de alimentación en material que ebulle a o por debajo del intervalo de ebullición del diésel. El punto de corte del intervalo de ebullición del diésel es entre 343 °C y 399 °C (650 °F a 750 °F) usando el método de destilación del punto de ebullición verdadero.

30 Como se usa en el presente documento, la expresión "intervalo de ebullición de diésel" significa los hidrocarburos que ebulen en el intervalo entre 132 °C y 399 °C (270 °F a 750 °F) usando el método de destilación de punto de ebullición verdadero.

DESCRIPCIÓN DETALLADA

35 Los reactores de hidrocrqueo suave (MHC) procesan por lo general VGO y producen alimentación de FCC y destilado como productos principales. Dado que los reactores de MHC se operan por lo general a una conversión de baja a moderada y a presiones menores que los hidrocrqueadores de conversión total, el producto destilado de las unidades de MHC puede tener un alto contenido en azufre tal como 20 - 150 wppm debido a que el entorno del reactor de MHC tiene una alta concentración de hidrogenosulfuro. Además, la alta concentración de amoníaco en el reactor de MHC reduce la actividad de hidrocrqueo requiriendo mayores temperaturas de operación limitando además la conversión de azufre. Como resultado, el diésel del reactor de MHC se debe tratar en un hidrotrotador de destilado para conseguir ULSD. El procesamiento extra se añade al capital y los costes de operación. 40

45 La presente invención separa el reactor de hidrotrotamiento y el reactor de hidrocrqueo en etapas separadas. El reactor de hidrotrotamiento va seguido por la evaporación y fraccionamiento de productos más ligeros. El hidrogenosulfuro y el amoníaco se retiran, junto con la nafta y los extremos ligeros, de la corriente de diésel antes de que se alimente al reactor de hidrocrqueo. Esto permite que el reactor de hidrocrqueo opere en un entorno más limpio más favorable para romper el material de intervalo de destilado y para la conversión de azufre que permite la producción de ULSD. 50

55 El aparato y el proceso 8 para la producción de diésel comprende una sección 10 de compresión, una unidad 12 de hidrotrotamiento, y una unidad 14 de hidrocrqueo. Se alimenta una primera alimentación de hidrocarburo a la unidad 12 de hidrotrotamiento para reducir el nitrógeno a niveles favorables para el hidrocrqueo, tales como 0-100 wppm de nitrógeno. Una cantidad significativa de azufre se convierte en hidrogenosulfuro y parte del VGO en la primera alimentación de hidrocarburo se convierte en diésel y productos más ligeros. Una corriente de diésel y productos más pesados se fracciona desde una columna 80 de fraccionamiento de hidrotrotamiento y se dirige a la unidad 14 hidrocrqueo para proporcionar ULSD.

60 Una corriente de hidrógeno de reposición en una línea 20 de hidrógeno de reposición se alimenta al menos a un compresor 10 que puede comprender un tren de uno o más compresores 10 en comunicación con la línea de hidrógeno de reposición para la compresión de la corriente de hidrógeno de reposición y proporciona una corriente de hidrógeno de reposición comprimido en la línea 22 de hidrógeno de reposición comprimido. La corriente de hidrógeno de reposición comprimido en la línea 22 de hidrógeno de reposición comprimido puede unirse a una primera corriente de hidrógeno reciclado comprimido que comprende hidrógeno en una primera línea 24 de división 65

como se describe posteriormente en el presente documento para proporcionar una corriente de hidrógeno de hidrot ratamiento en una línea 28 de hidrógeno de hidrot ratamiento.

La corriente de hidrógeno de hidrot ratamiento en la línea 28 de hidrógeno de hidrot ratamiento puede unirse a una primera corriente de alimentación de hidrocarburos en la línea 30 para proporcionar una corriente de alimentación de hidrot ratamiento en una primera línea 34 de alimentación de hidrocarburos. La primera corriente de alimentación de hidrocarburos se puede complementar con una alimentación conjunta desde la línea 32 de alimentación conjunta para unirse con la corriente de hidrógeno de hidrot ratamiento de la línea 28 de hidrógeno de hidrot ratamiento.

La primera corriente de alimentación de hidrocarburos se introduce en la línea 30 quizá a través de un tanque de compensación. En un aspecto, el proceso y el aparato que se describen en el presente documento son particularmente útiles para el hidrot ratamiento de una materia prima de hidrocarburo. Algunas materias primas de hidrocarburo ilustrativas incluyen corrientes de hidrocarburos que tienen componentes que ebul len por encima de 288 °C (550 °F), tal como gasóleos atmosféricos, VGO, residuos desasfaltados, de vacío y atmosféricos, destilados de coque, destilados de proceso directo, aceites desasfaltados de disolvente, aceites obtenidos a partir de pirólisis, aceites sintéticos de alto punto de ebullición, aceites de ciclo, alimentaciones hidrocraqueadas, destilados de craqueo catalítico, y similares. Las alimentaciones conjuntas adecuadas en la línea 32 de alimentación conjunta pueden incluir corrientes de diésel tales como destilados de coque, destilados de proceso directo, aceites de ciclo y destilados de craqueo catalítico que ebul len en el intervalo de 149 °C (300 °F) a 371 °C (700 °F). Estas materias primas de alimentación de hidrocarburo pueden contener de un 0,1 a un 4 % en peso de azufre.

Una materia prima de hidrocarburo adecuada es un VGO u otra fracción de hidrocarburos que tenga al menos un 50 por ciento en peso, y habitualmente al menos un 75 por ciento en peso, de sus componentes que ebul len a una temperatura por encima de 399 °C (750 °F). Un VGO habitual tiene normalmente un intervalo de punto de ebullición entre 315 °C (600 °F) y 565 °C (1050 °F).

Un reactor de hidrot ratamiento 36 está en comunicación corriente abajo con el al menos un compresor 10 sobre la línea 20 de hidrógeno de reposición y la primera línea 34 de alimentación de hidrocarburo. La primera corriente de hidrocarburo que comprende una corriente de alimentación de hidrot ratamiento en la primera línea 34 de alimentación de hidrocarburo puede ser un intercambiador de calor con una corriente de efluente de hidrot ratamiento en la línea 38 y se calienta además en un quemador 35 antes de entrar en el reactor 36 de hidrot ratamiento para la primera corriente de hidrocarburo.

El hidrot ratamiento es un proceso en el que el gas hidrógeno se pone en contacto con el hidrocarburo en presencia de catalizadores adecuados que son principalmente activos para la retirada de heteroátomos, tales como azufre, nitrógeno y metales de la materia prima de hidrocarburo. En el hidrot ratamiento, los hidrocarburos con dobles y triples enlaces se pueden saturar. Los compuestos aromáticos también se pueden saturar. Algunos procesos de hidrot ratamiento se diseñan específicamente para saturar compuestos aromáticos. El punto de turbidez del producto hidrot ratado también se puede reducir.

El reactor 36 de hidrot ratamiento puede comprender más de un vaso y múltiples lechos de catalizador. El reactor 36 de hidrot ratamiento de la Figura 1 tiene tres lechos en un vaso de reactor, pero pueden ser adecuados más o menos lechos. Son preferentes de dos a cuatro lechos de catalizador en el reactor 36 de hidrot ratamiento. En el reactor de hidrot ratamiento, los hidrocarburos con heteroátomos se desmetalizan, se desulfuran y se desnitrógenan adicionalmente. El reactor de hidrot ratamiento también puede contener un catalizador de hidrot ratamiento que es adecuado para la saturación de compuestos aromáticos, hidrot ratamiento e hidroisomerización. Se contempla que uno o más lechos en el reactor 36 de hidrot ratamiento pueden ser un catalizador de hidrocrqueo para abrir anillos naftalénicos producidos a partir de los compuestos aromáticos saturados en un lecho de catalizador corriente arriba. El catalizador de hidrot ratamiento adecuado para una o más de las reacciones deseadas que se han mencionado anteriormente se puede cargar en cada uno de los lechos en el reactor de hidrot ratamiento. El hidrógeno de la línea 28 de hidrógeno de hidrot ratamiento también se puede alimentar al reactor 36 de hidrot ratamiento entre lechos de catalizador (no se muestra).

Los catalizadores de hidrot ratamiento adecuados para su uso en la presente invención son cualquier catalizador de hidrot ratamiento convencional conocido e incluyen los que están comprendidos por al menos un metal del Grupo VIII, preferentemente hierro, cobalto y níquel, más preferentemente cobalto y/o níquel y al menos un metal del Grupo VI, preferentemente molibdeno y tungsteno, sobre un material de soporte de alta área superficial, preferentemente alúmina. Otros catalizadores de hidrot ratamiento adecuados incluyen catalizadores zeolíticos, así como catalizadores de metal noble donde el metal noble se selecciona entre paladio y platino. Está dentro del alcance de la presente invención que se use más de un tipo de catalizador de hidrot ratamiento en el mismo reactor 36 de hidrot ratamiento. El metal del Grupo VIII está presente por lo general en una cantidad que varía de un 2 a un 20 % en peso, preferentemente de un 4 a un 12 % en peso. El metal del Grupo VI estará presente por lo general en una cantidad que varía de un 1 a un 25 % en peso, preferentemente de un 2 a un 25 % en peso.

Las condiciones de reacción de hidrot ratamiento preferentes incluyen una temperatura de 290 °C (550 °F) a 455 °C (850 °F), de forma adecuada de 316 °C (600 °F) a 427 °C (800 °F) y preferentemente de 343 °C (650 °F) a 399 °C (750 °F), una presión de 4,1 MPa (600 psig), preferentemente de 6,2 MPa (900 psig) a 13,1 MPa (1900 psig), una

5 velocidad espacial horaria de líquido de la materia prima de hidrocarburo reciente de 0,5 h⁻¹ a 4 h⁻¹, preferentemente de 1,5 a 3,5 h⁻¹, y una tasa de hidrógeno de 168 a 1.011 Nm³/m³ de petróleo (1.000-6.000 scf/bbl), preferentemente de 168 a 674 Nm³/m³ de petróleo (1.000-4.000 scf/bbl) para alimentación diésel, con un catalizador de hidrot ratamiento o una combinación de catalizadores de hidrot ratamiento. La unidad 12 de hidrot ratamiento se puede integrar con la unidad 14 de hidrocraqueo, de un modo tal que las dos operen a la misma presión teniendo en cuenta una caída de presión normal.

10 La primera alimentación de hidrocarburo que se hace pasar a través del reactor 36 de hidrot ratamiento se reduce en nitrógeno a niveles favorables para el hidrocraqueo y también convierte una cantidad significativa de azufre orgánico. Además, el reactor de hidrot ratamiento convierte parte de la primera corriente de alimentación de hidrocarburo en diésel y productos más ligeros. Un efluente de hidrot ratamiento sale del reactor 38 de hidrot ratamiento en la línea 38. Al menos una parte de la corriente 38 de efluente de hidrot ratamiento se puede fraccionar corriente abajo del reactor 36 de hidrot ratamiento para producir una corriente de diésel en la línea 86.

15 El efluente de hidrot ratamiento en la línea 38 se puede intercambiar térmicamente con la línea de hidrot ratamiento en la línea 34. En una realización, una corriente de efluente de hidrocraqueo vaporoso en la línea 98 de cabecera de separador de hidrocraqueo que se describirá posteriormente en el presente documento puede unirse a la corriente de efluente de hidrot ratamiento en la línea 38 de efluente de hidrot ratamiento y procesarse conjuntamente. En una realización adicional, la corriente mixta de efluente de hidrot ratamiento y efluente de hidrocraqueo vaporoso en la línea 39 de mezcla se puede suministrar a un separador 40 de hidrot ratamiento. En una realización, la corriente mixta en la línea 39 de mezcla se puede enfriar antes de que entre en el separador 40 de hidrot ratamiento. El separador 40 de hidrot ratamiento está en comunicación corriente abajo con el reactor 36 de hidrot ratamiento. Además, la corriente de efluente de hidrocraqueo vaporoso puede unirse al efluente de hidrot ratamiento en la línea 38 corriente arriba del separador 40 de hidrot ratamiento. El separador de hidrot ratamiento se puede operar de 46 °C (115 °F) a 63 °C (145 °F) y justo por debajo de la presión del reactor 36 de hidrot ratamiento respondiendo a la caída de presión para mantener el hidrógeno y los gases ligeros tales como hidrogenosulfuro y amoníaco en la cabecera y normalmente los hidrocarburos líquidos en el fondo. Por lo tanto, el separador de hidrot ratamiento puede ser un separador frío. El separador 40 de hidrot ratamiento separa la corriente de efluente de hidrot ratamiento en la línea 39 para proporcionar una corriente de efluente de hidrot ratamiento vaporoso que en una realización comprende el efluente de hidrocraqueo vaporoso de la línea 98 comprendiendo ambos hidrógeno en una línea 42 de cabecera de separador de hidrot ratamiento y una corriente de efluente de hidrot ratamiento líquido en una línea 44 de fondo de separador de hidrot ratamiento. El separador de hidrot ratamiento también tiene un cuerpo para recoger la fase líquida en la línea 46.

35 La corriente 44 de efluente de hidrot ratamiento líquido se puede evaporar instantáneamente en el tambor 48 de evaporado instantáneo de hidrot ratamiento que se puede operar a la misma temperatura que el separador 40 de hidrot ratamiento pero a una presión menor de entre 1,4 MPa y 3,1 MPa (manométrica) (200-450 psig) para proporcionar una corriente de líquido ligero en la línea 62 de fondo de la corriente de efluente de hidrocraqueo líquido y una corriente de extremos ligeros en una línea 64 de cabecera. La corriente acuosa en la línea 46 del cuerpo del separador 40 de hidrot ratamiento también se puede dirigir al tambor 48 de evaporado instantáneo de hidrot ratamiento. Una corriente acuosa de evaporado instantáneo se retira de un cuerpo en el tambor 48 de evaporado instantáneo de hidrot ratamiento en la línea 66. La corriente de líquido de evaporado instantáneo en la línea 62 de fondo que comprende efluente hidrot ratado líquido se puede fraccionar en una columna 80 de fraccionamiento de hidrot ratamiento.

45 La corriente de líquido de evaporado instantáneo de hidrot ratamiento se puede evaporar en primer lugar en una columna de evaporación de hidrot ratamiento antes de que se fraccione en la columna 80 de fraccionamiento de hidrot ratamiento para retirar una mayor cantidad de los gases ligeros del efluente de hidrot ratamiento líquido. La corriente de líquido de evaporado instantáneo de hidrot ratamiento de la línea 62 de fondo se puede calentar y alimentar a la columna 70 de evaporación de hidrot ratamiento. La corriente de líquido de evaporado instantáneo de hidrot ratamiento que es una corriente de efluente de hidrot ratamiento líquido se puede evaporar con vapor de la línea 72 para proporcionar una corriente de extremos ligeros de hidrógeno, hidrogenosulfuro, amoníaco, vapor y otros gases en una línea 74 de cabecera. Una parte de la corriente de extremos ligeros se puede condensar y calentar a refluj o en la columna 70 de evaporación de hidrot ratamiento. La columna 70 de evaporación de hidrot ratamiento se puede operar con una temperatura de fondo entre 232 °C (450 °F) y 288 °C (550 °F) y una presión de cabecera de 690 kPa (100 psig) a 1034 kPa (manométrica) (150 psig). Una corriente de fondo hidrot ratada evaporada que comprende efluente hidrot ratado líquido en la línea 76 de fondo se puede retirar de un fondo de la columna 70 de evaporación de hidrot ratamiento, se puede calentar en un quemador 73 y se puede alimentar a la columna 80 de fraccionamiento de hidrot ratamiento.

60 La columna 80 de fraccionamiento también puede evaporar la corriente de fondo hidrot ratada con vapor de la línea 82 para proporcionar una corriente de nafta de cabecera en la línea 84. La corriente de nafta de cabecera en la línea 84 puede requerir procesamiento adicional antes de que se mezcle con la mezcla de gasolina. Puede requerir en primer lugar reforma catalítica para mejorar el índice de octano. El catalizador de reformado puede no requerir que la nafta de cabecera se desulfure adicionalmente en un hidrot ratador de nafta antes del reformado. La columna 80 de fraccionamiento de hidrot ratamiento fracciona el efluente de hidrot ratamiento líquido para proporcionar una corriente

de fondo hidrotratada que comprende una corriente de diésel y productos más pesados que tienen un punto de ebullición inicial de 121 °C (250 °F), preferentemente de 177 °C (350 °F) a 288 °C (550 °F) en la línea 86 y un contenido básicamente reducido en azufre y nitrógeno. La corriente de diésel y productos más pesados en la línea 86 se puede retirar de un puerto de salida 86a de diésel de la columna 80 de fraccionamiento de hidrotratamiento que puede estar en un fondo 88 de la columna de fraccionamiento de hidrotratamiento para procesamiento adicional. También se contempla que se pueda tomar un corte lateral adicional para proporcionar una corriente de diésel ligero o queroseno separada tomada por encima del fondo 88. Una parte de la corriente de nafta de cabecera en la línea 84 se puede condensar y calentar a reflujo en la columna 80 de fraccionamiento. La columna 80 de fraccionamiento de hidrotratamiento se puede operar con una temperatura de fondo entre 288 °C (550 °F) y 385 °C (725 °F), preferentemente entre 315 °C (600 °F) y 357 °C (675 °F) y a o cerca de la presión atmosférica. Una parte del fondo hidrocraqueada se puede volver a calentar y devolver a la columna 80 de fraccionamiento en lugar de usarse evaporación con vapor.

Una segunda corriente de hidrocarburo que puede comprender la corriente de diésel y productos más pesados en la línea 86 se puede unir con la segunda corriente de hidrógeno de hidrocrqueo en una segunda línea 56 de división de hidrógeno de la corriente de hidrógeno comprimido en la línea 52 de hidrógeno comprimido en la división 54 para proporcionar una corriente 90 de alimentación de hidrocrqueo. La corriente de diésel y productos más pesados en la línea 86 también se puede mezclar con una alimentación conjunta tal como una corriente de diésel que no se muestra. La corriente 90 de alimentación de hidrocrqueo se puede intercambiar térmicamente con el efluente de hidrocrqueo en la línea 94, se puede calentar adicionalmente en un quemador 91 y se puede dirigir a un reactor 92 de hidrocrqueo. Por lo tanto, el reactor de hidrocrqueo está en comunicación corriente abajo con el separador 40 de hidrotratamiento, el tambor 48 de evaporado instantáneo de hidrotratamiento y la columna 80 de fraccionamiento de hidrotratamiento, específicamente el fondo 88 y el puerto de salida 86a de diésel de la misma, la línea 52 de hidrógeno comprimido y el reactor 36 de hidrotratamiento. Además, el separador 40 de hidrotratamiento está en comunicación corriente arriba con cualquier reactor 92 de hidrocrqueo separado en el aparato y proceso 8. En el reactor 92 de hidrocrqueo, la corriente de diésel y productos más pesados se hidrocrquean en presencia de la corriente de hidrógeno de hidrocrqueo y el catalizador de hidrocrqueo para proporcionar una corriente de efluente de hidrocrqueo en la línea 94 de efluente de hidrocrqueo. En un aspecto, la totalidad de la corriente de hidrógeno de hidrocrqueo se toma de la corriente de hidrógeno comprimido en la línea 52 a través de la segunda línea 56 de división de hidrógeno.

Hidrocrqueo se refiere a un proceso en el que los hidrocarburos se rompen en presencia de hidrógeno en hidrocarburos de menor peso molecular. En el reactor 92 de hidrocrqueo, la conversión deseada de hidrocarburos más pesados en hidrocarburos en el intervalo de diésel se obtiene junto con la conversión del azufre orgánico remanente en la corriente de diésel y productos más pesados facilitada por el entorno limpio en el reactor.

El reactor 92 de hidrocrqueo puede comprender uno o más vasos, múltiples lechos de catalizador en cada vaso, y diversas combinaciones de catalizador de hidrotratamiento y catalizador de hidrocrqueo en uno o más vasos. En algunos aspectos, la reacción de hidrocrqueo proporciona la conversión total de al menos un 20 % en volumen y por lo general más de un 60 % en volumen de la alimentación de hidrocarburo en productos que ebulen por debajo del punto de corte de diésel. El reactor 92 de hidrocrqueo puede operar en conversión parcial de más de un 50 % en volumen o en conversión completa de al menos un 90 % volumen de la alimentación basado en la conversión total. Para maximizar el diésel, es eficaz la conversión completa. El primer vaso o lecho puede incluir catalizador de hidrotratamiento con el fin de desmetalizar, desulfurar o desnitrógenar la alimentación de hidrocrqueo. El hidrógeno de la segunda línea 56 de división de hidrógeno también se puede alimentar al reactor 92 de hidrocrqueo entre lechos de catalizador (no se muestra).

El reactor 92 de hidrocrqueo se puede operar en condiciones de hidrocrqueo suave. Las condiciones de hidrocrqueo suave proporcionarán de un 20 a un 60 % en volumen, preferentemente de un 20 a un 50 % en volumen, de conversión total de la alimentación de hidrocarburo en productos que ebulen por debajo del punto de corte de diésel. En el hidrocrqueo suave, los productos convertidos se polarizan en favor del diésel. En una operación de hidrocrqueo suave, el catalizador de hidrotratamiento tiene un papel de conversión tan grande como o mayor que el del catalizador de hidrocrqueo. La conversión a través del catalizador de hidrotratamiento puede ser una parte significativa de la conversión global. Si el reactor 92 de hidrocrqueo se destina a hidrocrqueo suave, se contempla que el reactor 92 de hidrocrqueo suave se pueda cargar con todos los lechos de catalizador de hidrotratamiento, todos los lechos de catalizador de hidrocrqueo, o algunos lechos de catalizador de hidrotratamiento y algunos lechos de catalizador de hidrocrqueo. En el último caso, los lechos de catalizador de hidrocrqueo pueden seguir por lo general a los lechos de catalizador de hidrotratamiento.

El reactor 92 de hidrocrqueo en la Figura 1 tiene dos lechos de catalizador en un vaso de reactor. Si se desea hidrocrqueo suave, se contempla que el primer lecho de catalizador comprenda catalizador de hidrotratamiento o catalizador hidrocrqueo y el último lecho de catalizador comprenda catalizador de hidrocrqueo. Si se prefiere hidrocrqueo parcial o total, se pueden usar más lechos de catalizador de hidrocrqueo que los que se usan en el hidrocrqueo suave.

En las condiciones de hidrocrqueo suave, la alimentación se convierte de forma selectiva en productos pesados tales como diésel y queroseno con un bajo rendimiento de hidrocarburos más ligeros tales como nafta y gas. La presión también se modera para limitar la hidrogenación del producto de fondo hasta un nivel óptimo para procesamiento corriente abajo.

En un aspecto, por ejemplo, cuando se prefiere un equilibrio de destilado medio y gasolina en el producto convertido, se puede llevar a cabo un hidrocrqueo suave en el reactor 92 de hidrocrqueo con catalizadores de hidrocrqueo que utilizan bases de sílice amorfa-alúmina o bases de zeolita de bajo nivel combinadas con uno o más componentes de hidrogenación de metales del grupo VIII o el grupo VIB. En otro aspecto, cuando se prefiere significativamente un destilado medio en el producto convertido sobre la producción de gasolina, se puede llevar a cabo un hidrocrqueo parcial o total en el reactor 92 de hidrocrqueo con un catalizador que comprende, en general, cualquier base de craqueo de zeolita cristalina sobre la que se deposita un componente de hidrogenación de metal del grupo VIII. Se pueden seleccionar componentes de hidrogenación adicionales entre el grupo VIB por incorporación a la base de zeolita.

Las bases de craqueo de zeolita se denominan en ocasiones en la técnica tamices moleculares y están compuestas habitualmente por sílice, alúmina y uno o más cationes intercambiables tales como sodio, magnesio, calcio, metales de tierras raras, etc. Se caracterizan además por poros cristalinos de diámetro relativamente uniforme entre 4 y 14 Angstroms (10^{-10} metros). Es preferente emplear zeolitas que tengan una relación molar de sílice/alúmina relativamente alta entre 3 y 12. Las zeolitas adecuadas que se encuentran en la naturaleza incluyen, por ejemplo, mordenita, estilbita, heulandita, ferrierita, dachiardita, chabazita, erionita y faujasita. Las zeolitas sintéticas adecuadas incluyen, por ejemplo, los tipos cristalinos B, X, Y y L, por ejemplo, faujasita y mordenita sintéticas. Las zeolitas preferentes son las que tienen diámetros de poro cristalino entre 8-12 Angstroms (10^{-10} metros), en las que la proporción molar de sílice/alúmina es de 4 a 6. Un ejemplo de una zeolita que entra dentro del grupo preferente es tamiz molecular Y sintético.

Las zeolitas de origen natural se encuentran normalmente en una forma de sodio, una forma de metal alcalinotérreo, o formas mixtas. Las zeolitas sintéticas se preparan casi siempre en primer lugar en la forma de sodio. En cualquier caso, para su uso como base de craqueo es preferente que la mayoría o la totalidad de los metales monovalentes zeolíticos originales se puedan intercambiar con un metal polivalente y/o con una sal de amonio seguido de calentamiento para descomponer los iones de amonio asociados a la zeolita, dejando en su lugar iones de hidrógeno y/o sitios de intercambio que en realidad se han descationizado mediante la retirada adicional de agua. Las zeolitas Y de hidrógeno o "descationizadas" de esta naturaleza se describen más particularmente en el documento de Patente US 3.130.006.

Se pueden preparar zeolitas de metal polivalente-hidrógeno mixtas mediante intercambio iónico en primer lugar con una sal de amonio, a continuación intercambio parcial de vuelta con una sal de metal polivalente y a continuación calcinación. En algunos casos, tal como en el caso de mordenita sintética, se pueden preparar las formas de hidrógeno mediante tratamiento directo con ácido de las zeolitas de metal alcalino. En un aspecto, las bases de craqueo preferentes son aquellas que son al menos un 10 por ciento, y preferentemente al menos un 20 por ciento, deficientes en catión metálico, basado en la capacidad inicial de intercambio iónico. En otro aspecto, una clase deseable y estable de zeolitas es una en la que al menos un 20 por ciento de la capacidad de intercambio iónico se satisface mediante iones de hidrógeno.

Los metales activos que se emplean en las catálisis de hidrocrqueo preferentes de la presente invención como componentes de hidrogenación son los del Grupo VIII, es decir, hierro, cobalto, níquel, rutenio, rodio, paladio, osmio, iridio y platino. Además de estos metales, también se pueden emplear otros promotores junto con los mismos, incluyendo los metales del Grupo VIB, por ejemplo, molibdeno y tungsteno. La cantidad de metal de hidrogenación en la catálisis puede variar dentro de intervalos amplios. Hablando en términos generales, se puede usar cualquier cantidad entre un 0,05 por ciento y un 30 por ciento en peso. En el caso de los metales nobles, es normalmente preferente usar de un 0,05 a un 2 % en peso.

El método para la incorporación del metal de hidrogenación es poner en contacto el material de base con una solución acuosa de un compuesto adecuado del metal deseado en la que el metal está presente en una forma catiónica. Después de la adición del metal o metales de hidrogenación seleccionados, el polvo de catalizador resultante se filtra a continuación, se seca, se convierte en microgránulos con lubricantes, aglutinantes o similares añadidos si se desea, y se calina en aire a temperaturas, por ejemplo, de 371 °C a 648 °C (700 °F a 1200 °F) con el fin de activar el catalizador y descomponer los iones de amonio. Alternativamente, el componente de base se puede convertir en gránulos en primer lugar, seguido de la adición del componente de hidrogenación y la activación por calcinación.

Los catalizadores anteriores se pueden emplear en forma sin diluir, o el catalizador en polvo se puede mezclar y se puede convertir en microgránulos conjuntamente con otros catalizadores relativamente menos activos, diluyentes o aglutinantes tales como alúmina, gel de sílice, geles conjuntos de sílice-alúmina, arcillas activadas y similares en proporciones que varían entre un 5 y un 90 % en peso. Estos diluyentes se pueden emplear como tales o pueden contener una proporción minoritaria de un metal de hidrogenación añadido tal como un metal del Grupo VIB y/o del

Grupo VIII. También se pueden utilizar catalizadores de hidrocrqueo estimulado con metal adicionales en el proceso de la presente invención que comprenden, por ejemplo, tamices moleculares de aluminofosfato, cromosilicatos cristalinos y otros silicatos cristalinos. Los cromosilicatos cristalinos se describen en mayor extensión en el documento de Patente US 4.363.718.

En un enfoque, las condiciones de hidrocrqueo pueden incluir una temperatura de 290 °C (550 °F) a 468 °C (875 °F), preferentemente de 343 °C (650 °F) a 435 °C (815 °F), una presión de 3,5 MPa (500 psig) a 20,7 MPa (3000 psig), una velocidad espacial horaria de líquido (LHSV) de 1,0 a menos de 2,5 h⁻¹ y una tasa de hidrógeno de 421 Nm³/m³ de petróleo (2.500 scf/bbl) a 2.527 Nm³/m³ de petróleo (15.000 scf/bbl). Si se desea un hidrocrqueo suave, las condiciones pueden incluir una temperatura de 315 °C (600 °F) a 441 °C (825 °F), una presión de 5,5 MPa (manométrica) (800 psig) a 13,8 MPa (manométrica) (2000 psig) o más habitualmente de 6,9 MPa (manométrica) (1000 psig) a 11,0 MPa (manométrica) (1600 psig), una velocidad espacial horaria de líquido (LHSV) de 0,5 h⁻¹ a 2 h⁻¹ y preferentemente de 0,7 h⁻¹ a 1,5 h⁻¹ y una tasa de hidrógeno de 421 Nm³/m³ de petróleo (2.500 scf/bbl) a 1.685 Nm³/m³ de petróleo (10.000 scf/bbl).

La corriente de efluente de hidrocrqueo en la línea 94 se puede intercambiar térmicamente con la corriente de alimentación de hidrocrqueo en la línea 90. La corriente de efluente de hidrocrqueo en la línea 94 se puede separar en un separador 96 de hidrocrqueo en comunicación con el reactor 92 de hidrocrqueo para proporcionar una corriente de efluente de hidrocrqueo vaporoso que comprende hidrógeno en una línea 98 de cabecera de separador y una corriente de efluente de hidrocrqueo líquido en una línea 100 de fondo de separador de hidrocrqueo. La corriente de efluente de hidrocrqueo vaporoso que comprende hidrógeno se puede mezclar con la corriente de efluente de hidrotatamiento en la línea 38 quizá antes de que se enfríen y entren en el separador 40 de hidrotatamiento conjuntamente. Por lo tanto, la línea 38 de efluente de hidrotatamiento puede estar en comunicación corriente abajo con el separador 96 de hidrocrqueo y el reactor 92 de hidrocrqueo.

El separador 96 de hidrocrqueo se puede operar entre 149 °C (300 °F) y 260 °C (500 °F), de modo que se puede considerar un separador caliente. La presión del separador 96 de hidrocrqueo está justo por debajo de la presión del reactor 96 de hidrocrqueo respondiendo a la caída de presión. El separador de hidrocrqueo se puede operar para obtener al menos un 90 % en peso de diésel y preferentemente al menos un 93 % en peso de diésel del efluente de hidrocrqueo en la línea 94 en la corriente de efluente de hidrocrqueo líquido en la línea 100 de fondo. Todos los demás hidrocarburos y gases suben en la corriente de efluente de hidrocrqueo vaporoso en la línea 98 que se une a la corriente de efluente de hidrotatamiento en la línea 38 y se puede procesar después de enfriamiento con la misma mediante la entrada en primer lugar en el separador 40 de hidrotatamiento. Por lo tanto, al menos una parte de la corriente de efluente de hidrocrqueo en la línea 94 de efluente de hidrocrqueo provista en la corriente de cabecera de separador de hidrocrqueo que comprende hidrógeno e hidrocarburos más ligeros que el diésel en la línea 98 de cabecera de separador caliente se mezcla con al menos una parte de la corriente de efluente de hidrotatamiento en la línea 38 de efluente de hidrotatamiento.

La corriente de efluente de hidrotatamiento líquido en la línea 100 se puede fraccionar en una columna 120 de fraccionamiento de hidrocrqueo. En un aspecto, la corriente de efluente de hidrotatamiento líquido en la línea 100 se puede evaporar instantáneamente en primer lugar en un tambor 104 de evaporado instantáneo de hidrocrqueo que se puede operar a la misma temperatura que el separador 96 de hidrocrqueo pero a una presión inferior de entre 1,4 MPa (manométrica) (200 psig) y 3,1 MPa (manométrica) (450 psig). Una corriente de cabecera de evaporado instantáneo de hidrocrqueo en la línea 106 de cabecera de evaporado instantáneo de hidrocrqueo se puede unir a la corriente de efluente de hidrotatamiento líquido en la línea 44 de fondo de separador de hidrotatamiento para fraccionamiento adicional con la misma. Por lo tanto, al menos una parte de la corriente de efluente de hidrocrqueo en la línea 94 provista en la corriente de cabecera de evaporado instantáneo de hidrocrqueo en la línea 106 de cabecera de evaporado instantáneo de hidrocrqueo se puede mezclar con al menos una parte de la corriente de efluente de hidrotatamiento en la línea 38 provista en la corriente de efluente de hidrotatamiento líquido en la línea 44 de fondo de separador de hidrotatamiento.

La corriente de fondo de evaporado instantáneo de hidrocrqueo en la línea 108 que comprende efluente de hidrocrqueo líquido se puede calentar y alimentar a una columna 102 de evaporador en comunicación corriente abajo con el separador 96 de hidrocrqueo y el tambor 104 de evaporado instantáneo de hidrocrqueo. La corriente de fondo líquida de evaporado instantáneo de hidrocrqueo en la línea 108 de fondo de evaporado instantáneo de hidrocrqueo se puede calentar y evaporar en la columna 102 de evaporador con vapor de la línea 110 para proporcionar una corriente de extremos ligeros en la línea 112 de cabecera. La columna 102 de evaporación de hidrocrqueo se puede operar con una temperatura de fondo entre 232 °C (450 °F) y 288 °C (550 °F) y una presión de cabecera de 690 kPa (manométrica) (100 psig) a 1034 kPa (manométrica) (150 psig). Una corriente de efluente hidrocrqueada evaporada que comprende diésel y un material más pesado en la línea 114 se puede retirar de un fondo de la columna 102 de evaporación de hidrocrqueo, se puede calentar en un quemador 116 y se puede alimentar a la columna 120 de fraccionamiento de hidrocrqueo.

La corriente de efluente hidrocrqueada evaporada que comprende efluente de hidrocrqueo líquido en una línea 114 de fondo de evaporador se evapora con vapor de la línea 122 y se fracciona en la columna 120 de fraccionamiento de hidrocrqueo que está en comunicación corriente abajo con el reactor 92 de hidrocrqueo, el

separador 96 hidrocrqueo, el tambor 104 de evaporado instantáneo de hidrocrqueo y la columna 102 de evaporador de hidrocrqueo.

La columna 120 de fraccionamiento de hidrocrqueo fracciona el efluente de hidrocrqueo líquido para producir tres cortes. Una corriente de nafta de producto con un bajo contenido en azufre se produce en la corriente 124 de cabecera desde el puerto de salida 124a de cabecera. Una corriente de diésel de producto que comprende menos de 50 wppm de azufre lo que la califica como LSD y preferentemente menos de 10 wppm de azufre lo que la califica como ULSD se puede recuperar en un corte lateral en la línea 126 desde un puerto de salida 126a lateral de diésel. Se contempla que la columna de fraccionamiento de hidrocrqueo puede ser una columna de pared de división que tiene una pared (no se muestra) interpuesta en la columna 120 entre el puerto de entrada de alimentación y el puerto de salida 126a lateral de diésel. Una corriente de petróleo sin convertir se recupera en la línea 128 de fondo desde un puerto de salida 128a de fondo. La corriente de petróleo sin convertir hidrotratado puede ser una materia de alimentación excelente y limpia para una unidad de craqueo catalítico fluida.

Una parte de la corriente de nafta de cabecera en la línea 124 de cabecera se puede condensar y calentar a reflujo en la columna 120 de fraccionamiento de hidrocrqueo. La columna 120 de fraccionamiento de hidrocrqueo se puede operar con una temperatura de fondo entre 288 °C (550 °F) y 385 °C (725 °F), preferentemente entre 315 °C (600 °F) y 357 °C (675 °F) y a o cerca de la presión atmosférica. Una parte del fondo hidrocrqueado se puede volver a calentar y devolver a la columna 120 de fraccionamiento.

Mediante la operación del separador 96 de hidrocrqueo a temperatura elevada para rechazar la mayoría de los hidrocarburos más ligeros que el diésel, la columna 102 de evaporación de hidrocrqueo se puede operar con mayor sencillez debido a que no es tan pesadamente dependiente separar nafta de los componentes más ligeros y debido a que hay menos nafta restante en el efluente hidrocrqueado para separar del diésel. Además, el separador 96 de hidrocrqueo hace posible compartir un separador 40 de hidrotratamiento con el reactor 92 de hidrocrqueo y el calor útil para el fraccionamiento en la columna 102 de evaporación se retiene en el efluente líquido de hidrocrqueo.

El efluente de hidrotratamiento vaporoso que se puede mezclar con la corriente de efluente de hidrocrqueo vaporoso en la línea 42 de cabecera se puede depurar con una solución de absorbente que puede comprender una amina en un depurador 41 para retirar el amoníaco y el hidrogenosulfuro como es convencional antes de reciclar la corriente de efluente de hidrotratamiento vaporoso y quizá la corriente de efluente de hidrocrqueo vaporoso mezclada con la misma que comprende hidrógeno al compresor 50 de gas de reciclado.

La corriente de efluente de hidrotratamiento vaporoso y de efluente de hidrocrqueo vaporoso mixta en la línea 42 se puede comprimir en un compresor 50 de gas de reciclado para proporcionar una corriente de hidrógeno de reciclado en la línea 52 que puede ser una corriente de efluente de hidrotratamiento e hidrocrqueo vaporoso comprimida. El compresor 50 de gas de reciclado puede estar en comunicación corriente abajo con el reactor 92 de hidrocrqueo y el reactor 36 de hidrotratamiento. Una división 54 en la línea 52 de hidrógeno de reciclado proporciona la primera corriente de división de hidrógeno de reciclado en una primera línea 24 de división en comunicación corriente arriba con el reactor 36 de hidrotratamiento y una corriente de hidrógeno de hidrocrqueo en una segunda línea 56 de división de hidrógeno en comunicación corriente arriba con el reactor 92 de hidrocrqueo.

Es preferente que la corriente de hidrógeno de reposición comprimido en la línea 22 se una a la corriente de gas de reciclado en la primera línea 24 de división corriente abajo de la división 54, de modo que el hidrógeno de reposición se dirija a suministrar todos los requisitos de hidrógeno al reactor 36 de hidrotratamiento o todos los requisitos de hidrógeno al reactor 36 de hidrotratamiento no satisfechos por la corriente de hidrógeno de reciclado en la línea 52. También se contempla que la corriente de hidrógeno de reposición comprimido en la línea 22 se puede unir a la corriente de gas de reciclado corriente arriba de la división 54, pero esto permitiría que el gas de reposición vaya a la unidad 14 de hidrocrqueo así como a la unidad 12 del hidrotratamiento. La alimentación de hidrocarburos al reactor 36 de hidrotratamiento tendrá muchos más precursores de coque que la alimentación al reactor 92 de hidrocrqueo. Por lo tanto, el uso de hidrógeno de reposición para aumentar la presión parcial de hidrógeno en el reactor 36 de hidrotratamiento permitirá que el catalizador en el reactor de hidrotratamiento soporte mucho mejor los componentes más perjudiciales en la alimentación. También se contempla, pero no de forma preferente, que al menos una parte de la corriente de hidrógeno de reposición comprimido en la línea 22 pueda alimentar la corriente 52 de hidrógeno de reciclado corriente abajo del compresor 50 de gas de reciclado o alimentar la corriente de efluente vaporoso en la línea 42 corriente arriba del compresor 50 de gas de reciclado. Además, se contempla que la corriente de gas de reposición en la línea 22 puede alimentar la segunda línea 56 de división corriente abajo de la división 54.

La Figura 2 ilustra una realización de un proceso y aparato 8' que utiliza un separador caliente 130 para separar inicialmente el efluente de hidrocrqueo en la línea 38'. Muchos de los elementos en la Figura 2 tienen la misma configuración que en la Figura 1 y portan el mismo número de referencia. Los elementos en la Figura 2 que se corresponden con los elementos en la Figura 1 pero tienen una configuración diferente portan el mismo numeral de referencia que en la Figura 1 pero están marcados con un símbolo de prima (').

El separador caliente 130 en la unidad 12' de hidrotratamiento está en comunicación corriente abajo con el reactor 36 de hidrotratamiento y proporciona una corriente de hidrocarburo vaporoso en una línea 132 de cabecera y una

5 corriente de hidrocarburo líquida en una línea de fondo 134. El separador caliente 130 puede operar a una temperatura de 177 °C (350 °F) a 343 °C (650 °F) y opera preferentemente de 232 °C (450 °F) a 288 °C (550 °F). El separador caliente se puede operar a una presión ligeramente menor que el reactor 36 de hidrot ratamiento respondiendo a la caída de presión. La corriente de hidrocarburo vaporoso en la línea 132 se puede unir a la corriente de efluente de hidro craqueo vaporoso en la línea 98' de la sección 14' de hidro craqueo y se puede mezclar y transportar conjuntamente en la línea 136. La corriente mixta en la línea 136 se puede enfriar antes de que entre al separador 40 de hidrot ratamiento. Por lo tanto, la corriente de efluente de hidrot ratamiento vaporoso se puede separar junto con la corriente de efluente de hidro craqueo vaporoso en el separador 40 de hidrot ratamiento para proporcionar un efluente de hidrot ratamiento vaporoso quizá mezclado con efluente de hidro craqueo vaporoso que comprende hidrógeno en la línea 42 y el efluente de hidrot ratamiento líquido en la línea 44 y que se procesa como se ha descrito anteriormente con respecto a la Figura 1. Por lo tanto, el separador 40 de hidrot ratamiento está en comunicación corriente abajo con la línea 132 de cabecera del separador caliente 130 y quizá una línea 98' de cabecera del separador 96 de hidro craqueo.

15 La corriente de hidrocarburo líquida en la línea 134 de fondo se puede evaporar instantáneamente en un tambor 140 de evaporado instantáneo para proporcionar una corriente de extremos ligeros en una línea 142 de cabecera y una corriente de líquido pesado en una línea 144 de fondo. El tambor 140 de evaporado instantáneo se puede operar a la misma temperatura que el separador caliente 130 pero a una presión inferior de entre 1,4 MPa (manométrica) (200 psig) y 3,1 MPa (manométrica) (450 psig). La corriente de extremos ligeros en la línea 142 de cabecera se puede enfriar y mezclar con el efluente de hidrot ratamiento líquido en la línea 44 de fondo de separador de hidrot ratamiento para que se procese con la misma en primer lugar en el tambor 48 de evaporación instantánea de hidrot ratamiento en un aspecto junto con la corriente de cabecera de evaporado instantáneo de hidro craqueo de la línea 106 de cabecera de evaporado instantáneo de hidro craqueo. La corriente de líquido pesado en la línea 144 de fondo se puede introducir en la columna 70 de evaporación de hidrot ratamiento con una elevación menor que el punto de alimentación para la corriente de líquido ligero en la línea 62.

25 El resto de la realización en la Figura 2 puede ser igual a como se ha descrito para la Figura 1 con las excepciones indicadas anteriormente.

30 En el presente documento se describen realizaciones preferentes de la presente invención, incluyendo el mejor modo conocido por los inventores de llevar a cabo la invención. Se ha de entender que las realizaciones ilustradas son únicamente a modo de ejemplo, y no se deberían tomar como limitantes del alcance de la invención.

35 Sin elaboración adicional, se cree que el experto en la materia puede, usando la descripción precedente, utilizar la presente invención en su extremo más completo. Por lo tanto, las realizaciones específicas preferentes precedentes se han de interpretar como meramente ilustrativas, y no limitantes del resto de la divulgación en modo alguno.

40 En lo expuesto anteriormente, todas las temperaturas se exponen en grados Celsius y todas las partes y porcentajes son en peso, a menos que se indique de otro modo. Las presiones se dan en el puerto de salida del vaso y particularmente en el puerto de salida de vapor en los vasos con múltiples puertos de salida.

REIVINDICACIONES

1. Proceso para la producción de diésel a partir de una corriente de hidrocarburos que comprende:

- 5 hidrotratamiento de una primera corriente de hidrocarburo en presencia de una corriente de hidrógeno de hidrotratamiento y catalizador de hidrotratamiento para proporcionar una corriente de efluente de hidrotratamiento;
- 10 hidro craqueo de una segunda corriente de hidrocarburos en presencia de una corriente de hidrógeno de hidro craqueo y catalizador de hidro craqueo para proporcionar una corriente de efluente de hidro craqueo;
- separación de la corriente de efluente de hidro craqueo en una corriente de efluente de hidro craqueo vaporoso que comprende hidrógeno y una corriente de efluente de hidro craqueo líquido;
- mezcla de dicha corriente de efluente de hidro craqueo vaporoso con dicha corriente de efluente de hidrotratamiento para formar una corriente de efluente de hidrotratamiento mixta;
- 15 separación de la corriente de efluente de hidrotratamiento mixta en una corriente de efluente de hidrotratamiento vaporoso que comprende hidrógeno y una corriente de efluente de hidrotratamiento líquido;
- fraccionamiento de dicho efluente de hidrotratamiento líquido para proporcionar una segunda corriente de hidrocarburos; y
- fraccionamiento de una corriente que comprende dicho efluente de hidro craqueo líquido para proporcionar una corriente de diésel de bajo contenido en azufre.
- 20
2. El proceso de la reivindicación 1 en el que la etapa de hidro craqueo se lleva a cabo de 6,9 MPa (manométrica) (1000 psig) a 11,0 MPa (manométrica) (1600 psig).
3. El proceso de la reivindicación 1 en el que dicha segunda corriente de hidrocarburos es una corriente de diésel.
- 25
4. El proceso de la reivindicación 1 en el que dicha separación de dicho efluente de hidro craqueo es entre 149 °C (300 °F) y 260 °C (500 °F).
5. El proceso de la reivindicación 1 en el que el fraccionamiento de la corriente que comprende el efluente de hidro craqueo líquido proporciona además una corriente de petróleo sin convertir y una corriente de nafta.
- 30

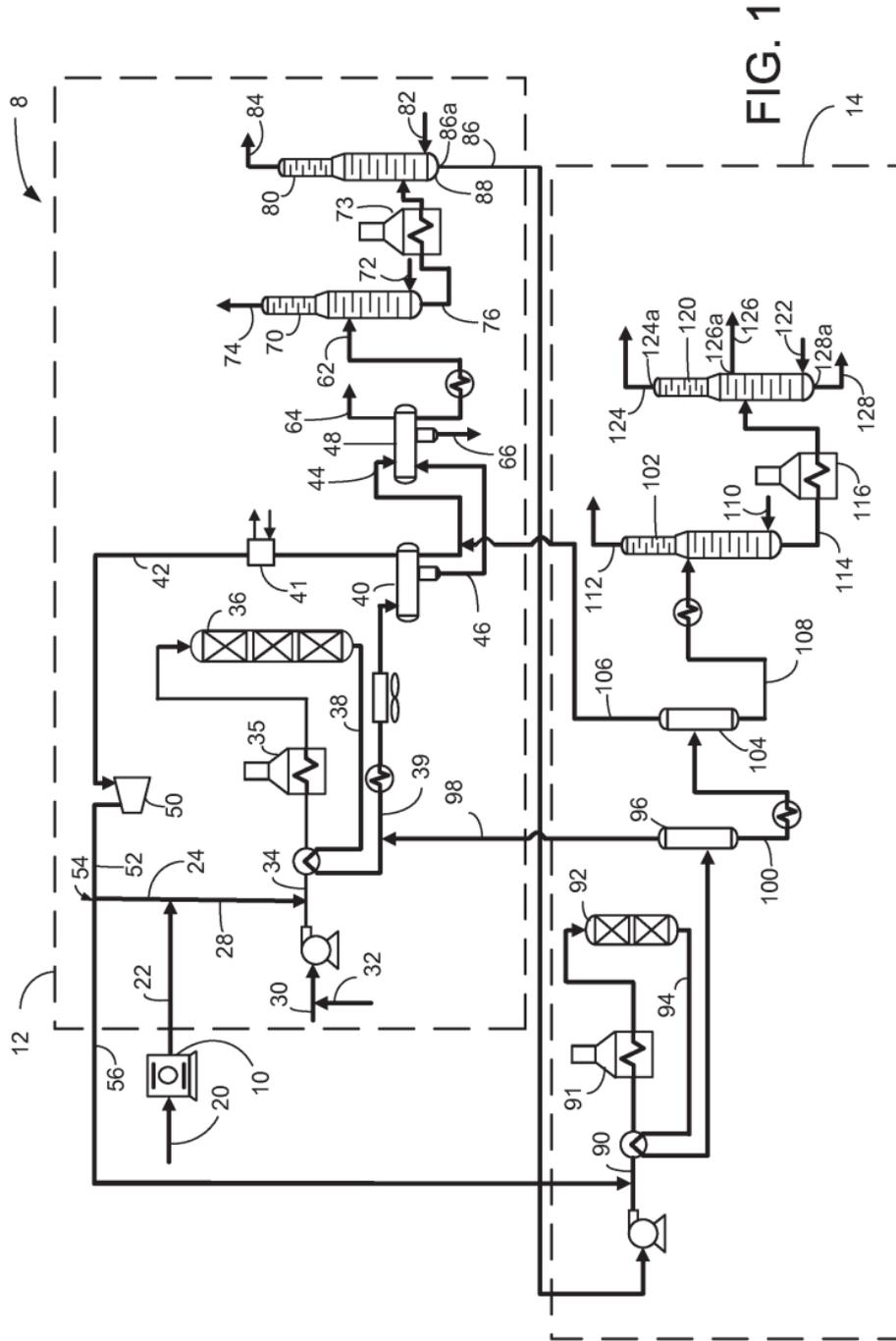


FIG. 1

