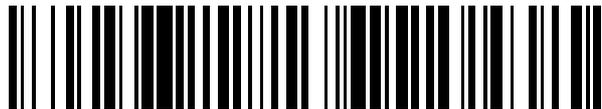


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 714 750**

51 Int. Cl.:

C10G 69/00 (2006.01)

C10B 57/04 (2006.01)

C10G 9/36 (2006.01)

C10G 69/06 (2006.01)

C10G 9/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **23.12.2014 PCT/EP2014/079214**

87 Fecha y número de publicación internacional: **03.09.2015 WO15128040**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **23.12.2014 E 14816329 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **05.12.2018 EP 3110925**

54 Título: **Proceso de hidrocrqueo integrado**

30 Prioridad:

25.02.2014 EP 14156637

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

29.05.2019

73 Titular/es:

**SAUDI BASIC INDUSTRIES CORPORATION
(50.0%)**

P.O. Box 5101

Riyadh 11422, SA y

SABIC GLOBAL TECHNOLOGIES B.V. (50.0%)

72 Inventor/es:

OPRINS, ARNO JOHANNES MARIA

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 714 750 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 de hidro craqueo integrado

5 La presente invención se refiere a un proceso de hidro craqueo integrado para producción de productos petroquímicos olefínicos y aromáticos a partir de una materia prima de hidrocarburos de comprende petróleo crudo.

10 Tal proceso se conoce a partir del documento US2013/248416. Este documento US2013/248416 describe un proceso integrado para el procesamiento directo de un petróleo crudo, en donde petróleo crudo y producto líquido de horno de coque reciclado se cargan en una zona de hidroprocesamiento que funciona en condiciones efectivas para producir un efluente hidroprocesado. El efluente hidroprocesado es craqueado térmicamente en la presencia de vapor para producir una corriente de producto mixta. Una fracción líquida residual recuperada curso arriba de la unidad de craqueo térmico o entre las etapas de convección y pirolisis de la operación de craqueo con vapor es pirolizado térmicamente en la unidad de coque en condiciones efectivas para producir coque y producto líquido del horno de coque. El producto líquido del horno de coque es reciclado a la etapa de hidroprocesamiento mientras se recupera coque de petróleo. Hidrógeno de la corriente de producto mixta es purificado y reciclado a la zona de hidroprocesamiento y se recuperan olefinas, aromáticos y aceite combustible de pirolisis a partir de la corriente de producto mixta separada.

20 En el proceso de acuerdo con el documento US 2013/248416, el petróleo crudo es hidro craqueado para producir una alimentación de hidrocarburo líquido para procesamiento siguiente por medio de craqueo con vapor. Tal craqueo de alimentaciones líquidas pesadas resulta en una pizarra de producto relativamente pobre del horno de craqueo, que incluye una cantidad relativamente pequeña de productos químicos de alto valor. Esto es compensado parcialmente por medio de la emisión de algunos de estos hidrocarburos pesados junto con el efluente más pesado del horno de hidro craqueo a un horno de coque, donde este material pesado pirolizado adicionalmente en alimentación de horno de craqueo con vapor de hidrocarburo líquido (que necesita primero posiblemente saturación). Además, efluentes del reactor de la zona de reacción de hidroprocesamiento son refrigerados en un intercambiador y enviados a un separador frío o caliente a alta presión 6. Los residuos de separación del separador de alta presión, que están en una fase sustancialmente líquida, son refrigerados y luego introducidos en un separador frío a baja presión. Los gases remanentes, que incluyen hidrógeno H₂S, NH₃ e hidrocarburos ligeros, que pueden incluir hidrocarburos de C₁-C₄, son purgados desde el separador frío de baja presión y enviados para procesamiento posterior, tal como procesamiento con antorcha o procesamiento con gas combustible. Hidrógeno y otros hidrocarburos ligeros son combinados con productos de pirolisis con vapor como una alimentación combinada a la zona de separación de productos.

35 La patente US N° 4.137.147 se refiere a un proceso para fabricar etileno y propileno a partir de una carga que tiene un punto de destilación inferior a aproximadamente 360 grados C y que contiene parafinas normales e iso-parafinas, que tienen al menos 4 átomos de carbono por molécula, en donde la carga es sometida a una reacción de hidrogenolisis en una zona de hidrogenolisis, en la presencia de un catalizador, (b) los efluentes de la reacción de hidrogenolisis son alimentados a una zona de separación desde la que se descargan (i) desde la parte superior, metano y posiblemente hidrógeno, (ii) una fracción que consta esencialmente de hidrocarburos con 2 y 3 átomos de carbono por molécula, y (iii) desde el fondo, una fracción que consta esencialmente de hidrocarburos con al menos 4 átomos de carbono por molécula, (c) sólo la fracción que consta esencialmente de hidrocarburos con 2 y 3 átomos de carbono por molécula es alimentada a una zona de craqueo con vapor, en la presencia de vapor, para transformar al menos una porción de los hidrocarburos con 2 y 3 átomos de carbono por molécula en hidrocarburos monoolefínicos; la fracción que consta esencialmente de hidrocarburos con al menos 4 átomos de carbono por molécula, obtenida del fondo de la zona de separación, es suministrada a una segunda zona de hidrogenolisis, donde es tratada en la presencia de un catalizador, el efluente de la segunda zona de hidrogenolisis es suministrado a una zona de separación para descargar, por una parte, hidrocarburos con al menos 4 átomos de carbono por molécula que son reciclados al menos parcialmente a la segunda zona de hidrogenolisis y, por otra parte, una fracción que consta esencialmente de una mezcla de hidrógeno, metano e hidrocarburos saturados con 2 y 3 átomos de carbono por molécula; una corriente de hidrógeno y una corriente de metano son separadas de la mezcla y se alimentan a la zona de craqueo con vapor los hidrocarburos de la mezcla con 2 y 3 átomos de carbono, junto con la fracción que consta esencialmente de hidrocarburos con 2 y 3 átomos de carbono por molécula como es recuperada de la zona de separación siguiente a la primera zona de hidrogenolisis. En la salida de la zona de craqueo con vapor se obtienen de esta manera, además de una corriente de metano e hidrógeno y una corriente de hidrocarburos parafínicos con 2 y 3 átomos de carbono por molécula, olefinas con 2 y 3 átomos de carbono por molécula y productos con al menos 4 átomos de carbono por molécula.

60 La solicitud de patente US N° 2006/287561 se refiere a un proceso para incrementar la producción de hidrocarburos de olefinas ligeras de C₂-C₄ integrando un proceso para producir una mezcla de hidrocarburos aromáticos y gas de

petróleo licuado (LPG) a partir de una mezcla de hidrocarburos y un proceso para producir una materia prima de hidrocarburos que es apta para ser utilizada en el proceso anterior.

5 La patente US N° 3.839.484 se refiere a un proceso para la preparación de hidrocarburos insaturados por pirolisis de naftas que hierven en el rango de aproximadamente 80 a 450°C en un horno de pirolisis, que comprende hidrocraquear las naftas para formar una mezcla de parafinas e isoparafinas y pirolizar la mezcla resultante de parafinas e isoparafinas en un horno de pirolisis.

10 La solicitud de patente US N° 2007/062848 se refiere a un proceso para hidrocraquear una alimentación que comprende no menos de 20 % en peso de uno o más compuestos aromáticos que contienen al menos dos anillos aromáticos fusionados, cuyos compuestos están no sustituidos o sustituidos por hasta dos radicales de alquilo de C1-4 para producir una corriente de producto que comprende no menos de 35 % en peso de una mezcla de alcanos de C-24. De acuerdo con la solicitud de patente US N° 2007/062848, se alimenta alquitrán de las arenas de petróleo a una unidad de destilación convencional, y se alimenta una corriente de nafta desde la unidad de destilación hasta 15 la unidad de hidrot ratamiento de nafta. La corriente de gas de cabecera es una corriente de gas ligero/parafina ligera y se alimenta a un horno de craqueo de hidrocarburos. Una corriente de diesel desde la unidad de destilación es alimentada a una unidad de destilación en vacío, en donde una corriente de gasóleo en vacío desde la unidad de destilación en vacío es alimentada al horno de craqueo de hidrocarburos. El gasóleo en vacío hidrot ratado desde la unidad de hidrot ratamiento de gasóleo en vacío es alimentado a una unidad de craqueo catalítico. La corriente del 20 fondo de la unidad de destilación en vacío es un residuo (pesado) en vacío y es enviado a un coquizador demorado que produce un número de corrientes, tales como una corriente de nafta que es enviada a una unidad de hidrot ratamiento de nafta, una corriente de diesel es enviada a la unidad de hidrot ratamiento de diesel para producir diesel hidrot ratado, y una corriente de gasóleo es alimentada a una unidad de hidrot ratamiento de gasóleo en vacío resultando una corriente de gasóleo hidrot ratada que es alimentada a una unidad de craqueo catalítico.

25 La patente US N° 4.792.390 se refiere a un proceso para incrementar al máximo el destilado medio de hidrocarburo de destilado pesado, minimizando al mismo tiempo el consumo de hidrógeno, a saber, un proceso para la conversión de una carga de gasóleo destilable rico en aromáticos, cuyo proceso comprende las etapas de: (a) hacer reaccionar el material de carga con hidrógeno, en una zona de reacción de hidrocraqueo catalítico, (b) separar el 30 efluente de la zona de reacción de hidrocraqueo resultante para proporcionar una corriente de producto destilado medio y una corriente hidrocarbonosa rica en parafinas, (d) hacer reaccionar la corriente hidrocarbonosa rica en parafinas recuperada en la etapa (b) en una zona de coqueo térmico en condiciones de coqueo térmico suave, (e) separar el efluente de la zona de coqueo térmico para proporcionar una fracción líquida y una corriente hidrocarbonosa destilable y (f) reciclar al menos una porción de la corriente hidrocarbonosa destilable a la zona de 35 reacción de de hidrocraqueo catalítico en la etapa (a), en donde el efluente de la zona de coqueo término es reciclado a la zona de reacción de hidrocraqueo catalítico de la etapa (a).

40 La solicitud de patente US N° 2010/122931 se refiere a un proceso integrado para preparar una suspensión de destilado de hidrocraqueo (SHC), comprendiendo el proceso: (a) coquizar un gasóleo SHC para obtener un producto líquido del coquizador y coque; (b) pasar una materia prima de hidrocarburos pesados que comprende al menos una porción del producto líquido del coquizador a través de una zona de reacción de SHC en presencia de hidrógeno para proporcionar un efluente de SHC; y (b) recuperar el destilado de SHC y el gasóleo de SHC desde el efluente de SHC, en donde el producto líquido del coquizador se obtiene de un coquizador retardado o un coquizador fludizado.

45 Un aspecto de tal proceso integrado es que cantidades significativas de componentes de craqueo de corriente más pesados son reciclados sobre la unidad de craqueo y el coquizador, resultando finalmente una producción adicional de coque/brea y un incremento del tamaño del equipo y de la demanda de energía.

50 Otro aspecto es que el craqueo con vapor de alimentaciones líquidas (y LPG con la excepción de etano) da como resultado, además, la producción de cantidades significativas de metano que se utilizan como combustible en los hornos de craqueo con vapor. Esto significa que parte del petróleo crudo más valioso es degradado, por lo tanto, a valor de combustible de metano. Además de los átomos de carbono que representan esta pérdida de eficiencia, existe también una gran cantidad de pérdida de hidrógeno a través de este metano. Como resultado, debe añadirse más hidrógeno que el necesario al petróleo crudo, lo que hace que los balances generales de hidrógeno sean 55 menos favorables.

Otro aspecto del proceso integrado es que todo LPG fabricado en las etapas de proceso de hidrocraqueo es enviado primero al compresor y a la sección de separación de la unidad de craqueo con vapor siguiente, Su efecto es un incremento en el tamaño y el gasto de energía en estas separaciones curso abajo, ya que los productos de craqueo 60 con vapor deseados son diluidos primero con este LPG (es decir, añadiendo etano al etileno y propano al producto de propileno a separar de nuevo).

Otro aspecto de la presente invención es proporcionar un proceso de hidrocrqueo integrado para producción de petroquímicos olefínico y aromático a partir de una materia prima de hidrocarburos que comprende petróleo crudo, donde se han solucionado los problemas mencionados anteriormente.

5 Otro objeto de la presente invención es proporcionar un proceso de hidrocrqueo integrado para la producción de petroquímicos olefínicos y aromático a partir de una materia prima de hidrocarburos que comprende petróleo crudo, donde se incrementa significativamente la porción de petróleo crudo convertido a LPG.

10 Otro objeto de la presente invención es proporcionar un proceso de hidrocrqueo integrado para la producción de petroquímicos olefínicos y aromático a partir de una materia prima de hidrocarburos que comprende petróleo crudo, donde la eficiencia y la selectividad de la etapa de hidrocrqueo se controla por la severidad.

15 La presente invención se refiere, por lo tanto, a un proceso de hidrocrqueo integrado para producción de petroquímicos olefínicos y aromáticos a partir de una materia prima de hidrocarburos que comprende petróleo crudo, como se define en la reivindicación 1.

De acuerdo con la presente invención, la corriente que comprende LPG es separada en una o más corrientes seleccionadas del grupo que consta de una corriente que comprende hidrógeno, una corriente que comprende metano, una corriente que comprende etano, una corriente que comprende butanos, una corriente que comprende propano, una corriente que comprende C1-minus, una corriente que comprende C3-minus, una corriente que comprende C1-C2, una corriente que comprende C3-C4, una corriente que comprende C2-C3, una corriente que comprende C1-C3, una corriente que comprende C1-C4, una corriente que comprende C2-C4, una corriente que comprende C2-minus, una corriente que comprende C4-minus, utilizando cualquier tecnología de separación apropiada. Por lo tanto, el presente método se enfoca a la optimización de la producción de corrientes que comprenden LPG, cuyas corrientes que comprenden LPG son identificadas como materias primas altamente útiles para procesos de pirólisis con vapor y/o procesos de deshidrogenación para la producción de petroquímicos olefínicos y aromáticos.

30 Dependiendo, entre otras cosas, de la economía, la capacidad y las demandas del mercado, las fracciones de hidrocarburos inferiores, tales como al menos una corriente seleccionada del grupo de una corriente que comprende C1-C2, una corriente que comprende etano y una corriente que comprende C2-minus, son enviadas a la sección de craqueo vapor de gas. Esto significa que no se reciclan componentes de craqueo de vapor más pesados sobre el craqueador de vapor y la unidad de coque, resultando en último término una producción pequeña de coque/brea y una reducción del tamaño del equipo y de la demanda de energía. Se pueden utilizar esquemas de separación alternativos que dan como resultado una corriente de propano posiblemente diluida con metano y/o etano.

40 Una corriente que comprende etano y una corriente que comprende C2-minus y/o una corriente que comprende C1-C2, es alimentada a una unidad de craqueo con vapor, y las corrientes que comprenden propano y butano son alimentadas a las unidades de deshidrogenación. Esta ruta de procesamiento da como resultado una eficiencia de carbono mucho más alta y produce también las cantidades de hidrógeno necesarias para el hidrocrqueo de alta conversión todo el camino hasta LPG.

45 Por lo tanto, el presente método comprende la combinación de una unidad de craqueo con vapor y a menos una unidad del grupo de una unidad de deshidrogenación de butanos, una unidad de deshidrogenación de propano, una unidad de deshidrogenación combinada de propano-butanos, o una combinación de estas unidades para producir una corriente de producto mezclada. Esta combinación de utilidades proporciona un alto rendimiento de los productos deseados, a saber, petroquímicos olefínicos y aromáticos, donde se incrementa significativamente la porción de petróleo crudo convertido en LPG.

50 La corriente que comprende LPG es separada en una o más corrientes, donde la corriente que comprende hidrógeno se utiliza preferiblemente como una fuente de hidrógeno para fines de hidrocrqueo, la corriente que comprende metano se utiliza preferentemente como una fuente de combustible, la corriente que comprende etano se utiliza como una alimentación para la unidad de craqueo de vapor de gas, la corriente que comprende propano se utiliza preferiblemente como una alimentación para una unidad de deshidrogenación de propano, una corriente que comprende butanos es utilizada como una alimentación para una unidad de deshidrogenación de butano, una unidad que comprende C1-minus se utiliza preferiblemente como una fuente de combustible y/o como una fuente de hidrógeno, una corriente que comprende C3-minus se utiliza como una alimentación para una unidad de deshidrogenación de propano, una corriente que comprende C2-C3 se utiliza como una alimentación para una unidad de deshidrogenación de propano, una corriente que comprende C1-C3 se utiliza como una alimentación para una unidad de deshidrogenación de propano, una corriente que comprende butanos de C1-C4 se utiliza como una

5 alimentación para una unidad de deshidrogenación de butano, una corriente que comprende butanos de C2-C4 se utiliza como una alimentación para una unidad de deshidrogenación de butano, una corriente que comprende C2-minus se utiliza como una alimentación para una unidad de craqueo de vapor de gas, una corriente que comprende C3-C4 se utiliza como una alimentación para una unidad de deshidrogenación de propano o butano, o una unidad combinada de deshidrogenación de propano y butano, o una corriente que comprende C4-minus se utiliza preferiblemente como una alimentación para una unidad de deshidrogenación de butano.

10 Cuando se utiliza aquí, el término "C# hidrocarburos" o "C#", donde "#" es un entero positivo, está destinado a describir todos los hidrocarburos que tienen # átomos de carbono. Además, el término "C#+ hidrocarburos" o "C#+"
 15 está destinado a describir todas las moléculas de hidrocarburos que tienen # o más átomos de carbono. De acuerdo con ello, el término "C5+ hidrocarburos" o "C5+" está destinado a describir una mezcla de hidrocarburos que tienen 5 o más átomos de carbono. De acuerdo con ello, el término "C5+ alcanos" se refiere a alcanos que tienen 5 o más átomos de carbono. De acuerdo con ello, el término "C# minus hidrocarburos" o "C# minus" está destinado a describir una mezcla de hidrocarburos que tienen # o menos átomos de carbono e incluyendo hidrógeno. Por ejemplo, el término "C2-" o "C2 minus" se refiere a una mezcla de etano, etileno, acetileno, metano e hidrógeno. Por ejemplo el término C1-C3 se refiere a una mezcla que comprende C1, C2 y C3. Finalmente, el término "C4mix" está destinado a describir una mezcla de butanos, butenos y butadieno, es decir, n-butano, i-butano, 1-buteno, cis- y trans-2-buteno, i-buteno y butadieno.

20 El término "olefina" se utiliza aquí con su significado bien establecido. De acuerdo con ello, olefina se refiere a un compuesto hidrocarburo insaturado que contiene al menos un enlace doble carbono-carbono. Preferiblemente, el término "olefinas" se refiere a una mezcla que comprende dos o más de etileno, propileno, butadieno, butileno-1, isobutileno, isopreno y ciclopentadieno.

25 El término "LPG" cuando se utiliza aquí se refiere al acrónimo bien establecido para el término "gas petróleo licuado". LPG consta generalmente de una combinación de hidrocarburos de C3-C4, es decir, una mezcla de hidrocarburos de C3-C4.

30 Uno de los productos petroquímicos producidos en el proceso de la presente invención es BTX. "BTX" cuando se utiliza aquí se refiere a una mezcla de benceno, tolueno y xilenos. Preferiblemente, el producto producido en el proceso de la presente invención comprende, además, hidrocarburos aromáticos útiles, tales como etil benceno. De acuerdo con ello, la presente invención proporciona preferiblemente un proceso para producir una mezcla de benceno, tolueno xilenos y etil benceno ("BTXE"). El producto así producido puede ser una mezcla física de los diferentes hidrocarburos aromáticos o puede ser sometido directamente a otra separación, por ejemplo por
 35 destilación, para proporcionar diferentes corrientes de productos purificados. Tal corriente de productos purificados puede incluir una corriente de producto de benceno, una corriente de producto de tolueno, una corriente de producto de xileno y/o una corriente de producto de etil benceno.

40 De acuerdo con el presente método, se produce una pequeña cantidad de metano y el metano se puede utilizar como combustible para hornos de craqueo con vapor y deshidrogenación. Cualquier metal más pesado se puede reciclar a las diferentes etapas del proceso descrito.

45 De acuerdo con una realización preferida, el proceso comprende, además, tratar dicha alimentación de fase líquida en una segunda zona de hidrocraqueo en la presencia de hidrógeno en condiciones efectivas para producir un segundo efluente que tiene un contenido incrementado de hidrógeno; recuperando del segundo efluente de dicha segunda zona de hidrocraqueo una corriente que comprende BTXE, una corriente que comprende LPG y una corriente de líquido residual.

50 Una de las ventajas de una segunda zona de hidrocraqueo es que proporciona más control sobre la eficiencia y selectividad de las etapas de hidrocraqueo controlando la severidad.

55 El proceso comprende, además, craquear térmicamente dicha corriente líquida residual en condiciones efectivas para producir coque y producto líquido de coquizador, donde el/los producto(s) líquido(s) del coquizador es/son reciclado(s) a la primera zona de hidrocraqueo, a la entrada del primer hidrocraqueador y/o a la segunda zona de hidrocraqueo, y donde se recupera coque de petróleo. En la zona del coquizador, todas las fracciones de hidrocarburos pesados son convertidas en alimentación más ligera que se puede convertir en LPG en una de las zonas de hidrocraqueo. Y estas corrientes que comprenden LPG serán enviadas a cualquiera de la unidad de craqueo y las unidades de deshidrogenación.

60 La presente invención comprende, además, alimentar al menos una corriente seleccionada del grupo de una corriente que comprende propano, una corriente que comprende C3-C4, una corriente que comprende C3-minus,

una corriente que comprende butanos, una corriente que comprende C4-minus, una corriente que comprende C2-C3, una corriente que comprende C1-C3, una corriente que comprende C1-C4 y una corriente que comprende C2-C4 a al menos una unidad de deshidrogenación seleccionada del grupo de unidad de deshidrogenación de butanos y una unidad de deshidrogenación de propano, o una combinación de ellas.

5 En el presente proceso se recuperan olefinas y aromáticos a partir de la(s) corriente(s) de productos mezcladas separadas.

10 De acuerdo con una realización preferida, el proceso comprende, además, combinar la corriente que comprende PLG que se origina desde dicha primera zona de deshidrogenación con la corriente que comprende LPG que se origina desde la segunda zona de deshidrogenación.

15 De acuerdo con otra realización preferida, el proceso comprende, además, recuperar productos de vapor desde el/los producto(s) líquido(s) del coquizador y combinar los productos de vapor recuperados de esta manera con la(s) corriente(s) que comprende(n) LPG. El efluente de gas/líquido de la zona del coquizador se puede reciclar a cualquiera de las unidades de proceso que se adapte mejor a la composición y presión de las corrientes respectivas similares al efluente (más pesadas que LPG) de la segunda zona de hidrocrackeo. Estos dos reciclados o bien se pueden mezclar juntos o se pueden mantener separados, de manera que pueden ir a diferentes localizaciones de alimentación en el presente proceso integrado.

20 De acuerdo con otra realización preferida, el proceso comprende, además, separar del primero y segundo efluentes unas fracciones líquidas residuales y reciclar dichas fracciones líquidas residuales a la entrada de la primera zona de hidrocrackeo y/o de la segunda zona de hidrocrackeo. El término "primero y segundo efluentes" se refiere a los efluentes que se originan desde la primera zona de hidrocrackeo y los efluentes que se originan de la segunda zona de hidrocrackeo, respectivamente.

Como se ha mencionado anteriormente, se puede recuperar metano desde la(s) corriente(s) de producto mixta(s) separada(s) hasta el craqueador de vapor que se utiliza como combustible para quemadores y/o calentadores.

30 Se prefiere también recuperar y purificar hidrógeno desde la(s) corriente(s) de producto mixta(s) separada(s) y reciclarlo a la entrada de la primera y/o segunda zonas de hidrocrackeo.

35 De acuerdo con una realización preferida, el proceso comprende, además, recuperar aceite combustible de pirolisis desde la(s) corriente(s) de producto mixta(s) separada(s) y reciclar dicho aceite combustible de pirolisis a la entrada de dichas primera y/o segunda zonas de hidrocrackeo.

40 Un proceso muy común para la conversión de alcanos en olefinas implica "craqueo de la corriente". Cuando se utiliza aquí, el término "craqueo de la corriente" se refiere a un proceso petroquímico, en el que se rompen hidrocarburos saturados en hidrocarburos más pequeños, a menudo insaturados, tales como etileno y propileno. En el craqueo de la corriente, se diluyen alimentaciones de hidrocarburos gaseosos como etano, propano y butanos, o mezclas de ellos, (craqueo de gas) o alimentaciones de hidrocarburos líquidos como nafta o gasóleo (craqueo líquido) con vapor y se calientan brevemente en un horno sin la presencia de oxígeno. Típicamente, la temperatura de reacción es muy alta, alrededor de 850°C, pero la reacción sólo se permite que tenga lugar muy brevemente, normalmente con tiempos de residencia de 50-500 milisegundos. Preferiblemente, los compuestos de hidrocarburos etano, propano y butanos son craqueados por separado en hornos especializados adecuados para asegurar el craqueo en condiciones óptimas. Después de que se ha alcanzado la temperatura de craqueo, el gas es enfriado rápidamente para detener la reacción en un intercambiador de calor de línea de transferencia o dentro de una cabecera de enfriamiento utilizando aceite de enfriamiento. El craqueo en vapor da como resultado la deposición lenta de coque, una forma de carbono, sobre las paredes del reactor. La descoquización requiere aislar el horno del proceso y entonces se pasa un flujo de vapor o una mezcla de vapor/aire a través de las bobinas del horno. Esto convierte la capa de carbono sólido duro en monóxido de carbono y dióxido de carbono. Una vez que esta reacción está completa, se retorna el horno al servicio. El producto producido por el craqueo de vapor depende de la composición de la alimentación, de la relación de hidrocarburo a vapor y de la temperatura de craqueo y del tiempo de residencia en el horno. Las alimentaciones de hidrocarburos ligeros tales como etano, propano, butanos y nafta ligero dan corrientes de productos ricas en las olefinas de grado de polímero más ligero, incluyendo etileno, propileno y butadieno. Los hidrocarburos más pesados (fracciones de nafta y gasóleo de rango completo y presado) dan también productos ricos en hidrocarburos aromáticos.

60 Para separar los diferentes compuestos hidrocarburos producidos por craqueo de vapor, el gas craqueado es sometido a la unidad de fraccionamiento. Tales unidades de fraccionamiento son bien conocidas en la técnica y pueden comprender un llamada fraccionador de gasolina, donde el destilado pesado ("aceite negro de carbono") y el

destilado medio ("destilado craqueado") son separados del destilado ligero y los gases. Posteriormente, los gases pueden someterse a múltiples etapas de compresión, donde el resto del destilado ligero puede separarse de los gases entre las etapas de compresión. También se pueden retirar gases ácidos (CO₂ y H₂S) entre etapas de compresión. En una etapa siguiente, los gases producidos por pirólisis pueden condensarse parcialmente sobre etapas de un sistema de refrigeración en cascada aproximadamente hasta donde sólo el hidrógeno permanece en la fase gaseosa. Los diferentes compuestos de hidrocarburos pueden separarse posteriormente por simple destilación, donde el etileno, propileno y olefinas de C₄ son los productos químicos de alto valor más importantes producidos por craqueo por vapor. El metano producido por craqueo por vapor se utiliza generalmente como gas combustible, el hidrógeno puede separarse y reciclarse a procesos que consumen hidrógeno, tales como procesos de hidrocraqueo. El acetileno producido por craqueo por vapor es preferiblemente hidrogenado selectivamente en etileno. Los alcanos comprendidos en el gas craqueado pueden reciclarse al proceso para convertir alcanos en olefinas.

El término "unidad de deshidrogenación de propano" cuando se utiliza aquí se refiere a una unidad de proceso petroquímico, en la que una corriente de alimentación de propano es convertida en un producto que comprende propileno e hidrógeno. De acuerdo con ello, el término "unidad de deshidrogenación de butano" se refiere a una unidad de proceso para convertir una corriente de alimentación de butano en olefinas C₄. Ambos procesos para la deshidrogenación de alcanos inferiores, tales como propano y butanos se describen como proceso de deshidrogenación de alcanos inferiores. Los procesos de deshidrogenación de alcanos inferiores son bien conocidos en la técnica e incluyen procesos de hidrogenación oxidativa y procesos de deshidrogenación no-oxidativa. En un proceso de deshidrogenación no-oxidativa, el calor de proceso es proporcionado por oxidación parcial de alcano(s) inferior(es) en la alimentación. En un proceso de deshidrogenación no-oxidativa, que se prefiere en el contexto de la presente invención, el calor de proceso para la reacción de deshidrogenación endotérmica es proporcionado por fuentes de calor externas, tales como gases de combustión calientes obtenidos quemando gas combustible o vapor. Por ejemplo, el proceso UOP Oleflex permite la deshidrogenación de propano para formar propileno y de (iso)butano para formar (iso)butileno (o mezclas de ellos) en la presencia de un catalizador que contiene platino soportado sobre alúmina en un reactor de lecho móvil, ver, por ejemplo, el documento US 4.827.072. El proceso Uhde STAR permite la deshidrogenación de propano para formar propileno o de butano para formar butileno en la presencia de un catalizador de platino promocionado soportado sobre una espinela de cinc-alúmina; ver por ejemplo el documento US 4.926.005. El proceso STAR ha sido mejorado recientemente aplicando el principio de oxideshidrogenación. En una zona adiabática secundaria en el reactor, parte del hidrógeno del producto intermedio es convertido selectivamente con oxígeno añadido para formar agua. Esto desvía el equilibrio termodinámico hacia conversión más alta y para conseguir mayor rendimiento. También el calor externo requerido para la reacción de deshidrogenación endotérmica es suministrado parcialmente por la conversión exotérmica de hidrógeno. El proceso Lummus Catofin emplea un número de reactores de lecho fijo que funcionan sobre una base cíclica. El catalizador es alúmina activada impregnada con cromo al 18-20 % en peso; ver, por ejemplo, los documentos EP 0 192 059 A1 y GB 2 162 082 A. Se ha informado que el proceso Catofin es robusto y capaz de manipular impurezas, que contaminarían un catalizador de platino. Los productos producidos por un proceso de deshidrogenación de butano dependen de la naturaleza del butano alimentado y del proceso de deshidrogenación de butano utilizado. Además, el proceso Catofin permite la deshidrogenación de butano para formar butileno; ver, por ejemplo, el documento US 7.622.623.

Otros aspectos, formas de realización y ventajas del proceso de la presente invención se describen con más detalle a continuación. Además, debe entenderse que la información anterior y la descripción detallada siguiente son ejemplos meramente ilustrativos de varios aspectos y realizaciones, y están destinados a proporcionar una visión general o marco para comprender la naturaleza y carácter de las características y realizaciones reivindicadas. El dibujo que se acompaña es ilustrativo y está previsto para la mejor comprensión de los varios aspectos y realizaciones del proceso de la invención.

Un diagrama de flujo de proceso que incluye un proceso de hidroprocesamiento integrado y un sistema como se indica por el número de referencia 101 se muestra en la figura 1. El sistema 101 integrado incluye una zona de hidroprocesamiento selectivo, una zona de pirólisis de vapor, una zona de separación de producto y una zona de coquizador.

La zona de hidroprocesamiento selectivo incluye una zona de reacción de hidroprocesamiento 5, es decir, una primera unidad de hidrocraqueo, que tiene una entrada 4 para recibir una mezcla 3 que contiene una alimentación de petróleo crudo 1, una corriente de producto líquido 46 del coquizador desde una zona de la unidad de coqueo 41, hidrógeno 27 reciclado desde la unidad 20 y/o unidad 56, es decir, unidades seleccionadas del grupo de una unidad de craqueo de vapor de gas, una unidad de deshidrogenación de butanos una unidad de deshidrogenación de propano, una unidad de deshidrogenación combinada de propano-butanos, o una combinación de estas unidades e hidrógeno de relleno cuando sea necesario (no mostrado). La zona de reacción de hidroprocesamiento 5 incluye, además, una salida para descargar un efluente hidroprocesado 6. El efluente hidroprocesado 6 puede ser reciclado

parcialmente como corriente 7 a la entrada de la zona de reacción de hidroprocesamiento 5, es decir, una primera unidad de hidrocrackeador.

5 La parte 8 restante de efluentes del reactor 6 de la zona de reacción de hidroprocesamiento 5 se envía a un separador de alta presión 9. Las partes superiores del separador 11 son limpiadas en una unidad de amina 48 y se pasa una corriente de gas 49 rica en hidrógeno resultante a un compresor 50 de reciclado que debe utilizarse como un gas reciclado 51 en el reactor de hidroprocesamiento. Una corriente del fondo 10 desde el separador de alta presión 9, que está en una fase sustancialmente líquida, es refrigerada e introducida como corriente 13 en un separador frío de baja presión 14, donde es separada en una corriente de gas 15, es decir, una corriente que comprende LPG, y una corriente líquida 29. Una fase líquida residual 12 desde el separador de alta presión 9 y una fase líquida residual 31 desde el separador frío 14 de baja presión puede ser reciclada a la entrada de la zona de reacción de hidroprocesamiento 5, es decir, una primera unidad de hidrocrackeo. Gases 15 del separador frío de baja presión 14 incluyen hidrógeno, H₂S, NH₃ e hidrocarburos ligeros tales como hidrocarburos C1-C4.

15 La corriente 15 que comprende LPG es separada, además, en la unidad 16 en una o más corrientes individuales 17, 18, 19 seleccionadas del grupo de una corriente que comprende hidrógeno, una corriente que comprende metano, una corriente que comprende etano, una corriente que comprende butanos, una corriente que comprende propano, una corriente que comprende C1-minus, una corriente que comprende C3-minus, una corriente que comprende C1-C2, una corriente que comprende C3-C4, una corriente que comprende C2-C3, una corriente que comprende C1-C3, 20 una corriente que comprende C1-C4, una corriente que comprende C2-C4, una corriente que comprende C2- minus, una corriente que comprende C4-minus. Aunque sólo se han mostrado tres corrientes 17, 18, 19, es posible, naturalmente, tener más corrientes individuales. La corriente 17 se envía a una unidad de craqueo de vapor de gas 56, y el efluente 57 de la unidad de craqueo de vapor de gas se envía a una sección de separación 22. Ejemplos de corriente 17 son una corriente que comprende etano, una corriente que comprende C1-C2 y una corriente que 25 comprende C2-minus.

Estas corrientes 18, 19 individuales son procesadas, además, en la unidad 20, donde la unidad 20 debe entenderse como al menos una unidad seleccionada del grupo de una unidad de deshidrogenación de butanos, una unidad de deshidrogenación de propano, una unidad combinada de propano-butanos, o una combinación de estas unidades 30 para producir corriente(s) de productos mixtos 21. La unidad 20 comprende también una sección 22 separada para separar la(s) corriente(s) de productos mixtos 21 en corrientes 39, 40, 23 individuales, para recuperar, entre otras cosas, olefinas y aromáticos de corriente(s) de productos mixtos 21 separados. La sección de separación 22 puede comprender varias unidades de separación. Aunque sólo se han mostrado aquí tres corrientes 39, 40, 23, es posible, naturalmente, tener más corrientes individuales. Además, si una corriente que procede de la unidad 22 comprende 35 hidrocarburos pesados, por ejemplo aceite combustible de pirólisis recuperado de la(s) corriente(s) de productos mixtos 21, es posible reciclar el aceite combustible de pirólisis en la entrada de la primera y/o de la segunda zona de hidrocrackeo. El vapor 25 es una corriente que comprende principalmente hidrógeno. Una corriente que comprende metano puede ser separada en la unidad 22 y reciclada al crackeador de vapor de la unidad 20, pero también a las unidades de deshidrogenación de la unidad 20 que debe utilizarse aquí como combustible para quemadores y/o 40 calentadores. La corriente de hidrógeno 25 se pasa entonces a una unidad de purificación de hidrógeno 26, tal como una unidad de adsorción oscilante de presión (PSA) para obtener una corriente de hidrógeno 27 con una pureza de 99,9%+, o cualquier otra tecnología de purificación de hidrógeno apropiada. La corriente de hidrógeno purificado 27 es reciclada entonces de retorno para servir como una porción 95 mayor del hidrógeno requerido para la zona de reacción de hidroprocesamiento 5, o una parte 28 de la misma es reciclada de retorno para servir como una porción 45 mayor del hidrógeno requerido para la segunda zona de hidrocrackeo 34.

Aunque la segunda zona de hidrocrackeo 34 se ha mostrado aquí como una caja individual, en la presente descripción el número de referencia 34 debe entenderse como una zona de hidrocrackeo, es decir, una zona de hidrocrackeo que comprende una o más unidades seleccionadas del grupo de Hidrocrackeo de Alimentación (FHC), 50 Hidrocrackeo de Gasolina (GHC), Apertura del Anillo Aromático, Hidrocrackeo (gasóleo en vacío) e Hidrocrackeo de Residuo (residuo de vacío), incluyendo secciones de separación.

Toda o una porción de la corriente líquida 30 sirve como la alimentación 33 a la segunda zona de hidrocrackeo 34. La segunda zona de hidrocrackeo 34 produce un segundo efluente, que comprende una corriente 36 que 55 comprende BTXE, una corriente 35 que comprende LPG, y una corriente líquida residual 37. La corriente 37 puede ser procesada posteriormente como corriente 38 en la zona de la unidad de coqueo 41, o como una corriente 47 que debe enviarse a la primera zona de hidrocrackeo 5.

En realizaciones adicionales, una zona de separación 32 está incluida curso arriba de la sección 34. La corriente 30 60 es fraccionada, por ejemplo, por destilación o centelleo, en una fase líquida residual 52 (que debe enviarse a la unidad de coqueo 41) y una fase más ligera 33 (que debe enviarse a una segunda zona de hidrocrackeo 34). La

fase líquida residual 52 puede ser separada en al menos dos corrientes, es decir, una corriente 53 y una corriente 54, donde la corriente 53 es enviada a la zona de reacción de hidroprocesamiento 5 y la corriente 54 es enviada a la unidad de coqueo 41. En una realización, en la que la segunda zona de hidrocrackeo 34 no está presente, la alimentación o corriente 30 es craqueada térmicamente en la zona de coqueo 41 en condiciones efectivas para producir coque 42 y el producto líquido 43 del coquizador, donde el producto líquido del coquizador 43 es reciclado a la primera zona de hidrocrackeo 5 y donde se recupera coque de petróleo.

La zona del coquizador 41 puede incluir una unidad de coqueo (o series de operaciones unitarias, que incluyen unidades de pretratamiento) que convierte los residuos o restos de valor comparativamente bajo en gases de hidrocarburos de bajo peso molecular, nafta, gasóleos ligeros y pesados, y coque de petróleo.

En un proceso que emplea la disposición mostrada en la figura 1, una materia prima de petróleo crudo 1 y productos líquidos 46 del coquizador se mezclan con una cantidad efectiva de hidrógeno 27 y 51 (y opcionalmente hidrógeno de relleno, no mostrado), y se carga la mezcla 4 en la entrada de la zona de reacción de hidroprocesamiento selectivo 5 a una temperatura en el rango de 200°C a 600°C.

La zona de reacción de hidroprocesamiento 5 funciona bajo parámetros efectivos para hidrometalizar, hidroaromatizar, hidrodesnitrogenar, hidrodesulfurar y/o hidrocrackear materia prima de petróleo que, en ciertas realizaciones, es petróleo crudo. En ciertas realizaciones, el hidroprocesamiento se realiza utilizando las siguientes condiciones: temperatura operativa en el rango de 200°C a 600°C; presión operativa en el rango de 0,2 a 20 MPa, y una velocidad del espacio hora líquida (LHSV) en el rango de 0,1 h⁻¹ a 10 h⁻¹.

Las fracciones líquidas residuales 38 pueden prepararse en una unidad de acondicionamiento de la materia prima (no mostrada) para producir una materia prima seca del coquizador. Esta materia prima para la zona 41 de la unidad de coquizador se puede ajustar a una temperatura efectiva, por ejemplo 400-500°C dentro de una unidad de proceso de coquización, causando craqueo térmico que produce coque y productos líquidos del coquizador. El coque 42 es retirado de tambores de coque y en ciertas realizaciones posee un contenido de azufre significativamente inferior a 3,0 % en peso y en otras realizaciones inferior a 1,5 % en peso antes de la calcinación. El resto del material producido en líquido de la cabecera 43 del coquizador que está altamente insaturado. Una fracción 45 ligera de este líquido de la cabecera 43 del coquizador se puede separar en la unidad 44 y se puede combinar con la corriente 15 que comprende LPG. La parte restante del líquido de la cabecera 43 del coquizador será enviado como corriente 46 a la entrada de la primera unidad de hidrocrackeo 5, como una fracción pesada, donde el material está saturado para maximizar la producción de olefinas y productos aromáticos. En una realización específica, especialmente cuando la corriente 43 contiene una cantidad suficiente de olefinas, la corriente 43 se puede enviar (parcialmente como una corriente 55 a la unidad de separación 22. En otra realización específica (no mostrada) es posible también enviar (una parte de) corriente 45 directamente a la unidad de separación 22. También es posible que la corriente líquida residual 37 eluda la zona del coquizador 41 como una corriente 47, cuya corriente 47 es retornada, como una corriente 46, a la entrada de la primera zona de hidrocrackeo 5. En realizaciones específicas, también es posible que la corriente 46 sea enviada (parcialmente) al separador de alta presión 9, es decir, eludir la primera zona de hidrocrackeo 5.

Como se ha mencionado anteriormente, la segunda zona de hidrocrackeo 34 es una zona de hidrocrackeo que comprende una o más unidades seleccionadas del grupo de Hidrocrackeo de Alimentación (FHC), Hidrocrackeo de Gasolina (GHC), Apertura del Anillo Aromático, Hidrocrackeo (gasóleo en vacío) e Hidrocrackeo de Residuo (residuo en vacío). Las condiciones preferidas de FHC incluyen una temperatura de 300-550 °C, una presión manométrica de 300-5000 kPa y una Velocidad Espacial Horaria Ponderal de 0,1-10 h⁻¹. Más preferido, condiciones de hidrocrackeo de la alimentación (FHC) incluyen una temperatura de 300-450 °C, una presión manométrica de 300-5000 kPa y una Velocidad Espacial Horaria Ponderal de 0,1-10 h⁻¹. Condiciones FHC todavía más preferidas optimizadas para la apertura del anillo de hidrocarburos aromáticos incluyen una temperatura de 300-400 °C, una presión manométrica de 600-3000 kPa y una Velocidad Espacial Horaria Ponderal de 0,2-2 h⁻¹. Las condiciones preferidas de craqueo de gasolina (GHC) incluyen una temperatura de 300-580 °C, más preferido de 400-580°C y todavía más preferido de 430-530°C, una presión manométrica de 0,3-5 MPa, más preferido una presión manométrica de 0,6-3 MPa, particularmente preferido una presión manométrica de 1-2 MPa y más preferido una presión manométrica de 1,2-1,6 MPa, y una Velocidad Espacial Horaria Ponderal (WHSV) de 0,1-20 h⁻¹, más preferido una Velocidad Espacial Horaria Ponderal de 0,2-15 h⁻¹ y más preferido una Velocidad Espacial Horaria Ponderal de 0,4-10 h⁻¹. El proceso de apertura del anillo aromático (proceso ARO, ver por ejemplo, el documento US 7.513.988) puede comprender saturación del anillo aromático a una temperatura de 100-500 °C, preferiblemente 200-500 °C, más preferiblemente 300-500 °C, a una presión de 2-10 MPa junto con 1-30 % en peso, preferiblemente 5-30 % en peso de hidrógeno en la presencia de un catalizador de hidrogenación aromático y escisión del anillo a una temperatura de 200-600 °C, preferiblemente 300-400 °C, una presión de 1-12 MPa junto con 1-20 % en peso de hidrógeno en la presencia de un catalizador de escisión del anillo, en donde dicha saturación del anillo aromático y la

ES 2 714 750 T3

escisión del anillo se pueden realizar en un reactor o en dos reactores consecutivos. Las condiciones del proceso utilizadas para hidrocraqueo incluyen generalmente una temperatura del proceso de 200-600 °C, presiones elevadas de 0,2-20 MPa, velocidades espaciales entre 0,1-20 h⁻¹, en donde la cantidad de hidrógeno está relacionada con la materia prima de hidrocarburos.

5

REIVINDICACIONES

1.- Un proceso de hidrocrqueo integrado para producción de productos petroquímicos olefinicos y aromáticos a partir de una materia prima de hidrocarburos que comprende petróleo crudo, comprendiendo el proceso:

5 tratar la materia prima que comprende petróleo crudo y un producto líquido de coquizador en una primera zona de hidrocrqueo en la presencia de hidrógeno en condiciones efectivas para producir un primer efluente que tiene un contenido incrementado de hidrógeno;

10 separar el primer efluente en una primera corriente que comprende LPG y una corriente de fase líquida; separar dicha corriente que comprende LPG en una o más corrientes seleccionados del grupo de una corriente que comprende hidrógeno, una corriente que comprende metano, una corriente que comprende etano, una corriente que comprende butanos, una corriente que comprende propano, una corriente que comprende C1-minus, una corriente que comprende C3-minus, una corriente que comprende C1-C2, una corriente que comprende C3-C4, una corriente que comprende C2-C3, una corriente que comprende C1-C3, una corriente que comprende C1-C4, una corriente que comprende C2-C4, una corriente que comprende C2-minus, una corriente que comprende C4-minus;

15 procesar, además, una o más corrientes obtenidas de esta manera en una unidad de craqueo por vapor y al menos una unidad seleccionada del grupo de una unidad de deshidrogenación de butanos, una unidad de deshidrogenación de propano, una unidad combinada de deshidrogenación de propano-butanos, o una combinación de sus unidades para producir una(s) corriente(s) de productos mixtos, en donde una o más corrientes seleccionadas del grupo de dicha corriente que comprende etano, dicha corriente que comprende C2-minus y dicha corriente que comprende C1-C2 es alimentada a dicha unidad de craqueo por vapor, y en donde dichas corrientes que comprenden propano y butano son alimentadas a dichas unidades de deshidrogenación;

20 alimentar dicha(s) corriente(s) de productos mixtos desde dicha unidad de craqueo por vapor y al menos una unidad, seleccionada del grupo de una unidad de deshidrogenación de butanos, una unidad de deshidrogenación de propano, una unidad combinada de deshidrogenación de propano-butanos, o una combinación de sus unidades a una segunda sección de separación;

25 craquear térmicamente la alimentación de fase líquida en condiciones efectivas para producir coque y el producto líquido del coquizador, en donde el producto líquido del coquizador es reciclado a la primera zona de hidrocrqueo y en donde al coque de petróleo es recuperado;

30 separar la(s) corriente(s) de productos mixtos para recuperar olefinas y aromáticos.

2.- El proceso de la reivindicación 1, que comprende, además:

35 tratar dicha alimentación de fase líquida en una segunda zona de hidrocrqueo en la presencia de hidrogeno en condiciones efectivas para producir un segundo efluente que tiene un contenido incrementado de hidrógeno;

recuperar desde el segundo efluente de dicha segunda zona de hidrocrqueo una corriente que comprende BTXE. una corriente que comprende LPG y una corriente de líquido residual.

40 3.- El proceso de acuerdo con la reivindicación 2, que comprende craquear térmicamente dicha corriente de líquido residual en condiciones efectivas para producir coque y el producto líquido del coquizador, en donde el (los) producto(s) líquido(s) del coquizador es (son) reciclado(s) a la entrada de la primera zona de hidrocrqueo y/o la segunda zona de hidrocrqueo, y en donde se recupera coque de petróleo.

45 4.- El proceso de acuerdo con la reivindicación 2, que comprende, además, combinar la corriente que comprende LPG que se origina desde dicha primera zona de hidrocrqueo con la corriente que comprende LPG que se origina desde dicha segunda zona de hidrocrqueo.

50 5.- El proceso de una o más de las reivindicaciones precedentes que, comprende, además, recuperar productos de vapor a partir del (los) producto(s) líquido(s) de coquizador y combinar los productos de vapor recuperador de esta manera con la(s) corriente(s) que comprende(n) LPG.

55 6.- El proceso de una o más de las reivindicaciones precedentes que, comprende, además, separar desde el primer efluente que se origina desde dicha primera zona de hidrocrqueo y el efluente que se origina desde dicha segunda zona de hidrocrqueo unas fracciones líquidas residuales y reciclar dichas fracciones líquidas residuales a la entrada de la primera zona de hidrocrqueo y a la segunda zona de hidrocrqueo.

7.- El proceso de una o más de las reivindicaciones precedentes que, comprende, además, recuperar metano desde la(s) corriente(s) de productos mixtos separados y reciclar dicho metano al craqueador de vapor que debe utilizarse como combustible para quemadores y/o calentadores.

- 8.- El proceso de una o más de las reivindicaciones precedentes que, comprende, además, recuperar y purificar hidrógeno desde la(s) corriente(s) de productos mixtos separados y reciclarla(s) a la entrada de la primera y/o segunda zonas de hidrocrqueo.
- 5 9.- El proceso de una o más de las reivindicaciones precedentes que, comprende, además, recuperar aceite combustible de pirolisis desde la(s) corriente(s) de productos mixtos separados y reciclarlo a la entrada de la primera y/o segunda zonas de hidrocrqueo.
- 10 10.- El proceso de una o más de las reivindicaciones precedentes, en donde dicha primera zona de hidrocrqueo comprende un proceso de hidrocrqueo que funciona en condiciones de proceso que comprende una temperatura de 200-600 °C, presiones elevadas de 0,2-20 MPa, y velocidades espaciales entre 0,1-10 h-1, preferiblemente una temperatura de proceso de 350-450 °C y una presión manométrica de 2-20 MPa.
- 15 11.- El proceso de una o más de las reivindicaciones 2 a 10, en donde dicha segunda zona de hidrocrqueo comprende una o más unidades seleccionadas del grupo de Hidrocrqueo de Alimentación (FHC), Hidrocrqueo de Gasolina (GHC), Apertura del Anillo Aromático, Hidrocrqueo (gasóleo en vacío) e Hidrocrqueo de Residuo (residuo de vacío).
- 20 12.- El proceso de acuerdo con la reivindicación 11, en donde las condiciones de FHC incluyen una temperatura de 300-550 °C, una presión manométrica de 300-5000 kPa y una Velocidad Espacial Horaria Ponderal de 0,1-10 h-1, preferido una temperatura de 300-450 °C, una presión manométrica de 300-5000 kPa y una Velocidad Espacial Horaria Ponderal de 0,1-10 h-1, más preferido una temperatura de 300-450 °C, una presión manométrica de 300-5000 kPa y una Velocidad Espacial Horaria Ponderal de 0,1-10 h-1, más preferido incluyen una temperatura de 300-400 °C, una presión manométrica de 600-3000 kPa y una Velocidad Espacial Horaria Ponderal de 0,2-2 h-1.
- 25 13.- El proceso de acuerdo con la reivindicación 11, en donde las condiciones de craqueo de gasolina (GHC) incluyen una temperatura de 300-580 °C, preferido de 400-580°C y más preferido de 430-530°C, una presión manométrica de 0,3-5 MPa, preferido a una presión manométrica de 0,6-3 MPa, más preferido a una presión manométrica de 1-2 MPa y todavía más preferido a una presión manométrica de 1,2-1,6 MPa, y una Velocidad Espacial Horaria Ponderal (WHSV) de 0,1-20 h-1, preferido a una Velocidad Espacial Horaria Ponderal de 0,2-15 h-1 y más preferido a una Velocidad Espacial Horaria Ponderal de 0,4-10 h-1.
- 30 14.- El proceso de acuerdo con la reivindicación 11, en donde el proceso de apertura del anillo aromático comprende saturación del anillo aromático a una temperatura de 100-500 °C, preferiblemente 200-500 °C, más preferiblemente 300-500 °C, a una presión de 2-10 MPa junto con 1-30 % en peso, preferiblemente 5-30 % en peso de hidrógeno (en relación a la materia prima de hidrocarburos) en la presencia de un catalizador de hidrogenación aromático y escisión del anillo a una temperatura de 200-600 °C, preferiblemente 300-400 °C, una presión de 1-12 MPa junto con 1-20 % en peso de hidrógeno (en relación a la materia prima de hidrocarburos) en la presencia de un catalizador de escisión del anillo, en donde dicha saturación del anillo aromático y la escisión del anillo se pueden realizar en un reactor o en dos reactores consecutivos.
- 35 40

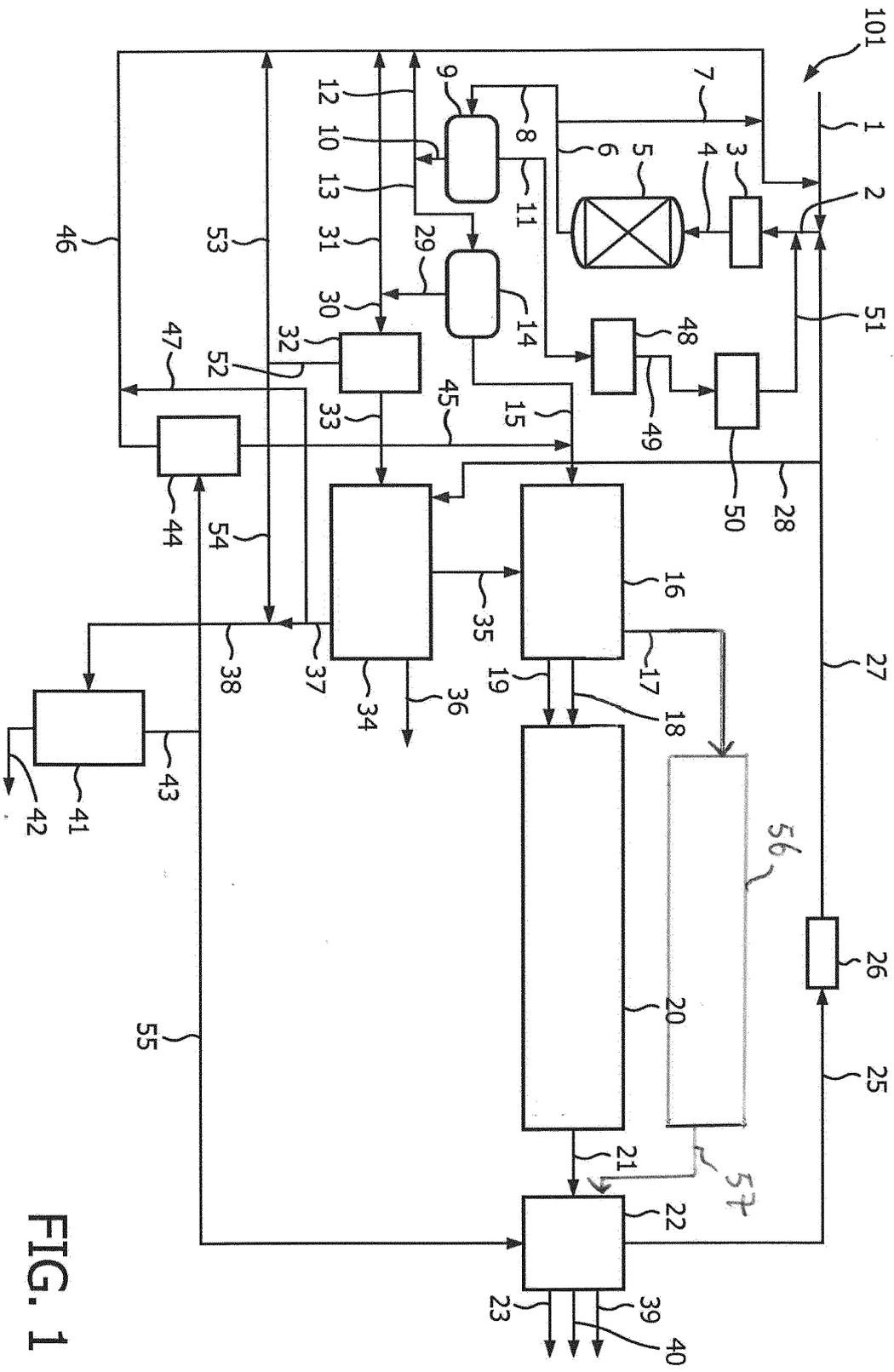


FIG. 1