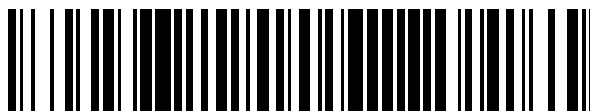


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 728 257**

51 Int. Cl.:

**C10G 45/58** (2006.01)

**C10G 47/22** (2006.01)

12

## TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **10.07.2013** **PCT/US2013/049925**

87 Fecha y número de publicación internacional: **16.01.2014** **WO14011772**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **10.07.2013** **E 13817260 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **27.03.2019** **EP 2872603**

54 Título: **Proceso de hidrogenación C5 más eficaz en energía**

30 Prioridad:

**12.07.2012 US 201213547164**

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

**23.10.2019**

73 Titular/es:

**LUMMUS TECHNOLOGY LLC (100.0%)**  
**1515 Broad Street**  
**Bloomfield NJ 07003-3096, US**

72 Inventor/es:

**XU, YONGQIANG y**  
**PODREBARAC, GARY G.**

74 Agente/Representante:

**ELZABURU, S.L.P**

ES 2 728 257 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 hidrogenación C5 más eficaz en energía

**Campo de la descripción**

- 5 Las realizaciones descritas en la presente memoria se refieren en general a un proceso de eficacia energética para producir olefinas C5 lineales con un nivel muy bajo de ciclopenteno. Las olefinas C5 lineales pueden ser adecuadas para su uso en una unidad de metátesis posterior para la producción de propileno, por ejemplo.

**Antecedentes**

- 10 Las corrientes brutas para la producción comercial de olefinas contienen varios compuestos como impurezas. Las impurezas acetilénicas y de dieno se deben eliminar de las corrientes para producir productos de olefinas de calidad aceptable. Para producir olefinas tales como etileno, propileno, butadieno, pentenos y similares, se deben eliminar impurezas acetilénicas tales como acetileno, metil acetileno, vinil acetileno, etil acetileno, 2-metil-1-buten-3-ino y similares, así como compuestos dieno, tales como butadieno, propadieno, y similares, en diversas corrientes brutas mezcla de C2-C5 con una pérdida mínima de materiales útiles tales como etileno, propileno, butenos, pentenos y similares en las corrientes de alimentación. La técnica preferida para la purificación en la práctica comercial es la hidrogenación selectiva de compuestos acetilénicos y dienos sobre catalizadores de hidrogenación.

- 15 Las corrientes brutas que contienen olefinas C5 pueden incluir varios dienos y acetilenos, que a menudo se deben eliminar antes del uso de la corriente que contiene olefinas C5 en unidades de procesamiento posteriores, tal como una unidad de metátesis posterior. Además de la necesidad de eliminar dienos y acetilenos, que producen coque y acortan la longitud de ejecución del catalizador de metátesis, el ciclopenteno también se debe eliminar de la alimentación de C5 a un nivel muy bajo, tal como menos de 0,5% en peso, ya que el ciclopenteno puede sufrir polimerización de metátesis de apertura de anillo indeseable en la unidad de metátesis posterior. Sin embargo, los puntos de ebullición muy cercanos de las olefinas y ciclopentenos C5 lineales requieren que se use una proporción de reflujo muy alta durante el fraccionamiento o destilación catalítica para separar suficientemente el ciclopenteno, recuperado en la fracción de fondo, de los pentenos lineales, recuperado en la fracción de cabeza.

- 20 El documento WO 2010/107675 A2 se refiere a un proceso para la producción de olefinas C2 a C3 a través del craqueo catalítico de materias primas que incluyen C4 y olefinas más pesadas en un sistema integrado de reacción/regeneración.

- 25 El documento EP 0 556 025 A1 se refiere a un proceso para la hidrogenación selectiva de diolefinas contenidas en una corriente de refinería C5 en la que el catalizador utilizado es también un componente en una estructura de destilación.

- 30 El documento EEUU 2005/222475 A1 se refiere a un proceso para la producción de propileno, en particular a partir de un corte de C4 y/o C5 a partir de craqueo a vapor y/o craqueo catalítico, que preferentemente comprende tanto butenos como pentenos, dicho procedimiento comprende al menos una etapa de oligomerización, seguido de una etapa de craqueo catalítico de los oligómeros formados.

35 **Resumen de las realizaciones reivindicadas**

Se ha encontrado que, para un sistema de reactor de destilación catalítica, hidrogenar de forma concurrente las impurezas acetilénicas y dienas y separar los pentenos lineales del ciclopenteno, retirando una fracción de extracción lateral de la columna en un lugar donde el ciclopenteno está en una concentración alta puede mejorar considerablemente la eficacia de separación y/o reducir costos operativos.

- 40 En un aspecto, realizaciones descritas en la presente memoria se refieren a un proceso para la hidrogenación selectiva de acetilenos y dienos en una corriente de hidrocarburo C5. El proceso puede incluir la alimentación de hidrógeno y una corriente que contiene olefina-C5 que comprende pentenos lineales, dienos, acetilenos y ciclopenteno a un sistema de reactor de destilación catalítica. Concurrentemente en el sistema de reactor de destilación catalítica, los acetilenos y dienos se pueden hidrogenar y la corriente que contiene olefina-C5 se puede fraccionar, recuperando así una fracción de cabeza que comprende los pentenos lineales, recuperando una fracción de extracción lateral que comprende el ciclopenteno, en donde la extracción lateral se ubica en una ubicación de alimentación intermedia de la corriente que contiene olefina-C5 y una ubicación de extracción de fondos, y recuperar una fracción de fondos.

En una o más realizaciones, al menos una parte de la fracción de cabeza se puede alimentar a un reactor de metátesis para convertir los pentenos lineales en propileno.

- 50 En otro aspecto, realizaciones descritas en la presente memoria se refieren a un sistema para la hidrogenación selectiva de acetilenos y dienos en una corriente de hidrato de carbono C5. El sistema puede incluir: una o más líneas de flujo para alimentar hidrógeno y una olefina-C5 que contiene una corriente que comprende pentenos lineales, dienos, acetilenos y ciclopenteno en un sistema de reactor de destilación catalítica; el sistema de reactor de destilación catalítica, para al mismo tiempo: hidrogenar los acetilenos y dienos; y fraccionar la corriente que contiene olefina-C5;

un sistema de sobrecarga conectado de manera fluida al sistema de reactor de destilación catalítica para recuperar una fracción de sobrecarga que comprende los pentenos lineales; una línea de flujo para recuperar una fracción de extracción lateral que comprende el ciclopenteno del sistema del reactor de destilación catalítica, en donde la extracción lateral está ubicada en una ubicación de alimentación de la corriente que contiene olefina-C5 y una ubicación de extracción de fondos; y un sistema de fondos para recuperar una fracción de fondos del sistema de reactor de destilación catalítica.

Otros aspectos y ventajas serán evidentes a partir de la siguiente descripción y las reivindicaciones adjuntas.

### Breve descripción de los dibujos

La figura 1 es un diagrama de flujo del proceso simplificado de un proceso para hidrogenar selectivamente acetilenos y dienos en una corriente bruta C5 según las realizaciones descritas en la presente memoria.

La figura 2 es un diagrama de flujo del proceso simplificado de un proceso para hidrogenar selectivamente acetilenos y dienos en una corriente bruta C5 según las realizaciones descritas en la presente memoria.

La figura 3 presenta los resultados de la simulación para una columna comparativa, sin una extracción lateral.

Las figuras 4-6 presentan los resultados de simulación para un sistema de reactor de destilación catalítica que incluye una extracción lateral para hidrogenar selectivamente acetilenos y dienos en una corriente bruta C5 según las realizaciones descritas en la presente memoria.

### Descripción detallada

En un aspecto, las realizaciones de la presente memoria se refieren a un proceso de eficacia energética para producir olefinas C5 lineales con un nivel muy bajo de ciclopenteno. Las olefinas C5 lineales pueden ser adecuadas para su uso en una unidad de metátesis posterior para la producción de propileno, por ejemplo.

Dentro del alcance de esta solicitud, la expresión "sistema de reactor de destilación catalítica" denota un aparato en el cual la reacción catalítica y la separación de los productos tienen lugar al menos parcialmente simultáneamente. El aparato puede comprender un reactor de columna de destilación catalítica convencional, donde la reacción y la destilación tienen lugar simultáneamente en condiciones de punto de ebullición, o una columna de destilación combinada con al menos un reactor lateral, donde el reactor lateral puede funcionar como un reactor de fase líquida o un punto de ebullición reactor. Si bien los dos sistemas de reactores de destilación catalítica descritos pueden preferirse a la reacción en fase líquida convencional seguida de separaciones, un reactor de columna de destilación catalítica puede tener las ventajas de menor conteo de piezas, menor costo de capital, mayor productividad del catalizador por peso (libra) de catalizador, eficaz eliminación de calor (el calor de reacción puede ser absorbido por el calor de vaporización de la mezcla), y un potencial para desplazar el equilibrio. Las columnas de destilación de pared dividida, donde al menos una sección de la columna de pared dividida contiene una estructura de destilación catalítica, también se pueden usar, y se consideran "sistemas de reactor de destilación catalítica" en la presente memoria.

Las corrientes de velocidad según las realizaciones descritas en la presente memoria pueden incluir diversas corrientes de refinería que contienen olefinas C5 y diversos dienos y compuestos acetilénicos. Por ejemplo, se puede usar un corte C4-C6, un corte C5, un corte C5-C6 u otras diversas mezclas que contienen olefinas C5. En algunas realizaciones, la corriente de alimentación es una fracción C5 que contiene pentenos lineales, ciclopenteno, así como dieno y/o compuestos acetilénicos. Las materias primas mixtas de penteno útiles en las realizaciones descritas en la presente memoria pueden incluir pentenos lineales e isopentenos. Las materias primas mixtas de penteno también pueden incluir varios otros componentes de hidratos de carbono, incluyendo parafinas y olefinas C4 a C6. En algunas realizaciones, el material de alimentación de penteno mixto puede ser una fracción de hidrato de carbono C5 de un catalizador o craqueador a vapor, donde la fracción C5 puede incluir pentenos lineales, isopenteno, n-pentanos e isopentanos.

La figura 1 ilustra un diagrama de flujo de proceso simplificado de un proceso para hidrogenar selectivamente acetilenos y dienos en una corriente bruta C5 según las realizaciones descritas en la presente memoria. Una alimentación que contiene olefina C5 e hidrógeno se alimentan a través de las líneas de flujo 10 y 11, respectivamente, a un sistema de reactor de destilación catalítica 12 que incluye una o más zonas de reacción de hidrogenación. Como se ilustra en la figura 1, el sistema de reactor de destilación catalítica 12 incluye una zona de reacción 14 ubicada por encima de la ubicación de alimentación.

En el sistema de reactor de destilación catalítica 12, la alimentación que contiene olefina C5 se fracciona simultáneamente y se hidrogena selectivamente. Los componentes más ligeros en la alimentación que contiene olefina C5 atraviesan la columna, donde cualquier acetilenos y dienos pueden reaccionar con hidrógeno para producir olefinas y parafinas adicionales, antes de recuperarse como una fracción de cabeza 18. Los componentes más pesados en la alimentación que contiene olefina C5 atravesaron la columna y se fraccionaron para producir una extracción lateral 19 rica en ciclopenteno y una fracción de fondo 16.

La extracción lateral 19 se ubica intermedia entre la elevación de alimentación avance y la extracción inferior. En algunas realizaciones, la extracción lateral se puede ubicar cerca de una elevación en la cual la concentración de ciclopenteno se eleva dentro de la columna, en relación con la alimentación. En algunas realizaciones, la extracción lateral está ubicada debajo de la etapa de alimentación y cerca de una elevación de la concentración máxima de ciclopenteno determinada como si la extracción lateral no estuviera presente. Como se usa en la presente memoria, "cerca de una elevación" significa dentro de unas pocas etapas de destilación, tal como dentro de aproximadamente 10 o 15 etapas para una columna que tiene 100 etapas, por ejemplo, donde el término "etapa" o "etapa de destilación" se refiere a bandejas de destilación reales o una altura de embalaje equivalente (teórica o no), por ejemplo. Como un ejemplo, para una alimentación dada que contiene olefina C5, se puede determinar, como un modo de simulación o muestreo, que el ciclopenteno está en una concentración máxima dentro de la columna en la etapa 80; por lo tanto, la extracción lateral se puede ubicar entre las etapas 70 y 90, por ejemplo. Como un ejemplo adicional, la figura 3 ilustra un perfil de composición dentro de una columna, que muestra la concentración máxima de ciclopenteno en las etapas próximas 88 y 89; la extracción lateral se puede ubicar entre las etapas 85 y 90, por ejemplo.

Extraer una corriente rica en ciclopenteno como una extracción lateral de la columna puede mejorar la eficacia de separación, disminuyendo el tráfico general de ciclopenteno dentro de la columna. Como resultado, puede ser posible disminuir la concentración de ciclopenteno en la fracción 18 de cabeza en comparación con una columna sin una extracción lateral en condiciones de operación similares (es decir, presión de cabeza similar, velocidad de alimentación, requerimiento de rehierido y proporción de reflujo). Alternativamente, la reducción en el tráfico de ciclopenteno dentro de la columna puede permitir que se reduzcan el condensador de cabeza y/o el requerimiento de rehierido, en comparación con una columna sin extracción lateral, al mismo tiempo que se logra una concentración similar de ciclopenteno en la fracción de cabeza; en algunas realizaciones, el condensador de cabeza y el requerimiento de rehierido se pueden reducir tanto como 20%, 25%, 30% o más, al mismo tiempo que se logra una concentración similar de ciclopenteno en la fracción de cabeza.

La corriente de extracción lateral puede ser relativamente pequeña incluso al alcanzar las eficacias indicadas anteriormente. En algunas realizaciones, la extracción lateral puede ser inferior a aproximadamente 10% en moles de la alimentación total. En otras realizaciones, la proporción entre la velocidad de extracción lateral y la velocidad de alimentación (mol de extracción lateral/mol de alimentación) puede estar en el intervalo de aproximadamente 0,001 a aproximadamente 0,01, tal como en el intervalo de aproximadamente 0,002 a aproximadamente 0,005.

Dependiendo de la ubicación de la extracción lateral, la extracción lateral puede extraer olefinas lineales, así como dienos y acetilenos de la columna. Sin embargo, cuando la extracción lateral está relativamente alejada de la ubicación de alimentación, la pérdida de olefinas lineales a través de la extracción lateral puede ser relativamente pequeña, tal como menos de 0,01% a 0,1%, tal como aproximadamente 0,02% a aproximadamente 0,03%. Estas pérdidas insignificantes en olefinas lineales son relativamente insignificantes en comparación con las ganancias en la eficacia de separación o la disminución de las tareas que se puede lograr mediante el uso de una extracción lateral. Por lo tanto, en algunas realizaciones, la extracción lateral puede estar (a) ubicada debajo de la etapa de alimentación, y (b) próxima a una elevación de (i) concentración máxima de ciclopenteno determinada como si la extracción lateral no estuviera presente y (ii) una concentración baja o mínima de olefinas lineales.

Como se indicó anteriormente, dienos y acetilenos se pueden extraer de la columna junto con el ciclopenteno en la extracción lateral. Esto se puede deber a la dinámica de la columna, así como a un resultado de la materia prima particular, que puede incluir compuestos acetilénicos y dienos más pesados que no hierven en la zona de reacción de hidrogenación. Como la extracción lateral de ciclopenteno puede ser útil como materia prima en diversas operaciones posteriores, puede ser deseable reducir o eliminar los acetilenos y dienos que se pueden extraer de la columna en el dibujo lateral. La ubicación de la alimentación próxima o dentro de la zona de reacción de hidrogenación se puede usar para reducir la concentración de acetilenos y dienos en la extracción lateral 19. Alternativamente, se puede usar una segunda zona 20 de reacción de hidrogenación en la columna, entre el punto de alimentación y la ubicación de la extracción lateral o cerca de la ubicación de la extracción lateral, como se ilustra en la figura 2, donde los números iguales representan partes iguales. El uso de una segunda zona de reacción de hidrogenación puede hidrogenar eficazmente acetilenos y dienos que atraviesan la columna, proporcionando un producto de extracción lateral rico en ciclopenteno significativamente libre de acetilenos y dienos. Como se usa en la presente memoria, significativamente libre de dienos y acetilenos se define como menos de aproximadamente 0,5% en peso de dienos y acetilenos.

Los catalizadores útiles en la(s) zona(s) de reacción de hidrogenación pueden incluir metales del grupo 8, como cobalto, níquel, paladio o platino, solos o en combinación, y/o metales del grupo 1B, como cobre y/o otros metales, tales como metales del grupo 5A o grupo 6A, tales como molibdeno o tungsteno, sobre un soporte adecuado, tal como alúmina, sílice, titania, sílice-alúmina, titania-alúmina, titania-zirconia, o similares. Normalmente, los metales catalíticos se proporcionan como los óxidos de los metales soportados sobre extruidos o esferas. Los minerales se pueden reducir a la forma de hidruro u otros estados activos, si es necesario, antes de su uso por exposición al hidrógeno, por ejemplo.

El (los) catalizador(es) particular(es) y las condiciones de operación en la(s) zona(s) de reacción de hidrogenación pueden depender de la alimentación en particular de que contiene olefina-C5, el esquema de flujo general (es decir, el uso o falta de lechos de protección, etc.), la conversión y la selectividad deseadas, y la tolerancia en los productos finales para cualquier isomerización que pueda ocurrir en condiciones de hidrogenación, entre otras variables. Las

condiciones de funcionamiento típicas de la zona de reacción de hidrogenación incluyen temperaturas en el intervalo de 30°C a 500°C y presiones en el intervalo de 0,1 a 10 MPa (1 a 100 bar).

En algunas realizaciones, las temperaturas de la zona de reacción de hidrogenación pueden estar en el intervalo de aproximadamente 30°C a aproximadamente 300°C. En otras realizaciones, las temperaturas de la zona de reacción de hidrogenación pueden estar en el intervalo de aproximadamente 40°C a aproximadamente 250°C; de aproximadamente 50°C a aproximadamente 200°C en otras realizaciones; y de aproximadamente 75°C a aproximadamente 175°C aún en otras realizaciones. En realizaciones donde se proporcionan una zona de reacción superior e inferior, la temperatura en el lecho inferior será mayor que la del lecho superior, ambos generalmente incluidos en los intervalos anteriores. Las temperaturas de la columna en la parte superior e inferior de la columna pueden ser mayores o menores que las temperaturas indicadas anteriormente, la parte inferior que funciona a una temperatura próxima al intervalo de ebullición de los componentes más pesados de la alimentación a la presión de la columna, y la parte superior que funciona a una temperatura próxima al intervalo de ebullición de los componentes más ligeros y productos de reacción a presión de columna.

En algunas realizaciones, el sistema de reacción en columna de destilación puede funcionar a una presión superior en el intervalo de aproximadamente 0,1 MPa (1 bar) a aproximadamente 5 MPa (50 bar) (absoluto). En otras realizaciones, las presiones de los reactores de hidrogenación pueden estar en el intervalo de aproximadamente 0,2 MPa (2 bar) y aproximadamente 3 MPa (30 bar); de aproximadamente 0,3 MPa (3 bar) a aproximadamente 2 MPa (20 bar) en otras realizaciones; y de aproximadamente 0,5 MPa (5) a aproximadamente 1 MPa (10 bar), tal como aproximadamente de 0,7 a 0,9 MPa (7 a 9 bar), aún en otras realizaciones.

Después de la hidrogenación selectiva de compuestos acetilénicos y dienos y la separación de pentenos lineales del ciclopenteno, el producto resultante que contiene olefina C5 se puede alimentar a un reactor de síntesis para la producción de propileno. Por ejemplo, los pentenos lineales se pueden hacer reaccionar con etileno en presencia de un catalizador de metátesis o de un catalizador combinado metátesis/isomerización para producir propileno. Cuando se alimentan pentenos lineales a un reactor de metátesis convencional, se pueden dar las siguientes reacciones:

- (a) 1-penteno → 2-penteno (isomerización);
- (b) 2-penteno + etileno → 1-butenos + propileno (metátesis);
- (c) 1-butenos → 2-butenos (isomerización);
- (d) 2-butenos + etileno → 2 propileno (metátesis).

1-penteno se isomeriza a 2-penteno. La reacción de metátesis de 1-penteno con etileno no es productiva (los productos son los mismos que los reactivos). La reacción de olefina C5 lineal global se puede mostrar como:



Los productos de la reacción de metátesis, incluidos etileno, propileno, butenos y pentenos que no han reaccionado y pentenos que no han reaccionado se pueden recuperar y enviar a una zona de separación, que puede incluir una o más columnas de destilación y/o columnas de destilación extractivas para separar el efluente del reactor de metátesis en varias fracciones deseadas, que pueden incluir una fracción de etileno, una fracción de propileno, una fracción de buteno y/o penteno, y una fracción pesada. La fracción de etileno y la(s) fracción(es) de buteno/penteno se pueden reciclar a la zona de reacción de metátesis para la producción continua de propileno.

Los catalizadores útiles en el reactor de metátesis pueden incluir cualquier catalizador de metátesis conocido, incluidos los óxidos de metales del grupo VIA y grupo VIIA sobre soportes. Los soportes de catalizador pueden ser de cualquier tipo y podrían incluir alúmina, sílice, mezclas de los mismos, zirconia y zeolitas. Además del catalizador de metátesis, el catalizador contenido en el reactor de metátesis puede incluir un catalizador de isomerización de doble enlace tal como óxido de magnesio u óxido de calcio, para convertir 1-butenos y 1-penteno en 2-butenos y 2-penteno, que permite un aumento de producción de propileno mediante metátesis con etileno. En algunas realizaciones, el catalizador puede incluir un promotor para reducir la acidez; por ejemplo, un catalizador de metal alcalino (sodio, potasio o litio), cesio, una tierra rara, etc. En algunas realizaciones, la metátesis o metátesis mixta/isomerización de enlace doble puede incluir los descritos en los documentos EEUU 20110021858 o EEUU 20100056839, por ejemplo.

El reactor de metátesis puede funcionar a una presión entre 0,1 y 4 MPa (1 y 40 bar) en algunas realizaciones, y entre 0,5 y 1,5 MPa (5 y 15 bar) en otras realizaciones. El reactor de metátesis puede funcionar de manera tal que la temperatura de reacción esté dentro del intervalo de aproximadamente 50°C a aproximadamente 600°C; dentro del intervalo de aproximadamente 200°C a aproximadamente 450°C en otras realizaciones; y de aproximadamente 250°C a aproximadamente 400°C en otras realizaciones. La reacción de metátesis se puede realizar a una velocidad espacial horaria por peso (WHSV) en el intervalo de aproximadamente 3 a aproximadamente 200 en algunas realizaciones, y de aproximadamente 6 a aproximadamente 40 en otras realizaciones. La reacción se puede llevar a cabo en la fase líquida o en la fase gaseosa, dependiendo de la estructura y el peso molecular de la(s) olefina(s), poniendo en contacto la(s) olefina(s) con el catalizador de metátesis. Si la reacción se lleva a cabo en la fase líquida, se pueden usar disolventes o diluyentes para la reacción, como hidrocarburos alifáticos saturados, por ejemplo, pentanos, hexanos, ciclohexanos, dodecanos e hidrocarburos aromáticos, tal como benceno y tolueno son adecuados. Si la reacción se lleva a cabo en la fase gaseosa, pueden estar presentes diluyentes tales como hidrocarburos alifáticos saturados, por

ejemplo, metano, etano y/o gases sustancialmente inertes, como nitrógeno y argón. Para obtener un alto rendimiento de producto, la reacción se puede llevar a cabo en ausencia de cantidades significativas de materiales desactivantes, como el agua y el oxígeno.

### Ejemplos

- 5 Se realizaron simulaciones para comparar el rendimiento de un sistema de reactor de destilación catalítica para hidrogenar selectivamente una corriente de alimentación de C5 con y sin una extracción lateral. La composición de la alimentación C5 se muestra en la tabla 1. Las simulaciones se llevaron a cabo en ASPEN PLUS 7.2 (Aspen Technology, Inc., Burlington, Massachusetts). Las simulaciones para las columnas con una extracción lateral se realizaron con la configuración de la columna como se muestra en la figura 1. Los resultados de la simulación se comparan en la tabla 2.

- 10 Se puede ver en la tabla 2 y en las figuras 3-6 que con la misma concentración de ciclopenteno en el destilado (0,5% en peso), el aporte del hervidor puede disminuir significativamente de 33.309 kJ/h (31.571 btu/h) (caso 1) a 24.792 kJ/h (23.498 btu/h) (caso 4) al tomar una pequeña extracción lateral enriquecida en ciclopenteno. Curiosamente, la pérdida de olefina C5 lineal total a través de la extracción lateral es despreciable (0,08% en peso). Si se utiliza la misma proporción de reflujo y el requerimiento de rehervido como se muestra en los casos 2 y 3, se produce un producto de cabeza con una concentración mucho menor de ciclopenteno tomando una pequeña corriente secundaria enriquecida en ciclopenteno de la columna.

Tabla 1. Composición del alimento C5 (% en peso)

| Componente              | % en peso | Componente               | % en peso | Componente               | % en peso |
|-------------------------|-----------|--------------------------|-----------|--------------------------|-----------|
| 1-buteno                | 0,0525    | 3-metil 1-buteno         | 0,7513    | cis 2-buteno             | 0,5753    |
| Isobuteno               | 0,5477    | trans 2-buteno           | 0,6300    | Isobutano                | 0,0290    |
| n-butano                | 0,1405    | ciclopentadieno          | 0,0170    | 1,2-pentadieno           | 0,0150    |
| 1,4-pentadieno          | 0,0064    | 1,5-hexadieno            | 0,0119    | 2-metil 1,3- butadieno   | 0,1105    |
| cis 1,3-pentadieno      | 0,0775    | trans 1,3-pentadieno     | 0,1408    | 1-penteno                | 2,8576    |
| 2-metil 1-buteno        | 5,0019    | 2-metil 2-buteno         | 14,1153   | 3-metil 1- penteno       | 0,6446    |
| 4-metil 1-penteno       | 0,4733    | cis 2-penteno            | 4,9555    | ciclopentano             | 0,6256    |
| Ciclopenteno            | 1,8741    | trans 2-penteno          | 9,4822    | Isopentano               | 20,6196   |
| n-pentano               | 3,6866    | 1,4-hexadieno            | 0,0053    | 2-metil 1,4- pentadieno  | 0,0270    |
| 3-metil 1,3- pentadieno | 0,0335    | 3-metil 1,4- pentadieno  | 0,0710    | 3-metil ciclopenteno     | 0,0060    |
| trans 1,3-hexadieno     | 0,1525    | 1-hexeno                 | 0,4480    | 1-metil ciclopenteno     | 0,4961    |
| 2,3-dimetil 1- buteno   | 0,5611    | 2-etil 1-buteno          | 0,0300    | 2-metil 1- penteno       | 1,0288    |
| 2-metil 2-penteno       | 2,1323    | 3,3-dimetil 1- buteno    | 0,1055    | 3-metil pentano          | 4,2233    |
| cis 2-hexeno            | 0,9268    | cis 3-hexeno             | 0,2812    | cis 3-metil 2- penteno   | 1,2823    |
| cis 4-metil 2- penteno  | 0,4486    | metil ciclopentano       | 1,3342    | trans 2-hexeno           | 1,7921    |
| trans 3-hexeno          | 0,8618    | trans 3-metil 2- penteno | 1,3668    | trans 4-metil 2- penteno | 1,7264    |
| 2,2-dimetilbutano       | 0,1158    | 2,3-dimetilbutano        | 2,0282    | 20-metil pentano         | 8,2805    |
| n-hexano                | 1,2040    | 2,4-dimetil 1- penteno   | 0,0243    | 3,3-dimetil 1- penteno   | 0,0080    |

| Componente           | % en peso | Componente         | % en peso | Componente | % en peso |
|----------------------|-----------|--------------------|-----------|------------|-----------|
| 2,2,3-trimetilbutano | 0,0360    | 2,4-dimetilpentano | 0,3495    | Benzeno    | 0,7423    |
| Tolueno              | 0,0463    | Pesados            | 0,3828    |            |           |

Tabla 2. Condiciones de simulación

| Caso número                                                       | 1                | 2                | 3                | 4                |
|-------------------------------------------------------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| Etapas de columna                                                 | 102              | 102              | 102              | 102              |
| Etapas de alimentación C5                                         | 42               | 42               | 42               | 42               |
| Etapas de alimentación de hidrógeno                               | 45               | 45               | 45               | 45               |
| Etapas de zonas de reacción                                       | 30-37            | 30-37            | 30-37            | 30-37            |
| Ciclopenteno en cabezas (% en peso)                               | 0,50             | 0,28             | 0,34             | 0,50             |
| Presión (MPa (psia))                                              | 0,791<br>(114,7) | 0,791<br>(114,7) | 0,791<br>(114,7) | 0,791<br>(114,7) |
| Proporción de reflujo                                             | 10               | 10,05            | 10,05            | 7,3              |
| Presión parcial de hidrógeno media (Pa (psi))                     | 3482<br>(0,505)  | 3482<br>(0,505)  | 3482<br>(0,505)  | 3482<br>(0,505)  |
| Proporción fondos vs alimentación (mol/mol)                       | 0,306            | 0,306            | 0,306            | 0,306            |
| Requerimiento de rehervido (kJ/h (but/h))                         | 33309<br>(31571) | 33309<br>(31571) | 33309<br>(31571) | 24792<br>(23498) |
| Etapas de extracción lateral                                      | N/A              | 86               | 86               | 86               |
| Proporción extracción lateral vs alimentación (mol/mol)           | N/A              | 0,0046           | 0,0023           | 0,0023           |
| Pérdida total de olefina lineal en extracción lateral (% en peso) | N/A              | 0,16             | 0,05             | 0,08             |

5 Como se describió anteriormente, las realizaciones descritas en la presente memoria proporcionan un proceso eficaz para hidrogenar selectivamente dienos y acetilenos en una corriente bruta de hidrato de carbono C5. Ventajosamente, el uso de una extracción lateral puede proporcionar una mayor eficacia de separación y/o una reducción de las tareas de funcionamiento operativos en comparación con sistemas de reactor de destilación catalítica sin una extracción lateral.

10 Si bien la descripción incluye un número limitado de realizaciones, los expertos en la técnica, que se benefician de esta descripción, apreciarán que pueden idearse otras realizaciones que no se aparten del alcance de la presente descripción. En consecuencia, el alcance debe estar limitado solo por las reivindicaciones adjuntas.

# REIVINDICACIONES

1. Un proceso para la hidrogenación selectiva de acetilenos y dienos en una corriente de hidrato de carbono C5, que comprende:  
5 alimentar de hidrógeno y una corriente que contiene olefina C5 que comprende pentenos lineales, dienos, acetilenos y ciclopenteno a un sistema (12) de reactor de destilación catalítica;  
concurrentemente en el sistema (12) de reactor de destilación catalítica:  
hidrogenar los acetilenos y dienos;  
y fraccionar la corriente que contiene olefina C5;  
recuperar una fracción (18) de cabeza que comprende los pentenos lineales;  
10 recuperar una fracción (19) de extracción lateral que comprende el ciclopenteno, en donde la extracción lateral está ubicada en una ubicación intermedia de alimentación de la corriente que contiene olefina C5 y en una ubicación de extracción de fondos; y  
recuperar (16) una fracción de fondos.
2. El proceso de la reivindicación 1, en el que la extracción lateral está ubicada debajo de la ubicación de alimentación y próxima a una elevación de concentración máxima de ciclopenteno determinada como si la extracción lateral no estuviera presente.
3. El proceso de la reivindicación 1, en el que una proporción molar entre la velocidad de extracción lateral y la velocidad de alimentación está en el intervalo de aproximadamente 0,001 a aproximadamente 0,01.
4. El proceso de la reivindicación 1, en el que una proporción molar entre la velocidad de extracción lateral y la velocidad de alimentación está en el intervalo de aproximadamente 0,002 a aproximadamente 0,005.
5. El proceso de la reivindicación 1, en el que el sistema (12) de reactor de destilación catalítica comprende una zona (14) de reacción de hidrogenación ubicada sobre una ubicación de alimentación de la corriente que contiene olefina C5.
6. El proceso de la reivindicación 5, en el que el sistema (12) de reactor de destilación catalítica comprende además una zona (20) de reacción de hidrogenación ubicada debajo de una ubicación de alimentación de la corriente que contiene olefina C5 y por encima o cerca de una elevación de la extracción lateral.
7. El proceso de la reivindicación 1, en el que la fracción (19) de extracción lateral está significativamente libre de acetilenos y dienos.
8. Un proceso para la conversión de pentenos lineales en propileno, que comprende:  
30 el proceso para la hidrogenación selectiva de acetilenos y dienos en una corriente de hidratos de carbono C5 de cualquiera de las reivindicaciones 1-7; y  
alimentar al menos una parte de la fracción (18) de cabeza a un reactor de metátesis.
9. Un sistema para la hidrogenación selectiva de acetilenos y dienos en una corriente de hidratos de carbono C5, que comprende:  
35 una o más líneas de flujo (10, 11) para alimentar hidrógeno y una corriente que contiene olefina C5 que comprende pentenos lineales, dienos, acetilenos y ciclopenteno a un sistema (12) de reactor de destilación catalítica;  
el sistema (12) de reactor de destilación catalítica, para concurrentemente:  
hidrogenar los acetilenos y dienos; y  
40 fraccionar la corriente que contiene olefina C5;  
un sistema de cabeza conectado de manera fluida al sistema (12) del reactor de destilación catalítica para recuperar una fracción (18) de cabeza que comprende los pentenos lineales;  
una línea de flujo para recuperar una fracción (19) de extracción lateral que comprende el ciclopenteno del sistema (12) del reactor de destilación catalítica, en donde la extracción lateral está ubicada intermedia en una ubicación de alimentación de la corriente que contiene olefina C5 y una ubicación de extracción de fondos; y



un sistema de fondos para recuperar una fracción (16) de fondos del sistema (12) de reactor de destilación catalítica.

- 5 10. El sistema de la reivindicación 9, en el que la extracción lateral está ubicada debajo de la ubicación de alimentación y próxima a una elevación de la concentración máxima de ciclopenteno determinada como si la extracción lateral no estuviera presente.
11. El sistema de la reivindicación 9, en el que el sistema (12) de reactor de destilación catalítica comprende una zona (14) de reacción de hidrogenación ubicada por encima de una ubicación de alimentación de la corriente que contiene olefina C5.
- 10 12. El sistema de la reivindicación 11, en el que el sistema (12) de reactor de destilación catalítica comprende además una zona (20) de reacción de hidrogenación ubicada debajo de una ubicación de alimentación de la corriente que contiene olefina C5 y por encima o cerca de una elevación de la extracción lateral.

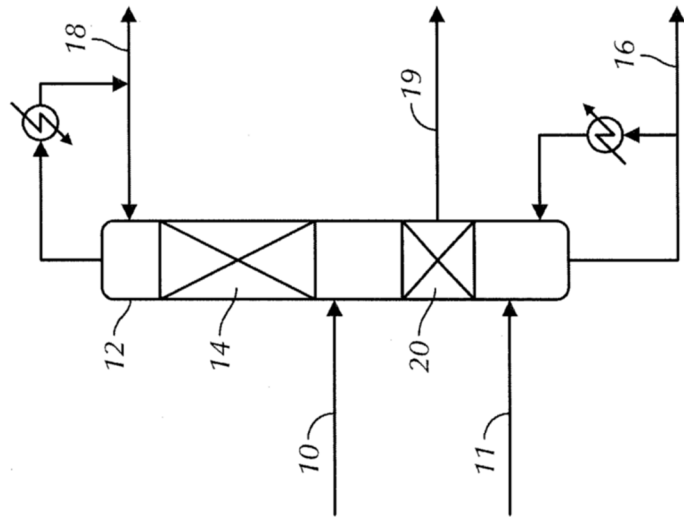


FIG. 2

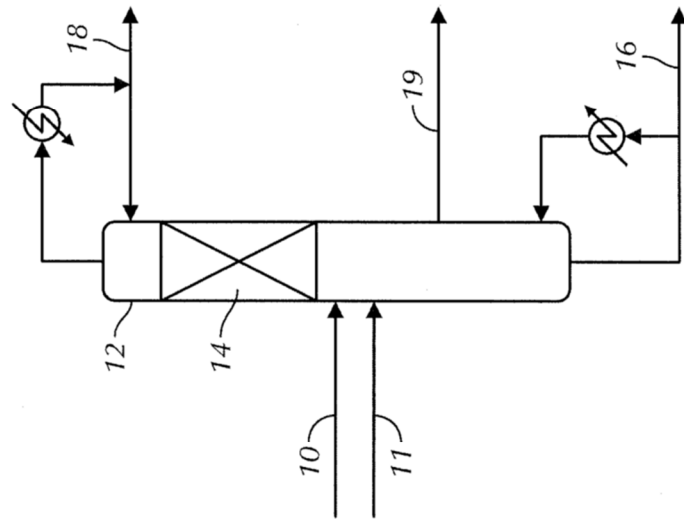


FIG. 1

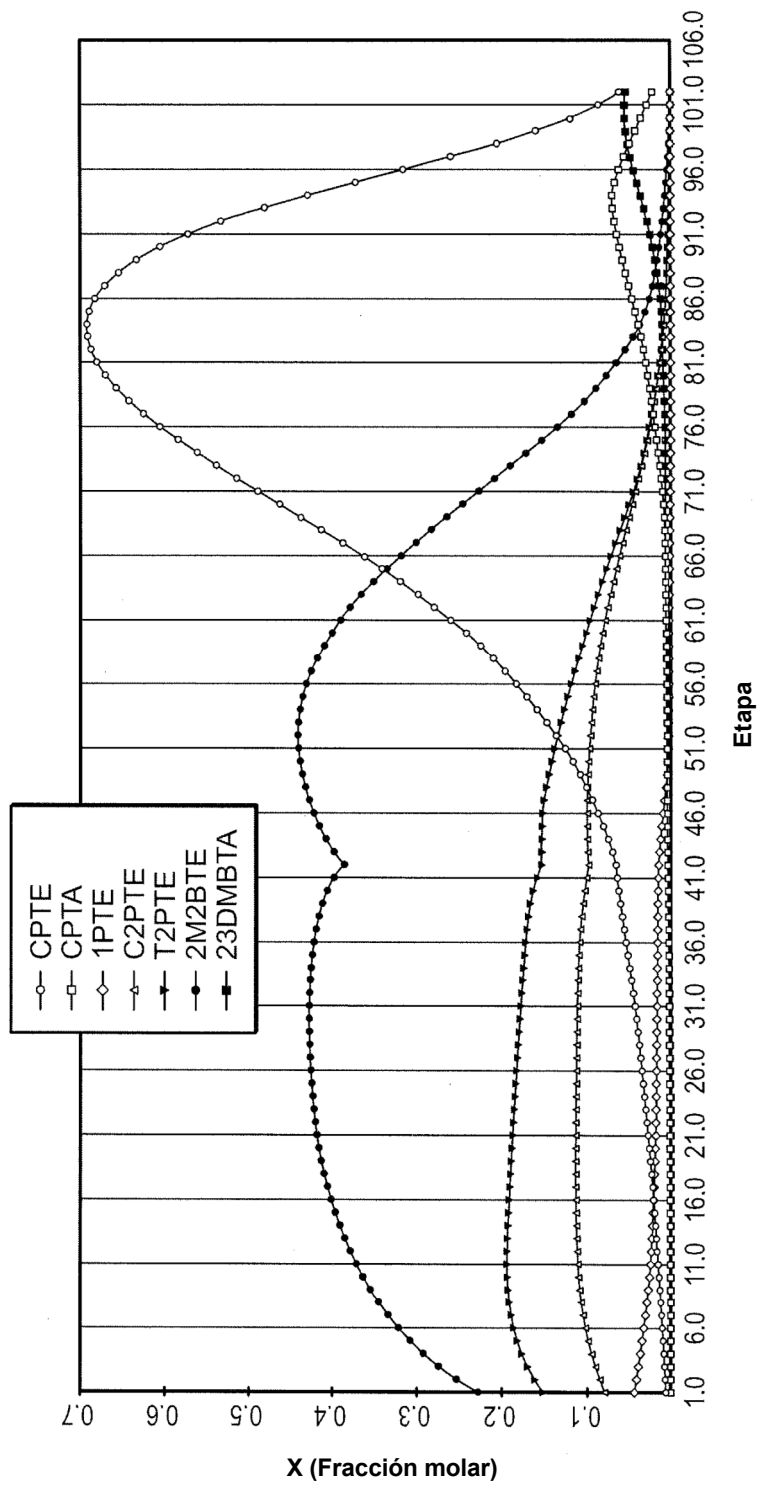


FIG. 3

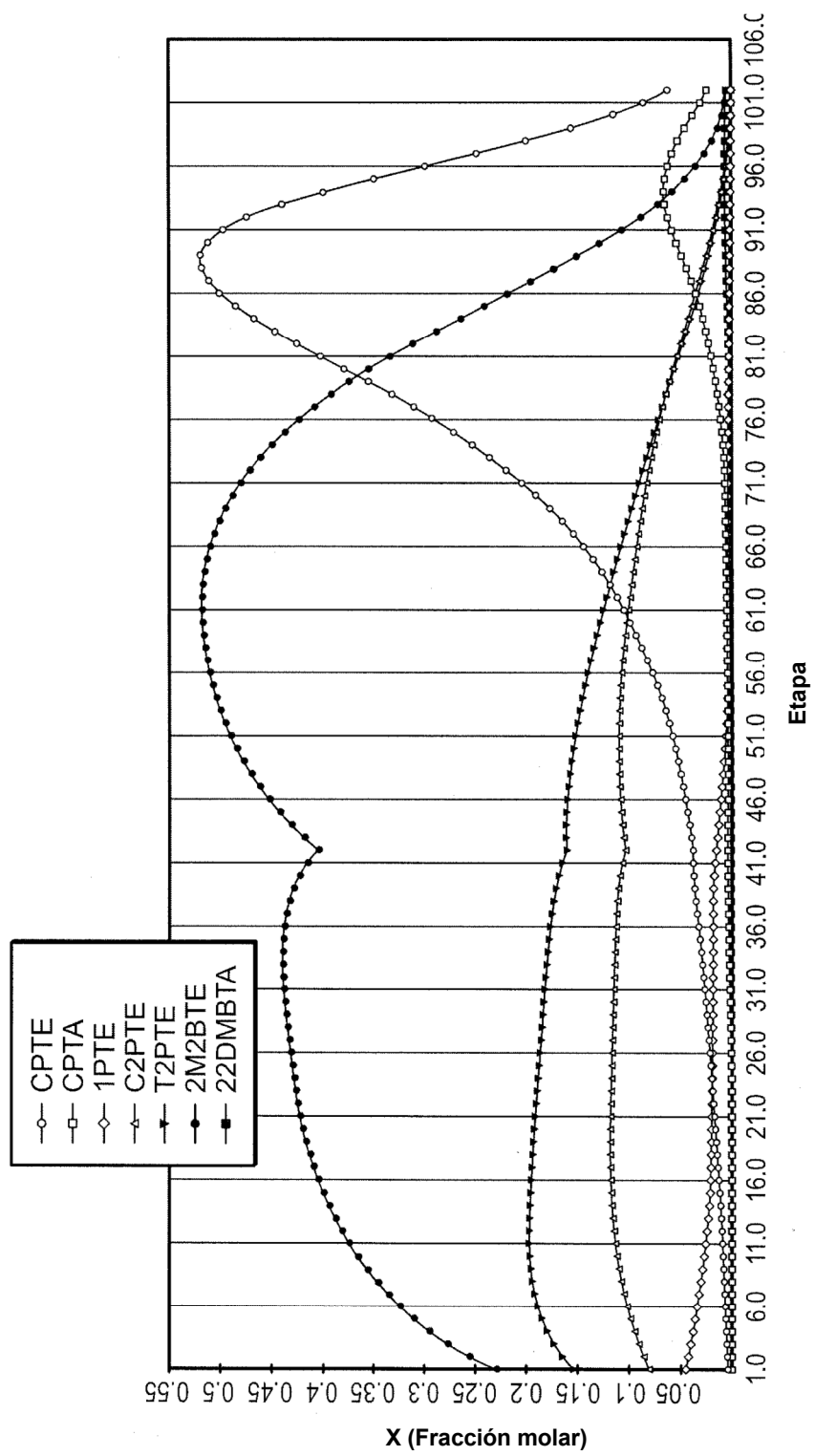


FIG. 4

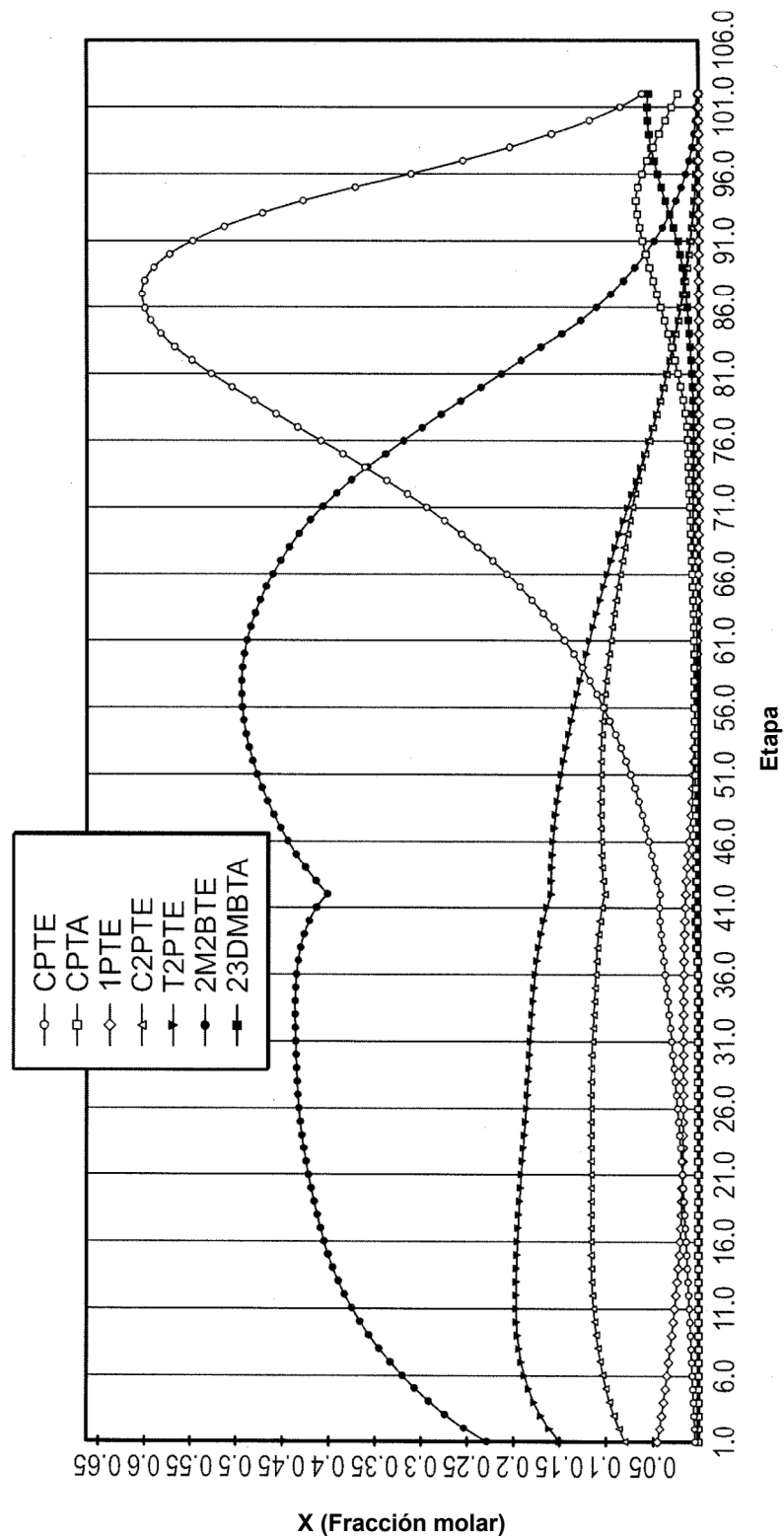


FIG. 5

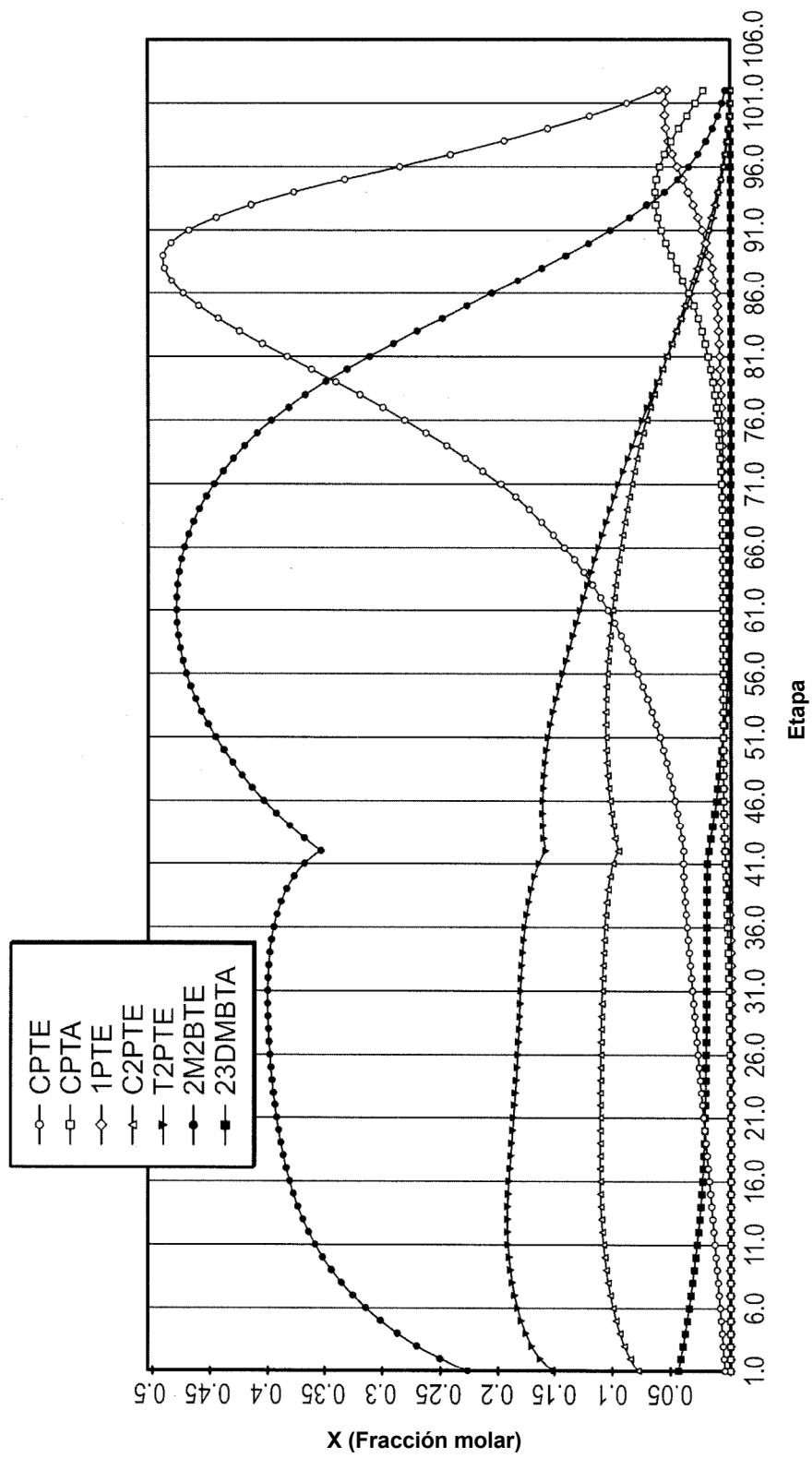


FIG. 6