

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 672 371**

51 Int. Cl.:

C07C 7/04	(2006.01)
C07C 15/08	(2006.01)
C10G 25/00	(2006.01)
C10G 11/00	(2006.01)
C07C 7/12	(2006.01)
C07C 7/00	(2006.01)
B01D 3/14	(2006.01)
C10G 7/00	(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **16.12.2010 PCT/US2010/060631**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **01.03.2012 WO12026956**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **16.12.2010 E 10856533 (4)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **18.04.2018 EP 2609059**

54 Título: **Conservación de energía en la destilación de hidrocarburos pesados**

30 Prioridad:

25.08.2010 US 868309

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

14.06.2018

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**WERBA, GREGORY R.;
CORRADI, JASON T.;
ZHU, XIN X.;
ABLIN, DAVID W. y
ULAS ACIKGOZ, SAADET**

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 672 371 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

Conservación de energía en la destilación de hidrocarburos pesados

Declaración de prioridad

5 Esta solicitud reivindica la prioridad de la Solicitud de EE. UU. N° 12/868.309 presentada el 25 de agosto de 2010.

Campo de la invención

10 Esta invención se refiere a un procedimiento mejorado para ahorros de energía en la destilación de hidrocarburos. Más específicamente, la presente invención trata de la conservación de energía dentro de un complejo de procesamiento de compuestos aromáticos que produce isómeros de xileno.

Antecedentes de la invención

15 Los isómeros de xileno se producen en grandes volúmenes a partir de petróleo como materias primas para una variedad de productos químicos industriales importantes. El más importante de los isómeros de xileno es el paraxileno, la principal materia prima para el poliéster, que continúa disfrutando de un alto grado de crecimiento a partir de una gran demanda de base. El ortoxileno se usa para producir anhídrido ftálico, que abastece a mercado de gran volumen pero relativamente maduros. El metaxileno se usa en volúmenes menores pero crecientes para productos tales como plastificantes, colorantes azoicos y conservantes para madera. Generalmente, está presente etilbenceno en las mezclas de xilenos y ocasionalmente se recupera para la producción de estireno, que habitualmente se considera un componente menos deseable de los compuestos aromáticos C₈.

20 Entre los hidrocarburos aromáticos, la importancia global de los xilenos rivaliza con la del benceno como una materia prima para productos químicos industriales. Los xilenos y el benceno se producen a partir de petróleo al reformar nafta pero no en volumen suficiente para satisfacer la demanda, así, es necesaria la conversión de otros hidrocarburos para incrementar el rendimiento de xilenos y benceno. A menudo, se desalquila tolueno para producir benceno o se desproporciona selectivamente para dar benceno y compuestos aromáticos C₈ a partir de los cuales se recuperan los isómeros de xileno individuales.

25 Un esquema de flujo de complejos de compuestos aromáticos ha sido divulgado por Meyers en the Handbook of Petroleum Refining Processes, 2ª Edición en 1997 de McGraw-Hill.

30 Los complejos de compuestos aromáticos que producen xilenos son consumidores sustanciales de energía, notablemente en operaciones de destilación para preparar materias primas y separar productos de procedimientos de conversión. La separación de xilenos de compuestos aromáticos pesados ofrece en particular un potencial sustancial para ahorros de energía. La conservación de energía en estos procedimientos no solo reduciría los costes de procesamiento sino que también afrontaría problemas actuales acerca de emisiones de carbono.

Sumario de la invención

35 Una realización amplia de la presente invención es un procedimiento para producir un isómero de xileno individual a partir de corrientes de alimentación que contienen compuestos aromáticos C₈ y compuestos aromáticos C₉ y más pesados. El procedimiento comprende: (a) Un procedimiento de destilación que comprende dos columnas de xileno que separan compuestos aromáticos C₈ de compuestos aromáticos C₉ y más pesados contenidos en al menos una corriente de alimentación de punto de ebullición inferior y al menos una corriente de alimentación de punto de ebullición superior. La corriente de alimentación de punto de ebullición superior tiene un contenido superior de compuestos aromáticos C₉ y más pesados que la al menos una corriente de alimentación de punto de ebullición inferior. El procedimiento de destilación comprende destilar la al menos una corriente de alimentación de punto de ebullición superior en una primera columna de xileno a una primera presión para separar una primera corriente de compuestos aromáticos C₈ de una primera corriente de compuestos aromáticos C₉ y más pesados, y destilar la al menos una corriente de alimentación de punto de ebullición inferior en una segunda columna de xileno a una segunda presión para separar una segunda corriente de compuestos aromáticos C₈ de una segunda corriente de compuestos aromático C₉ y más pesados. La segunda presión es superior que la primera presión, y una corriente superior procedente de la segunda columna de xileno intercambia calor con un hervidor de la primera columna de xileno. (b) Un procedimiento de separación de isómeros de xileno para recuperar el isómero de xileno individual de una o ambas de las corrientes de compuestos aromáticos C₈ primera y segunda al inyectar una o ambas corrientes de compuestos aromáticos C₈ y una corriente desorbente en un procedimiento de adsorción para obtener una primera mezcla que comprende el isómero de xileno individual y desorbente y una segunda mezcla que comprende un refinado y desorbente. (c) Un procedimiento de recuperación de desorbente para separar la primera mezcla de la etapa (b) al destilar la primera mezcla en una columna de extracción a una presión de trabajo de al menos 300 kPa para producir una corriente que comprende el isómero de xileno individual y una corriente de desorbente, y devolver

la corriente de desorbente al procedimiento de separación de isómero de xileno. Una corriente superior de la primera columna de xileno de la etapa (a) proporciona calor a un hervidor de la columna de extracción.

Objetivos, realizaciones y detalles adicionales de esta invención se pueden obtener e inferir de la siguiente descripción detallada de la invención.

Breve descripción de los dibujos

La FIG. 1 ilustra esquemáticamente un complejo de compuestos aromáticos en el que se podrían aplicar conceptos de ahorros de energía.

La FIG. 2 ilustra un complejo de compuestos aromáticos en el que se aplica conservación de energía.

La FIG. 3 muestra la aplicación de conservación de energía en la destilación de compuestos aromáticos C_8 de compuestos aromáticos pesados.

La FIG. 4 ilustra ejemplos de unidades específicas dentro de un complejo de compuestos aromáticos en el que el intercambio térmico directo podría conseguir ahorros de energía.

La FIG. 5 ilustra un complejo de compuestos aromáticos en el que se aplican algunos de los conceptos de ahorros de energía descritos en la presente como un suplemento o sustituto de otros ahorros de energía.

La FIG. 6 ilustra la generación de vapor de agua a partir de unidades específicas dentro de un complejo de compuestos aromáticos.

Descripción detallada de la invención

La corriente de alimentación al presente procedimiento comprende generalmente hidrocarburos alquilaromáticos de fórmula general $C_6H_{(6-n)}R_n$, donde n es un número entero de 0 a 5 y cada R puede ser CH_3 , C_2H_5 , C_3H_7 o C_4H_9 , en cualquier combinación. La corriente de alimentación rica en compuestos aromáticos al procedimiento de la invención se puede derivar de una variedad de fuentes, incluyendo sin limitación reformado catalítico, pirólisis al vapor de agua de nafta, destilados u otros hidrocarburos para dar olefinas ligeras y subproductos ricos en compuestos aromáticos más pesados (incluyendo material en el intervalo de la gasolina denominado a menudo "pigas") y craqueo catalítico o térmico de destilados y aceites pesados para dar productos en el intervalo de la gasolina. Los productos de pirólisis u otras operaciones de craqueo generalmente se hidrogenarán según procedimientos muy conocidos en la industria antes de cargarse al complejo a fin de retirar azufre, olefinas y otros compuestos que afectaría a la calidad del producto y/o dañarían los catalizadores o adsorbentes empleados en los mismos. El aceite de ciclo ligero procedente del craqueo catalítico también se puede hidrotatar y/o hidrocraquear beneficiosamente según una tecnología conocida para dar productos en el intervalo de la gasolina; el hidrotatamiento también incluye el reformado catalítico para dar la corriente de alimentación rica en compuestos aromáticos. Si la corriente de alimentación es un reformado catalítico, el dispositivo de reformado se hace funcionar preferiblemente a alta intensidad para alcanzar un alto rendimiento de compuestos aromáticos con una baja concentración de compuestos no aromáticos en el producto.

La FIG. 1 es un diagrama de flujo simplificado de un complejo de procesamiento de compuestos aromáticos típico de la técnica anterior dirigido a la producción de al menos un isómero de xileno. El complejo puede procesar una alimentación rica en compuestos aromáticos que se ha derivado, por ejemplo, de un reformado catalítico. Habitualmente, esta corriente se habrá tratado para retirar compuestos olefínicos y productos finales ligeros, p. ej., butanos e hidrocarburos más ligeros y preferiblemente pentanos; sin embargo, esta retirada no es esencial para la práctica de los amplios aspectos de esta invención. La corriente de alimentación que contiene compuestos aromáticos contiene benceno, tolueno y compuestos aromáticos C_8 y contiene típicamente compuestos aromáticos superiores e hidrocarburos alifáticos incluyendo naftenos.

La corriente de alimentación se hace pasar a través del conducto 10 a través de un termointercambiador 12 al distribuidor 14 del reformado y se destila para separar una corriente que comprende compuestos aromáticos C_8 y más pesados, retirada como una corriente de fondo en el conducto 16, de tolueno e hidrocarburos más ligeros recuperados en la parte superior a través del conducto 18. El tolueno y los hidrocarburos más ligeros se envían a una unidad 20 de procesamiento de destilación extractiva que separa un refinado en gran parte alifático en el conducto 21 desde una corriente de compuestos aromáticos de benceno-tolueno en el conducto 22. La corriente de compuestos aromáticos en el conducto 22 se separa, junto con un producto de transalquilación separado en el conducto 45 y en la parte superior de la columna de acabado de paraxileno en el conducto 57, en la columna 23 de benceno en una corriente de benceno en el conducto 24 y una corriente de tolueno y compuestos aromáticos más

pesados en el conducto 25 que se envía a una columna 26 de tolueno. El tolueno se retira por la parte superior de esta columna en el conducto 27 y se puede enviar parcialmente o totalmente a una unidad 40 de transalquilación según se muestra y analiza posteriormente en la presente.

5 Una corriente de fondo procedente de la columna 26 de tolueno se hace pasar a través del conducto 28, junto con la corriente de fondo procedente del distribuidor del reformado en el conducto 16, después de tratar a través de un dispositivo 17 de tratamiento con arcilla, y el reciclado de compuestos aromáticos C_8 en el conducto 65, hasta la columna 30 de xileno. El fraccionador 30 separa compuestos aromáticos C_8 concentrados como corriente superior en el conducto 31 de una corriente de alto punto de ebullición que comprende compuestos aromáticos C_9 , C_{10} y más pesados como una corriente de fondo en el conducto 32. Esta corriente de fondo se hace pasar en el conducto 32 a la columna 70 de compuestos aromáticos pesados. La columna de compuestos pesados proporciona una corriente superior en el conducto 71 que contiene C_9 y al menos algunos de los compuestos aromáticos C_{10} , con compuestos de punto de ebullición superior, principalmente compuestos alquilaromáticos C_{11} y superiores, retirándose como una corriente de fondo a través del conducto 72.

15 Los compuestos aromáticos C_9+ procedentes de la columna de compuestos pesados en el conducto 71 se combina con la corriente superior que contiene tolueno contenida en el conducto 27 como alimentación al reactor 40 de transalquilación, que contiene un catalizador de transalquilación según se conoce en la técnica para producir un producto de transalquilación que comprende compuestos aromáticos de benceno a $C_{11}+$ con xilenos como el foco. El producto de transalquilación en el conducto 41 se separa por arrastre en el separador 42 de arrastre para retirar gases en el conducto 43 e hidrocarburos C_6 y más ligeros que se devuelven a través del conducto 44 a la destilación 20 extractiva para la recuperación de compuestos aromáticos ligeros y la purificación de benceno. Las corrientes de fondo procedentes del separador de arrastre se envían en el conducto 45 a la columna 23 de benceno para recuperar producto de benceno y tolueno sin convertir.

25 La corriente superior de compuestos aromáticos C_8 proporcionada por el fraccionador 30 contiene paraxileno, metaxileno, ortoxileno y etilbenceno y pasa a través del conducto 31 al procedimiento 50 de separación de paraxileno. El procedimiento de separación funciona, preferiblemente a través de adsorción usando un desorbente, para proporcionar una mezcla de paraxileno y desorbente a través del conducto 51 a la columna 52 de extracción, que separa paraxileno a través del conducto 53 de desorbente devuelto en el conducto 54; el paraxileno se purifica en la columna 55 de acabado, dando un producto de paraxileno a través del conducto 56 y material ligero que se devuelve a la columna 23 de benceno a través del conducto 57. Una mezcla que no está en equilibrio de refinado de compuestos aromáticos C_8 y desorbente procedente del procedimiento 50 de separación se envía a través del conducto 58 a la columna 59 de refinado, que separa un refinado para la isomerización en el conducto 60 del desorbente devuelto en el conducto 61.

40 El refinado, que comprende una mezcla que no está en equilibrio de isómeros de xileno y etilbenceno, se envía a través del conducto 60 al reactor 62 de isomerización. El refinado se isomeriza en el reactor 62, que contiene un catalizador de isomerización para proporcionar un producto que se aproxima a las concentraciones en equilibrio de isómeros aromáticos C_8 . El producto se hace pasar a través del conducto 63 hasta el desheptanizador 64, que retira hidrocarburos C_7 y más ligeros con las corrientes de fondo que pasan a través del conducto 65 hasta la columna 30 de xileno para separar C_9 y materiales más pesados de los compuestos aromáticos C_8 isomerizados. El líquido de la corriente superior procedente del desheptanizador 64 se envía al separador 66 de arrastre, que retira materiales ligeros en la corriente superior en el conducto 67 de materiales C_6 y C_7 que se envían a través del conducto 68 a la unidad 20 de destilación extractiva para la recuperación de los valores de benceno y tolueno.

50 Existen muchas posibles variaciones de este esquema dentro de la técnica conocida, como reconocerá el experto normal. Por ejemplo, todo el reformado C_6 - C_8 o solamente la porción que contiene benceno se puede someter a extracción. El paraxileno se puede recuperar de una mezcla de compuestos aromáticos C_8 mediante cristalización en lugar de adsorción. El metaxileno así como el ortoxileno se puede recuperar mediante fraccionación. Alternativamente, la corriente C_9 más pesada o la corriente de compuestos aromáticos pesados se procesa usando una extracción con disolvente o destilación con disolvente con un disolvente polar o separación por arrastre con vapor de agua u otros medios para separar compuestos aromáticos muy condensados como una corriente residual procedente del reciclado C_9+ para transalquilación. En algunos casos, toda la corriente de compuestos aromáticos pesados se puede procesar directamente en la unidad de transalquilación. La presente invención es útil en estas y otras variantes de un esquema de procesamiento de compuestos aromáticos, aspectos del cual se describen en el documento US 6.740.788.

60 La separación de compuestos aromáticos C_8 de compuestos aromáticos pesados en el fraccionador 30 es una situación en la que el procedimiento de destilación de la invención generalmente es eficaz. Un procedimiento de destilación de la presente invención está representado por dos o más columnas de xileno que efectúa cada una sustancialmente la misma separación entre compuestos aromáticos C_8 y C_9+ contenidos en dos o más corrientes de alimentación internas o externas del complejo de compuestos aromáticos diseñadas como una primera y una segunda corrientes de alimentación. Preferiblemente, las dos corrientes comprender una primera corriente de alimentación que es de punto de ebullición superior y una segunda corriente de alimentación que es de punto de

ebullición inferior, en donde la primera corriente de alimentación de punto de fusión superior tiene un contenido superior de hidrocarburos C_9+ que la segunda corriente de alimentación. La invención comprende destilar la primera corriente de alimentación en al menos una primera columna de fraccionación a una presión inferior para separar una primera corriente de compuestos aromáticos C_8 de una primera corriente de compuestos aromáticos C_9 y más pesados, destilar la segunda corriente de alimentación en una segunda columna de fraccionación a una presión elevada para separar una segunda corriente de compuestos aromáticos C_8 de una segunda corriente de compuestos aromáticos C_9 y más pesados y hacer circular una corriente superior procedente de la segunda columna para proporcionar calor a un hervidor de la primera columna. La presión baja está típicamente entre 100 y 800 kPa y la presión elevada se elige para permitir la transferencia térmica desde la segunda columna a la primera y típicamente está al menos 400 kPa por encima de la presión baja. Este concepto de diferentes presiones en columnas paralelas es particularmente valioso cuando los componentes pesados presentes en la corriente de alimentación de punto de ebullición superior se someten a degradación a las temperaturas del hervidor necesarias para separar los componentes ligeros y pesados.

La segunda columna de fraccionación procesa una segunda corriente de alimentación con una concentración inferior de materiales pesados sometidos a descomposición que la alimentación a la primera columna, y la presión se puede así elevar más a fin de llevar a cabo ahorros de energía a través de termointercambio entre las columnas primera y segunda sin pérdida de rendimiento de producto o riesgo de obstrucción del equipo. Esta alimentación comprende preferiblemente la mayoría de o todos los compuestos aromáticos C_8 isomerizados procedentes del reactor de isomerización después de la desheptanización, pero también puede comprender otras corrientes de compuestos aromáticos C_8 con bajas concentraciones de compuestos aromáticos pesados. Esta corriente a la segunda columna contiene típicamente menos de 10% en peso de compuestos aromáticos C_9+ , más a menudo menos de 5% en peso de compuestos aromáticos C_9+ y frecuentemente menos de 2% en peso de compuestos aromáticos C_9+ . Efectivamente, el procedimiento comprende hacer funcionar la segunda columna a una presión que permitiera a la corriente superior proporcionar calor a un hervidor de la primera columna y, preferiblemente, un hervidor de al menos otra columna y/o un generador de vapor de agua en un complejo de procesamiento asociado.

En otra realización, el procedimiento comprende hacer funcionar la segunda columna de fraccionación a una presión que permitiera a la corriente superior proporcionar calor para generar vapor de agua útil en un complejo de procesamiento asociado. Además, el fraccionador de compuestos aromáticos C_8 puede comprender tres o más columnas que comprenden termointercambio adicional entre las corrientes superiores y los hervidores de un modo análogo a la descripción anterior.

La FIG. 2 es un complejo de compuestos aromáticos energéticamente eficaz que emplea un número de conceptos de la invención. Por facilidad de referencia, se emplea un sistema de numeración paralelo a los de las Figuras 1 y 2. La corriente de alimentación se hace pasar a través del conducto 110 a través de los termointercambiadores 112 y 113, que aumentan la temperatura de la corriente de alimentación, al distribuidor 114 de reformado. El termointercambio se suministra a través de los conductos 212 y 213, respectivamente, desde el producto de paraxileno neto y el desorbente recuperado procedentes del procedimiento de separación de paraxileno según se analiza más tarde en esta sección.

Como en la Figura 1, los compuestos aromáticos C_8 y más pesados se retiran como una corriente de fondo en el conducto 116 mientras que el tolueno y los hidrocarburos más ligeros recuperados en la corriente superior a través del conducto 118 se envían a una unidad 120 de procesamiento por destilación extractiva que separa un refinado en gran parte alifático en el conducto 121 de la corriente de productos aromáticos de benceno-tolueno en el conducto 122. La corriente de compuestos aromáticos en el conducto 122 se separa, junto con un producto de transalquilación separado por arrastre en el conducto 145 y en la corriente superior procedente de la columna de acabado de paraxileno en el conducto 157, en el fraccionador 123 en una corriente de benceno en el conducto 124 y una corriente de compuestos aromáticos de tolueno y más pesados en el conducto 125 que se envía a una columna 126 de tolueno. El tolueno se recupera en la corriente superior de esta columna en el conducto 127 y se puede enviar parcialmente o totalmente a una unidad 140 de transalquilación según se muestra y se analiza posteriormente en la presente.

Una corriente de fondo procedente de la columna 126 de tolueno se hace pasar a través del conducto 128, junto con la corriente de fondo procedente del distribuidor 116 del reformado, después de tratar a través de un dispositivo 117 de tratamiento con arcilla, y una corriente de purga de compuestos aromáticos pesados en el conducto 138, a la primera columna 130 de xileno de baja presión. La corriente de alimentación a esta columna se caracteriza como una corriente de alimentación de punto de ebullición superior, ya que generalmente contiene más de 5% en peso de compuestos aromáticos C_9+ y a menudo más de 10% en peso de compuestos aromáticos C_9+ . Otras corrientes de compuestos aromáticos C_8 que tienen contenidos significativos de compuestos aromáticos C_9 y más pesados, incluyendo corrientes obtenidas a partir de fuentes fuera del complejo, también se pueden añadir a esta corriente de alimentación de punto de ebullición superior; también se puede incluir una porción de la corriente de fondo del desheptanizador en la corriente 165 dependiendo de los balances de energía globales. La columna de xileno de baja presión separa una primera corriente de compuestos aromáticos C_8 concentrados como corriente superior en el conducto 131 desde una primera corriente de C_9 y más pesados de alto punto de ebullición que comprende compuestos aromáticos C_9 , C_{10} y más pesados como una corriente de fondo en el conducto 132.

Simultáneamente, una corriente de compuestos aromáticos C_8 isomerizados se hace pasar a través del conducto 165 a una segunda columna 133 de xileno de alta presión. Esta se caracteriza como una corriente de alimentación de punto de ebullición inferior que contiene una concentración inferior de materiales pesados para la descomposición que la alimentación a la columna 130, y la presión de la columna se puede incrementar así a fin de llevar a cabo ahorros de energía. Otras corrientes que contienen compuestos aromáticos C_8 que tienen contenidos similarmente bajos de compuestos aromáticos C_9 y más pesados, incluyendo corrientes obtenidas de fuentes fuera del complejo, también pueden estar contenidas en la corriente de alimentación a esta columna. La segunda columna de xileno separa una segunda corriente de compuestos aromáticos C_8 como corriente superior en el conducto 134 de una segunda corriente de C_9 y más pesados en el conducto 132. Al menos una porción del vapor de la corriente superior procedente de la columna de xileno de alta presión en el conducto 134 se emplea preferiblemente para calentar hasta ebullición la columna 130 de xileno de baja presión en el hervidor 135, saliendo como un fluido condensado al procedimiento 150 de separación de xileno en el conducto 136 así como un reflujo (no mostrado) a la columna 133. Además, la corriente superior en el conducto 134 se puede usar para proporcionar energía al hervidor de la columna 152 de extracción u otros servicios que se describen más tarde o serán evidentes para el experto normal.

La corriente de fondo de C_9+ que pasa al hervidor 137 puede proporcionar energía a través de una o ambas corrientes antes del hervidor en el conducto 270 y la corriente calentada procedente del hervidor en el conducto 259 para hacer hervir, respectivamente, una o ambas de la columna 170 de compuestos aromáticos pesados y la columna 159 de refinado; la corriente de fondo después del termointercambio se enviaría a la columna 170 de compuestos aromáticos pesados. Otros servicios de termointercambio similares serán evidentes para el experto normal. La corriente de fondo neta en el conducto 138 se hace pasar habitualmente a través de la columna 130 o se puede combinar en el conducto 139 directamente con la corriente en el conducto 132 hacia la columna 170 de compuestos pesados. La columna de compuestos pesados proporciona una corriente superior en el conducto 171 que contiene compuestos aromáticos C_9 y al menos algunos de los C_{10} , con compuestos de punto de ebullición superior, principalmente compuestos alquilaromáticos C_{11} y superiores, que se retiran como una corriente de fondo a través del conducto 172. Esta columna se puede calentar hasta ebullición mediante la corriente de fondo de la columna de xileno en el conducto 270, según se analiza anteriormente. El vapor superior procedente de las columnas 130 y 170 también puede generar vapor de agua, respectivamente, a través de los conductos 230 y 271 según se indica, sirviendo los líquidos condensados bien como reflujo a cada columna o bien como una corriente superior neta, respectivamente, en las corrientes 131 o 171.

Los compuestos aromáticos C_9+ procedentes de la columna de compuestos pesados en el conducto 171 se combinan con la corriente superior que contiene tolueno contenida en el conducto 127 como alimentación al reactor 140 de transequilación para producir un producto de transequilación que contiene xilenos. El producto de transequilación en el conducto 141 se separa por arrastre en el separador 142 de arrastre para retirar gases del conducto 143 y líquidos C_7 y más ligeros que se devuelven a través del conducto 144 a la destilación 120 extractiva para la recuperación de compuestos aromáticos ligeros después de la estabilización en el separador 166 de arrastre del isomerado. La corriente de fondo procedente del separador de arrastre se envía en el conducto 145 a la columna 123 de benceno para recuperar producto de benceno y tolueno sin convertir.

Las corrientes de compuestos aromáticos C_8 primera y segunda proporcionadas por las columnas 130 y 133 de xileno, que contienen paraxileno, metaxileno, ortoxileno y etilbenceno, pasan a través del conducto 131 y 136 al procedimiento 150 de separación de isómeros de xileno. La presente descripción puede ser aplicable a la recuperación de uno o más isómeros de xileno distintos al paraxileno; sin embargo, la descripción se presenta para el paraxileno para facilidad de comprensión. La separación de isómeros de xileno se efectúa a través de un procedimiento de adsorción para extraer un isómero deseado que se recupera usando un desorbente. Un adsorbente se puede emplear en la forma de un lecho fijo que alternativamente se pone en contacto con la corriente de alimentación y el desorbente o en múltiples lechos con tuberías/válvulas apropiadas para permitir el paso continuo de la corriente de alimentación a través de uno o más lechos adsorbentes mientras la corriente de desorbente se hace pasar a través de otros lechos del grupo. En un modo de operación en lecho móvil en contracorriente, se puede alcanzar un perfil de concentración estacionario de los componentes de la mezcla de alimentación para efectuar una operación continua con puntos fijos de introducción de corriente de alimentación y corriente de desorbente junto con la retirada de extracto y refinado. En un procedimiento en lecho móvil simulado, el movimiento progresivo de fluidos a través de múltiples puntos de acceso a lo largo de una cámara adsorbente simula el movimiento de adsorbente contenido en una o más cámaras. Los principios de funcionamiento y la secuencia de etapas de un sistema de flujo de lecho móvil simulada se describen en los documentos US 2.985.589, US 3.310.486 y US 4.385.993.

El procedimiento de adsorción proporciona una primera mezcla de paraxileno y desorbente a través del conducto 151 a la columna 152 de extracción, que separa paraxileno a través del conducto 153 del desorbente devuelto en el conducto 154. La columna 152 de extracción se hace funcionar preferiblemente a una presión elevada, al menos 300 kPa y más preferiblemente 500 kPa o superior, de modo que la corriente superior procedente de la columna esté a una temperatura suficiente para calentar hasta ebullición la columna 155 de acabado a través del conducto 256 o el desheptanizador 164 a través del conducto 265. El calor suministrado para la tarea de ebullición a través de los conductos 256 y 265 da como resultado la condensación del extracto en estas corriente que se someten una

o ambas a reflujo hasta la columna 152 (no mostrada) o se envían como una corriente neta en el conducto 153 a la columna 155 de acabado. El paraxileno se purifica en la columna 155 de acabado, dando un producto de paraxileno a través del conducto 156 y material ligero que se devuelve a la columna 123 de benceno a través del conducto 157.

5 Una segunda mezcla de refinado, como una combinación que no está en equilibrio de compuestos aromáticos C_8 y desorbente procedente del procedimiento 150 de separación, se envía a través del conducto 158 hasta la columna 159 de refinado, que separa un refinado para isomerización en el conducto 160 de desorbente devuelto en el conducto 161. La columna de refinado se puede hacer funcionar a una presión superior para generar vapor de agua a través del conducto 260 o para termointercambiar en otras zonas del complejo; los líquidos condensados
10 procedentes de este termointercambio sirven bien como reflujo a la columna de refinado o bien como corriente superior neta en el conducto 160. El desorbente recuperado en los conductos 154 y 161 y la corriente de fondo de la columna de acabado neta pueden calentar la corriente de alimentación entrante en el conducto 110 a través de los conductos 213 y 212, respectivamente.

15 El refinado, que comprende una combinación que no está en equilibrio de isómeros de xileno y etilbenceno, se envía a través del conducto 160 al reactor 162 de isomerización. En el reactor 162 de isomerización, el refinado se isomeriza para proporcionar un producto que se aproxima a las concentraciones en equilibrio de isómeros aromáticos C_8 . El producto se hace pasar a través del conducto 163 al desheptanizador 164, que retira hidrocarburos C_7 y más ligeros y preferiblemente se calienta hasta ebullición usando la corriente superior en el
20 conducto 265 procedente de la columna 152 de extracción. La corriente de fondo procedente del desheptanizador pasa a través del conducto 165 hasta la columna 133 de xileno para separar materiales C_9 y más pesados de los compuestos aromáticos C_8 isomerizados. El líquido de la corriente superior procedente del desheptanizador 164 se envía al separador 166 de arrastre, que separa materiales ligeros de la corriente superior en el conducto 167 de materiales C_6 y C_7 que se envían a través del conducto 168 a la unidad 120 de destilación extractiva para la
25 recuperación y la purificación de los valores de benceno y tolueno. Las presiones del desheptanizador 164 y el separador 166 de arrastre se seleccionan para intercambiar calor o generar vapor de agua de un modo análogo a las columnas de xileno analizadas en otras partes en esta memoria descriptiva.

30 La FIG. 3 muestra con más detalle el termointercambio de la invención entre las columnas 130 y 133 de destilación de xileno paralelas. La alimentación a la columna 130 de xileno de baja presión comprende la corriente de fondo procedente de la columna de destilación a través del conducto 128, la corriente de fondo tratada con arcilla procedente del distribuidor del reformado en el conducto 116 y los compuestos aromáticos C_8 de purga en el conducto 138 y puede comprender otras corrientes que contienen compuestos aromáticos C_8 no adecuadas para el
35 procesamiento en la columna de xileno de alta presión así como una porción de la corriente 165 desheptanizada si es apropiado para los balances de energía. Las alimentaciones combinadas de reformado pesado y la corriente inferior de la columna de tolueno pueden contener compuestos aromáticos pesados que son sensibles a la degradación a altas temperaturas, y trabajar a una presión inferior a 800 kPa permite que las temperaturas se mantengan en la corriente de fondo de la columna y el hervidor, lo que evita esta descomposición. La columna de xileno de baja presión separa compuestos aromáticos C_8 concentrados como corriente superior en el conducto 131
40 de una corriente de alto punto de ebullición que comprende compuestos aromáticos C_9 , C_{10} y más pesados como una corriente de fondo en el conducto 132. La corriente superior procedente de la columna 130 se puede usar al menos parcialmente a través del conducto 230 de la FIG. 2 para generar vapor de agua o calentar hasta ebullición otras columnas según se analiza previamente y así condensarse para proporcionar reflujo a la columna así como la corriente superior neta a la separación de xileno en el conducto 131.

45 Simultáneamente, una corriente de compuestos aromáticos C_8 isomerizados se hace pasar a través del conducto 165 hasta la columna 133 de xileno de alta presión; esta corriente contiene una concentración inferior de materiales pesados sometidos a descomposición que la alimentación a la columna 130; la presión de la columna se eleva con respecto a la de la columna de xileno de baja presión según la invención, según se analiza previamente, a fin de llevar a cabo ahorros de energía a través de temperaturas concomitantemente superiores que se pueden emplear para intercambiar calor a niveles útiles. La temperatura del vapor de la corriente superior procedente de la columna 133 de xileno de alta presión es suficiente para proporcionar energía útil a otros servicios en un complejo de
50 compuestos aromáticos. Según se muestra, la temperatura del vapor de la corriente superior es suficiente para calentar hasta ebullición la columna 130 de xileno de baja presión en el hervidor 135 así como el hervidor de la columna 152 de extracción, una corriente condensada que se devuelve como reflujo a la columna 133 (no mostrada) y una corriente neta en el conducto 136 para la separación de xilenos. Una pequeña corriente de fondo neta en el conducto 138 se envía preferiblemente a la columna 130 de baja presión para la recuperación de compuestos aromáticos C_8 restantes.

60 Alternativamente o además, la temperatura del vapor de la corriente superior procedente de la columna 133 de xileno de alta presión es suficiente para generar vapor de agua útil para servicios de calentamiento o para calentar hasta ebullición columnas en otras unidades de procesamiento. Este vapor de agua se genera habitualmente a una presión de más de 300 kPa, preferiblemente al menos 500 kPa y lo más preferiblemente 1000 kPa o superior. La corriente superior se puede termointercambiar indirectamente con un circuito de agua que alimenta un bidón de vapor de agua. Lo más habitualmente, el agua de alimentación al hervidor se calienta en termointercambiadores desacoplados del bidón de vapor de agua. Múltiples circuitos de agua que sirven a diferentes intercambiadores se
65

disponen en paralelo entre sí y alimentan a un solo bidón de vapor de agua para proporcionar un producto de vapor de agua de una presión deseada para para la que solo se necesita un conjunto de instrumentación. Estos sistemas de vapor de agua son muy conocidos, y se pueden añadir detalles a través de enseñanzas tales como las encontradas en el documento US 7.730.854.

5 La recuperación de energía según la presente invención, que a menudo implica aproximaciones estrechas de temperatura entre los fluidos de procesamiento, se mejora a través del uso de intercambiadores que tienen una superficie de ebullición nucleada mejorada. Esta superficie de ebullición mejorada se puede conseguir de una variedad de modos según se describe, por ejemplo, en los documentos US 3.384.154, US 3.821.018, US 4.064.914, 10 US 4.060.125, US 3.906.604, US 4.216.826, US 3.454.081, US 4.769.511 y US 5.091.075. Este tubo de alto flujo es particularmente adecuado para el intercambio de calor entre la corriente superior de la segunda columna de xileno de alta presión y el hervidor de la primera columna de xileno de baja presión o para la generación de vapor de agua procedente de la corriente superior de la columna de xileno.

15 Típicamente, estas superficies de ebullición nucleada mejoradas se incorporan en los tubos de un termointercambiador de tipo envuelta y tubo. Estos tubos mejorados se elaboran de una variedad de modos diferentes que son muy conocidos por los expertos en la técnica. Por ejemplo, estos tubos pueden comprender cavidades anulares o helicoidales que se extienden a lo largo de la superficie del tubo elaborado mediante el trabajado mecánico del tubo. Alternativamente, se pueden proporcionar aletas en la superficie. Además, los tubos se 20 pueden ranurar para proporcionar bordes, hendiduras, una capa porosa y similares.

Generalmente, los tubos mejorados más eficaces son los que tienen una capa porosa sobre la cara de ebullición del tubo. La capa porosa se puede proporcionar de un número de modos diferentes muy conocidos por los expertos en la técnica. Las más eficaces de estas superficies porosas tienen lo que se denomina cavidades reentrantes que 25 atrapan vapores en las cavidades de la capa a través de aberturas restringidas de las cavidades. En uno de estos métodos, según se describe en el documento US 4.064.914, la capa de ebullición porosa está unida a una cara de una pared térmicamente conductora. Una característica esencial de la capa superficial porosa es los poros interconectados de tamaño capilar, algunos de los cuales comunican con la superficie exterior. El líquido que se va a recoger entra en las cavidades subsuperficiales a través de los poros externos y poros de interconexión 30 subsuperficiales, y es calentado por el metal que forma las paredes de las cavidades. Al menos parte del líquido se vaporiza dentro de la cavidad y las burbujas resultantes crecen contra las paredes de la cavidad. Una parte del mismo emerge finalmente de la cavidad a través de los poros externos y a continuación asciende a través de la película líquida sobre la capa porosa para la liberación en el espacio de gas sobre la película de líquido. Líquido adicional fluye a la cavidad desde los poros de interconexión y el mecanismo se repite continuamente. Este tubo 35 mejorado que contiene una capa porosa de ebullición está disponible comercialmente bajo el nombre comercial High Flux Tubing elaborado por UOP, Des Plaines, IL.

La FIG. 4 ilustra ejemplos de unidades específicas dentro de un complejo de compuestos aromáticos en el que el termointercambio directo de a corriente superior desde una o más columnas de temperatura superior a hervidores de 40 una o más columnas de temperatura inferior podría conseguir ahorros de energía, usando las denominaciones numéricas de los procedimientos de la Figura 2. La corriente superior en el conducto 134 procedente de la columna 133 de xileno de alta presión tiene una temperatura suficiente para proporcionar energía para calentar hasta ebullición la columna 152 de extracción a través del hervidor 235, condensando la corriente superior de xileno en el conducto 236 para devolver al 133 como reflujo o corriente superior neta. La columna de extracción se puede 45 presurizar de modo que la corriente superior en el conducto 256 tenga una temperatura suficiente para calentar hasta ebullición la columna 155 de acabado, que preferiblemente funciona a presión de vacío, a través del hervidor 257, condensando la corriente superior de la columna de extracción en el conducto 258. Como anteriormente, el paraxileno obtenido como producto se recupera en el conducto 156.

50 La FIG. 5 resume un número, ni exhaustivo ni exclusivo, de posibilidades de termointercambio directo relacionadas con la Figura 2. La columna 133 de xileno de alta presión pueden proporcionar calor para calentar hasta ebullición una o más de la columna 130 de xileno de baja presión, la columna 152 de extracción y la columna 159 de refinado. La columna 130 de xileno de baja presión pueden proporcionar calor para calentar hasta ebullición la columna 120 de destilación extractiva. Una columna 152 de extracción presurizada puede proporcionar calor para calentar hasta 55 ebullición una o más de la columna 123 de benceno y la columna 155 de acabado. Una columna 159 de refinado presurizada puede proporcionar calor para calentar hasta ebullición uno o más del distribuidor 114 de reformado, la columna 126 de tolueno y el desheptanizador 164.

60 La FIG. 6 resume ejemplos no exhaustivos de posibilidades de termointercambio indirecto a través de la generación de vapor de agua a media presión. Las corrientes 230 superiores (FIG. 2) procedentes de la columna 130 y 260 de xileno de baja presión (FIG. 2) de la columna 159 de refinado presurizada puede generar vapor de agua de media presión en el colector 100 a de 0,6 a 2 MPa y preferiblemente de 0,7 a 1,5 MPa que se puede usar para calentar hasta ebullición uno o más del distribuidor 114 del reformado, la columna 120 de destilación extractiva y la columna 126 de tolueno con el potencial añadido de exportar vapor de agua a otras unidades. Esta generación y utilización 65 de vapor de agua se puede considerar con un suplemento o sustituto de otros ahorros de energía tales como los descritos en la Figura 5. Por ejemplo, el columna 133 de xileno de alta presión puede proporcionar calor para

calentar hasta ebullición la columna 130 de xileno de baja presión y la columna 152 de extracción, que a su vez calienta hasta ebullición la columna 123 de benceno y la columna 155 de acabado.

Ejemplo

5 La combinación de generación de vapor de agua y termointercambio directo descrita anteriormente en la Figura 6 se evaluó en cuanto a la recuperación de la inversión. El caso básico es la instalación descrita en la Figura 1 y el caso de la invención es el caso de la Figura 6 según se aplica al esquema de flujo de la Figura 3. Los parámetros clave relativos para la producción de paraxileno son como sigue:

	Caso básico	Invención
Consumo de combustible	1.0	0.922
Vapor de agua neto consumido	1.0	0
generado	1.0	1.35

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento para producir un isómero de xileno individual a partir de corrientes de alimentación que contienen compuestos aromáticos C₈ y compuestos aromáticos C₉ y más pesados, que comprende:

5 (a) un procedimiento de destilación que comprende dos columnas de xileno que separan compuestos aromáticos C₈ de compuestos aromáticos C₉ y más pesados contenidos en al menos una corriente de alimentación de punto de ebullición inferior y al menos una corriente de alimentación de punto de ebullición superior, en donde la al menos una corriente de alimentación de punto de ebullición superior tiene un contenido superior de compuestos aromáticos C₉ y más pesados que la al menos una corriente de alimentación de punto de ebullición inferior, comprendiendo el
10 procedimiento de destilación: destilar la al menos una corriente de alimentación de punto de ebullición superior en una primera columna de xileno a una primera presión para separar una primera corriente de compuestos aromáticos C₈ de una primera corriente de compuestos aromáticos C₉ y más pesados, destilar la al menos una corriente de alimentación de punto de ebullición inferior en una segunda columna de xileno a una segunda presión para separar una segunda corriente de compuestos aromáticos C₈ de una segunda corriente de compuestos aromáticos C₉ y más pesados, en donde la segunda presión es mayor que la primera presión, y una corriente superior procedente de la
15 segunda columna de xileno intercambia calor con un hervidor de la primera columna de xileno;

(b) un procedimiento de separación de isómeros de xileno para recuperar el isómero de xileno individual de una o más de las corrientes de compuestos aromáticos C₈ primera y segunda al inyectar una o ambas corrientes de compuestos aromáticos C₈ y una corriente de desorbente a un procedimiento de adsorción para obtener una primera mezcla que comprende el isómero de xileno individual y desorbente y una segunda mezcla que comprende un refinado y desorbente; y
20

(c) un procedimiento de recuperación de desorbente para separar la primera mezcla de la etapa (b) al destilar la primera mezcla en una columna de extracción a una presión de trabajo de al menos 300 kPa para producir una corriente que comprende el isómero de xileno individual y una corriente de desorbente, y devolver la corriente de desorbente al procedimiento de separación de isómeros de xileno; en donde una corriente superior de la primera columna de xileno de la etapa (a) proporciona calor a un hervidor de la columna de extracción.
25

2. El procedimiento según la reivindicación 1, en el que la segunda presión es al menos 400 kPa superior que la primera presión.

3. El procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 y 2, en el que la primera presión está entre 100 kPa y 800 kPa.
30

4. El procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que el hervidor de la primera columna de xileno tiene una superficie de ebullición nucleada mejorada.

5. El procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en el que la al menos una corriente de alimentación de punto de ebullición superior comprende más de 5% en peso de compuestos aromáticos C₉ y más pesados.
35

6. El procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en el que la al menos una corriente de alimentación de punto de ebullición inferior comprende menos de 5% en peso de compuestos aromáticos C₉ y más pesados.
40

7. El procedimiento según la reivindicación 6,, en el que la al menos una corriente de alimentación de punto de ebullición inferior comprende parte o la totalidad de una corriente de fondo procedente de una desheptanización de un producto de isomerización de compuestos aromáticos C₈.
45

8. El procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, en el que una corriente superior procedente de la primera columna de xileno intercambia calor con un generador de vapor de agua para producir vapor de agua de media presión.
50

9. El procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, en el que una corriente superior procedente de la columna de extracción intercambia calor con uno o más de un hervidor de una columna de acabado de xileno y un hervidor de una columna desheptanizadora; opcionalmente, el hervidor de una o ambas de la columna de acabado del extracto y la desheptanizadora tienen una superficie de ebullición nucleada mejorada.
55

10. El procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, en el que el isómero de xileno individual de la etapa (b) es paraxileno.

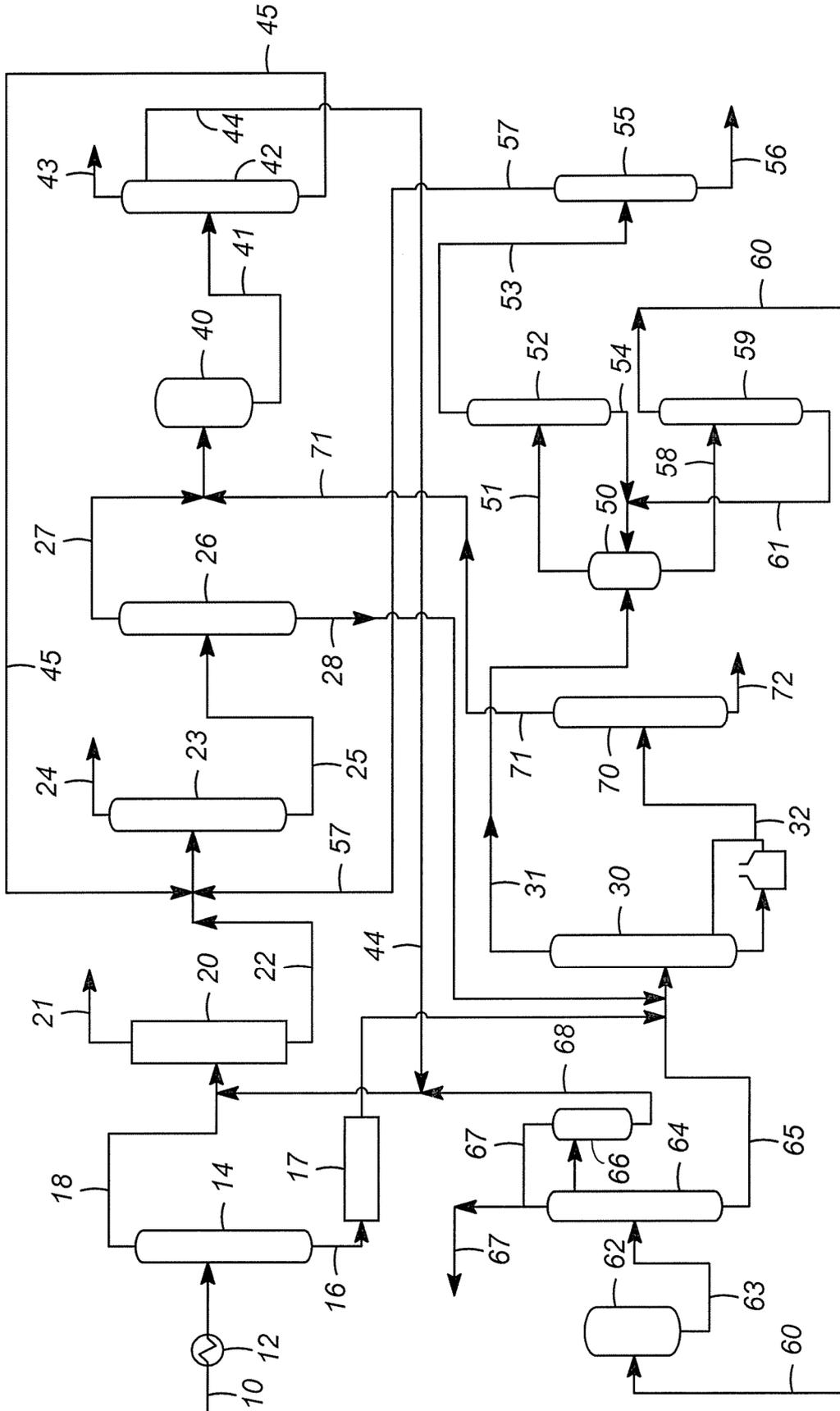


FIG. 1

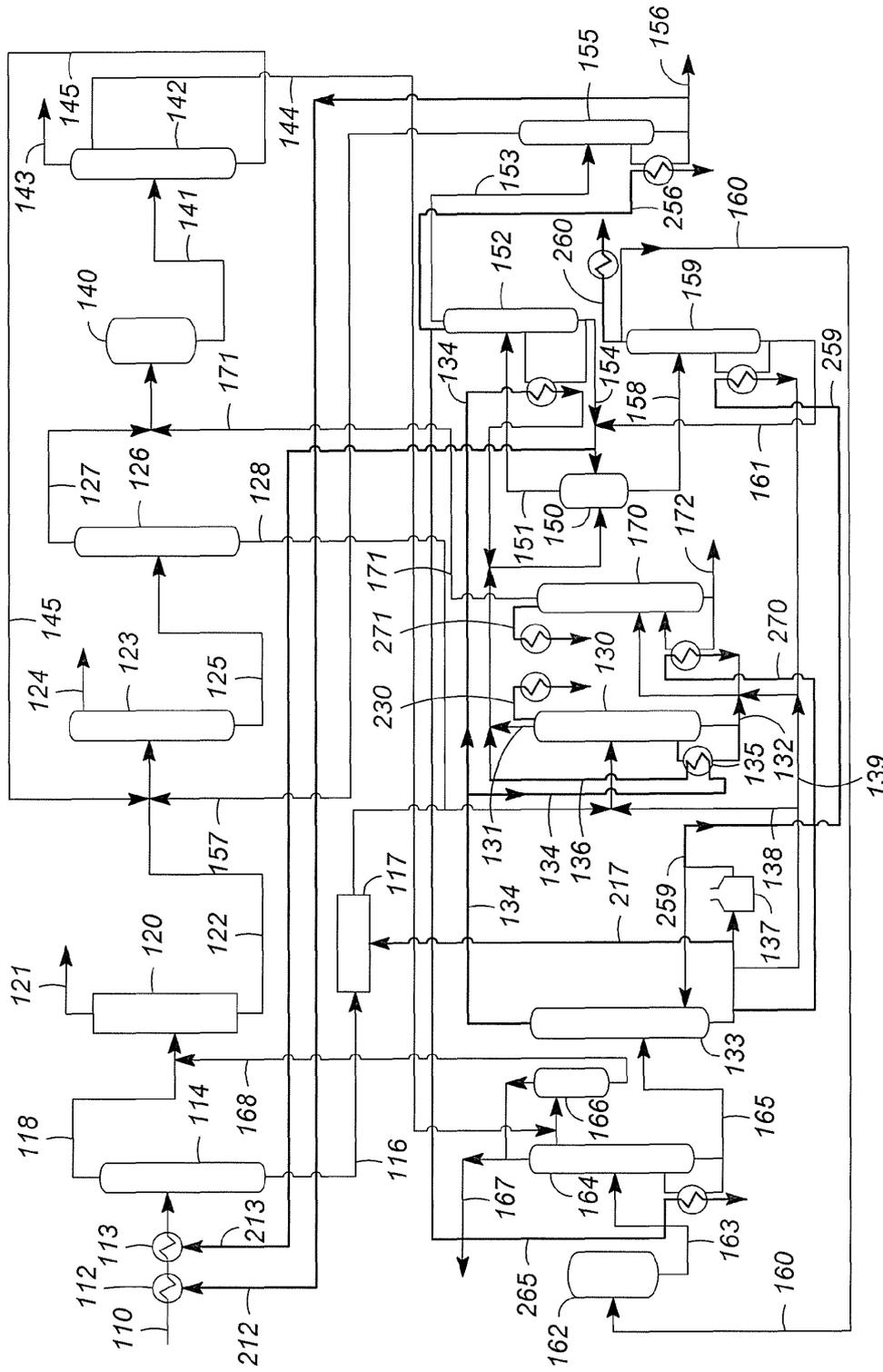


FIG. 2

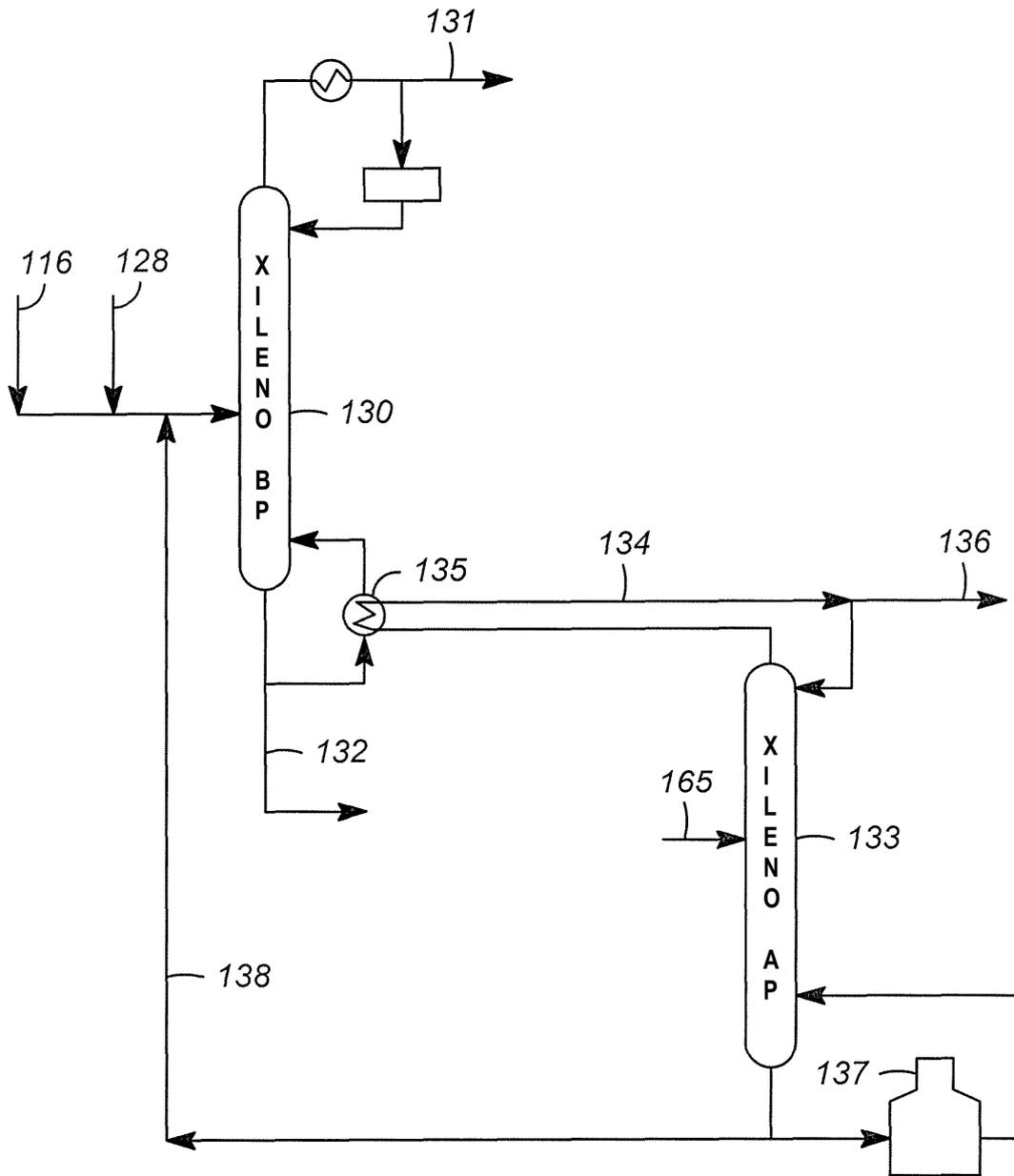


FIG. 3

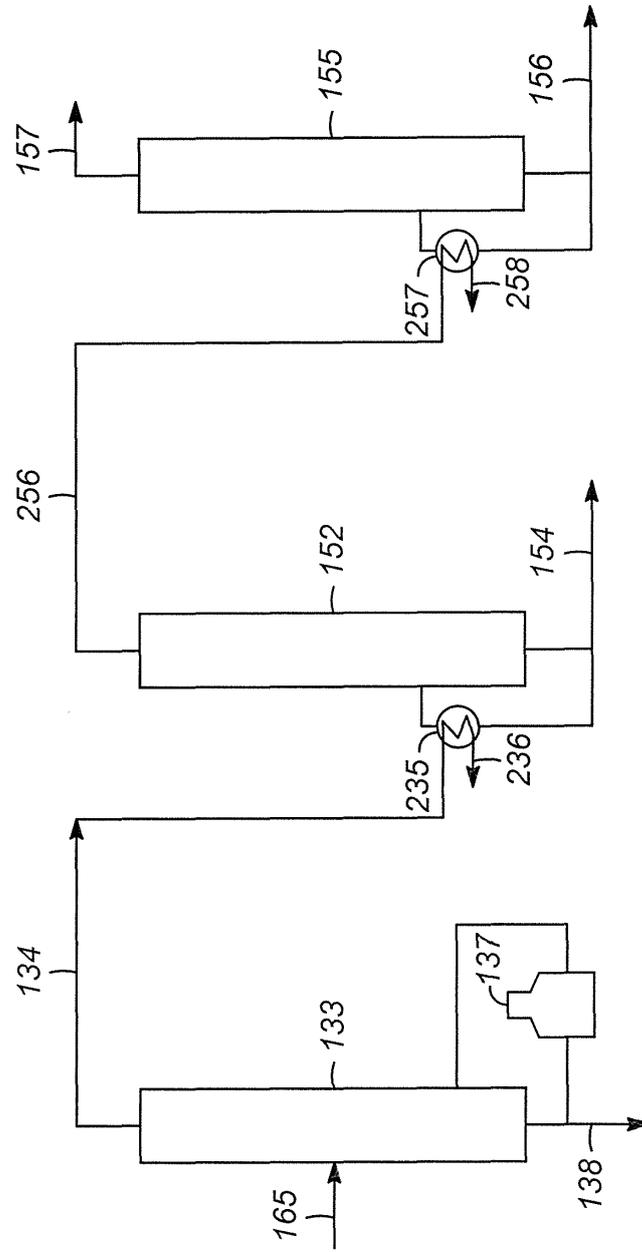


FIG. 4

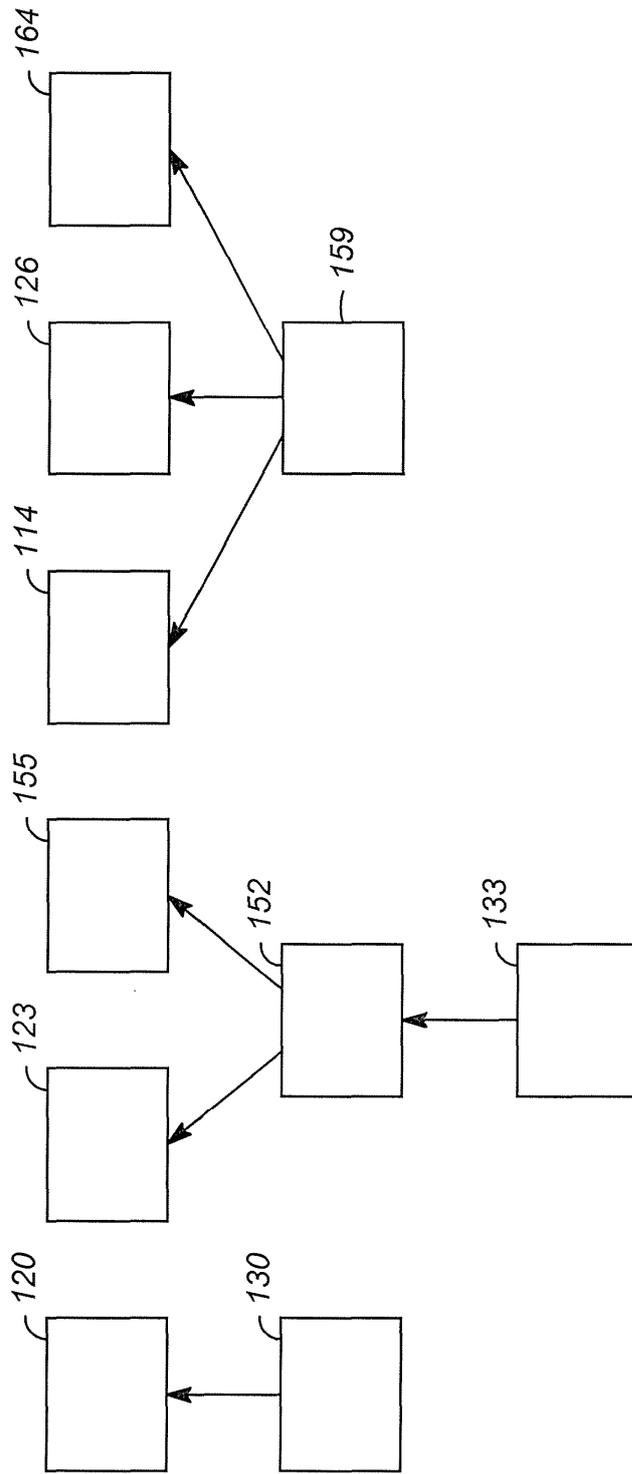


FIG. 5

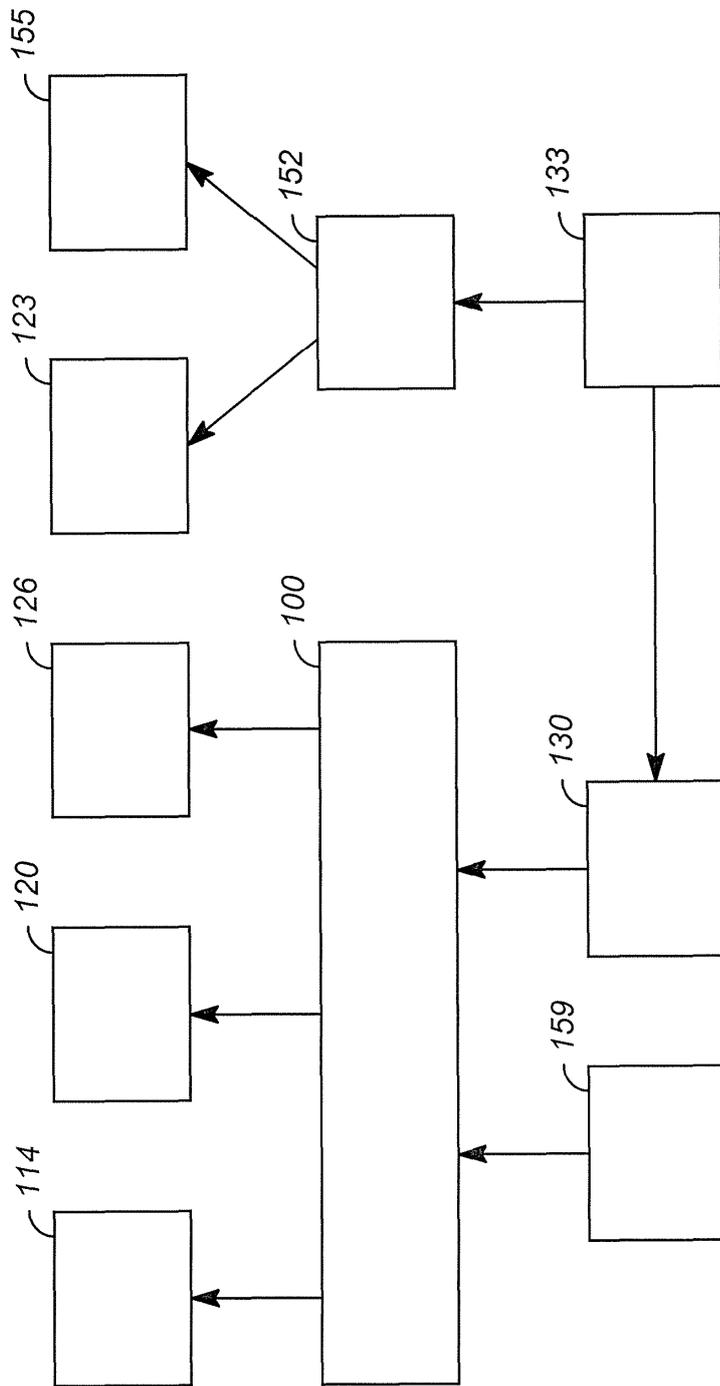


FIG. 6