

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 746 504**

51 Int. Cl.:

C07C 7/00

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **22.05.2010 PCT/US2010/035888**

87 Fecha y número de publicación internacional: **20.01.2011 WO11008342**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **22.05.2010 E 10800199 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **31.07.2019 EP 2454220**

54 Título: **Procesos y sistemas para la recuperación de estireno a partir de una materia prima que contiene estireno**

30 Prioridad:

**01.02.2010 US 697927
17.07.2009 US 226630 P**

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

06.03.2020

73 Titular/es:

**GTC TECHNOLOGY US, LLC (100.0%)
1001 S. Dairy Ashford Rd., Suite 500
Houston, TX 77077 , US**

72 Inventor/es:

**DING, ZHONGYI;
JIN, WEIHUA;
CIMPEANU, ANDREI y
SEALEY, AMY**

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 746 504 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

Procesos y sistemas para la recuperación de estireno a partir de una materia prima que contiene estireno

5 Antecedentes

10 En el transcurso del refinado de petróleo para producir productos tales como, por ejemplo, combustible, lubricantes y compuestos petroquímicos, se crean diversas corrientes de alimentación intermedias y de subproductos. Algunas de estas corrientes de alimentación están sumamente concentradas en hidrocarburos C_8 , y algunas corrientes de alimentación, en particular, contienen estireno y/o etilbenceno. El etilbenceno puede producirse mediante la hidrogenación de estireno, y la deshidrogenación de etilbenceno produce correspondientemente estireno. Debido a su tendencia a dimerizarse y polimerizarse, se considera que el estireno es un componente no deseado en corrientes de alimentación previstas en última instancia para uso de combustible como gasolina. Sin embargo, el estireno es un producto químico básico económicamente importante usado en varias aplicaciones comerciales tales como, por ejemplo, como material de partida para elaborar poliestireno. Como hay una demanda creciente de productos de tipo poliestireno, por consiguiente hay una necesidad creciente de materia prima de estireno.

20 El documento US 5.877.385 describe un proceso en el que el estireno se separa de una materia prima, se añade disolvente orgánico a la corriente pobre en estireno y se añade de vuelta el disolvente de extracción tratado a la columna de destilación extractiva para su reutilización.

25 El documento US 4.039.602 describe un proceso para la deshidrogenación de hidrocarburos alquilaromáticos (incluyendo etilbenceno) para producir una corriente de efluente. La corriente de efluente posteriormente se enfría y se condensa y se trata adicionalmente para extraer el estireno y formar una corriente de extracto que entonces se recircula de vuelta a la corriente de efluente.

30 En vista de lo anterior, nuevos métodos y sistemas para separar estireno de una corriente de alimentación que contiene estireno tendría un beneficio sustancial en la técnica. En particular, métodos y sistemas eficientes para mantener el rendimiento del disolvente de extracción en la destilación extractiva de estireno a partir de otros materiales encontrados en corrientes de gasolina de pirólisis tendrían un beneficio específico.

Sumario de la invención

35 En diversas realizaciones, en el presente documento se dan a conocer procesos para recuperar estireno y mantener el rendimiento de un disolvente de extracción en un sistema para la recuperación de estireno a partir de una materia prima rica en estireno. Los procesos incluyen a) introducir una materia prima rica en estireno en una columna de destilación extractiva, b) retirar una corriente rica en estireno que comprende estireno y un disolvente de extracción de la columna de destilación extractiva, c) introducir la corriente rica en estireno en una columna de recuperación de disolvente, d) retirar una corriente pobre en estireno de la columna de recuperación de disolvente, e) separar una porción de la corriente pobre en estireno, f) tratar la porción de la corriente pobre en estireno con un disolvente orgánico para formar un disolvente de extracción tratado y g) recircular el disolvente de extracción tratado. En la corriente pobre en estireno, una cantidad de estireno es menor que la cantidad de estireno en la corriente rica en estireno.

45 En otras diversas realizaciones, en el presente documento se dan a conocer procesos para recuperar estireno y mantener el rendimiento de un disolvente de extracción en un sistema para la recuperación de estireno a partir de una materia prima que contiene estireno y etilbenceno. Los métodos incluyen a) introducir una materia prima en una columna de destilación extractiva, b) retirar una corriente rica en estireno que comprende estireno y un disolvente de extracción de la columna de destilación extractiva, c) introducir la corriente rica en estireno en una columna de recuperación de disolvente, d) retirar una corriente pobre en estireno de la columna de recuperación de disolvente, e) separar una porción de la corriente pobre en estireno, f) tratar la porción de la corriente pobre en estireno usando separación por vapor para producir disolvente de extracción destilado por vapor y disolvente de extracción no destilado, seguido de tratar adicionalmente el disolvente de extracción no destilado con un lavado con disolvente orgánico y agua para formar un disolvente de extracción tratado y g) recircular el disolvente de extracción destilado. El disolvente de extracción tratado se recircula a la corriente pobre en estireno para una separación por vapor adicional. En la corriente pobre en estireno, una cantidad de estireno es menor que la cantidad de estireno en la corriente rica en estireno.

60 Todavía en otras diversas realizaciones, en el presente documento se describen sistemas de recuperación de estireno. Los sistemas de recuperación de estireno incluyen una columna de destilación extractiva, una columna de recuperación de disolvente, un aparato de tratamiento de disolvente que tiene al menos una fase de equilibrio y un bucle de circulación continuo que conecta la columna de destilación extractiva, la columna de recuperación de disolvente y el aparato de tratamiento de disolvente.

Lo anterior ha esbozado más bien de manera amplia las características de la presente divulgación con el fin de que la descripción detallada que sigue pueda entenderse mejor. A continuación en el presente documento se describirán características y ventajas adicionales de la divulgación, que forman el objeto de las reivindicaciones.

5 Breve descripción de los dibujos

Para una comprensión más completa de la presente divulgación, y las ventajas de la misma, ahora se hace referencia a las siguientes descripciones que deben tomarse junto con los dibujos adjuntos que describen realizaciones específicas de la divulgación, en los que:

10 la Figura 1 muestra un esquema de un sistema de recuperación de estireno ilustrativo en el que se recupera estireno y se separa un disolvente de extracción pobre en estireno para su tratamiento;

15 la Figura 2 muestra un esquema de un aparato de múltiples fases ilustrativo para tratar una corriente pobre en estireno;

la Figura 3 muestra un esquema de un sistema de recuperación de estireno ilustrativo en el que se separa estireno y se trata una corriente pobre en estireno usando una columna de separación por vapor; y,

20 la Figura 4 muestra un esquema de un sistema de recuperación de estireno ilustrativo en el que se añade un codisolvente al disolvente de extracción para ayudar en el proceso de recuperación de estireno.

Descripción detallada de realizaciones ilustrativas

25 En la siguiente descripción se exponen ciertos detalles tales como cantidades, tamaños, etc. específicos para proporcionar una comprensión exhaustiva de las presentes realizaciones dadas a conocer en el presente documento. Sin embargo, resultará evidente para los expertos habituales en la técnica que la presente divulgación puede ponerse en práctica sin tales detalles específicos. En muchos casos, los detalles relativos a tales consideraciones y similares se han omitido en vista de que tales detalles no son necesarios para obtener una comprensión completa de la presente divulgación y se encuentran dentro de las habilidades de los expertos ordinarios en la técnica relevante.

30 Haciendo referencia a los dibujos en general, se entenderá que las ilustraciones son con el propósito de describir realizaciones particulares de la divulgación y no pretenden limitar las mismas. Los dibujos no están necesariamente a escala.

35 Aunque la mayoría de los términos usados en el presente documento serán reconocibles para los expertos habituales en la técnica, sin embargo debe entenderse que, cuando no se definan explícitamente, los términos deben interpretarse como que adoptan un significado aceptado en la actualidad por los expertos habituales en la técnica. En los casos en los que la interpretación de un término lo convierta en carente de significado o esencialmente carente de significado, la definición debe tomarse del Webster's Dictionary, 3^a Edición, 2009. No deben incorporarse definiciones y/o interpretaciones de otras solicitudes de patente, patentes o publicaciones, relacionadas o no, a menos que se establezca específicamente en esta memoria descriptiva o si la incorporación es necesaria para mantener su validez.

40 Tal como se usa en el presente documento, el término "aromático" se refiere a la aromaticidad, una propiedad química en la que un anillo conjugado de enlaces insaturados, pares sueltos u orbitales vacíos presenta una estabilización más fuerte que la que se esperaría mediante la estabilización de conjugación sola. También puede considerarse una manifestación de deslocalización cíclica y de estabilización de resonancia. Habitualmente se considera que esto se debe a que los electrones pueden circular libremente alrededor de disposiciones circulares de átomos, que presentan de manera alterna enlaces sencillos y dobles enlaces entre sí.

45 Tal como se usa en el presente documento, el término "alifático" se refiere a compuestos que tienen átomos de carbono que pueden unirse entre sí en cadenas lineales, cadenas ramificadas o anillos (en cuyo caso se denominan alicíclicos). Pueden unirse mediante enlaces sencillos (alcanos), dobles enlaces (alquenos) o triples enlaces (alquinos).

50 Tal como se usa en el presente documento, el término "polímero" hará referencia colectivamente a polímeros de estireno que incluyen dímeros, trímeros, polímeros y oligómeros de estireno superiores.

55 Aparte de en los ejemplos operativos, o donde se indique lo contrario, debe entenderse que todos los números que expresan cantidades de componentes usados en el presente documento están modificados en todos los casos por el término "aproximadamente".

60 Diversas realizaciones de la presente divulgación se refieren a procesos y sistemas para mantener el rendimiento de disolvente de extracción en la producción y/o recuperación de estireno a partir de diversas materias primas

hidrocarbonadas, particularmente materias primas de petróleo. Tal como se usa en el presente documento, se entenderá que el término "materia prima" incluye diversas corrientes intermedias creadas durante el procesamiento de crudo o gas natural líquido (LNG, *liquid natural gas*) u otros hidrocarburos mixtos para producir productos de petróleo refinados. Tales corrientes intermedias pueden incluir aquellas que tienen normalmente un contenido en estireno sustancial tales como, por ejemplo, gasolina de pirólisis, así como aquellas que contienen normalmente poco o nada de estireno, pero que contienen el material relacionado etilbenceno, que se convierte fácilmente en estireno. Un ejemplo ilustrativo de una corriente intermedia de este tipo que contiene relativamente poco estireno es una fracción de reformado C₈. Según las realizaciones descritas en el presente documento, los métodos usados para recuperar estireno y mantener el rendimiento de disolvente de extracción incluyen usar destilación extractiva para recuperar el estireno de una materia prima rica en estireno.

En diversas realizaciones, en el presente documento se dan a conocer procesos para recuperar estireno y mantener el rendimiento de un disolvente de extracción en un sistema para la recuperación de estireno a partir de una materia prima rica en estireno. Los procesos incluyen a) introducir una materia prima rica en estireno en una columna de destilación extractiva, b) retirar una corriente rica en estireno que comprende estireno y un disolvente de extracción de la columna de destilación extractiva, c) introducir la corriente rica en estireno en una columna de recuperación de disolvente, d) retirar una corriente pobre en estireno de la columna de recuperación de disolvente, e) separar una porción de la corriente pobre en estireno, f) tratar la porción de la corriente pobre en estireno con un disolvente orgánico para formar un disolvente de extracción tratado y g) recircular el disolvente de extracción tratado. En la corriente pobre en estireno, una cantidad de estireno es menor que la cantidad de estireno en la corriente rica en estireno.

En diversas realizaciones, el disolvente de extracción es un único disolvente o una mezcla de disolventes. En algunas realizaciones, los disolventes de extracción ilustrativos pueden incluir, por ejemplo, carbonato de propileno, sulfolano (tetrametilensulfona), metilcarbitol, 1-metil-2-pirrolidinona, 2-pirrolidinona, agua y mezclas de los mismos. Tal como se expone a continuación en el presente documento, el disolvente de extracción también puede incluir un codisolvente.

En diversas realizaciones de los procesos descritos en el presente documento, el disolvente orgánico puede ser, por ejemplo, al menos un disolvente de hidrocarburo.

Tal como se indicó anteriormente en el presente documento, la polimerización de estireno es problemática, particularmente en corrientes de gasolina. Tal polimerización también es problemática en el aislamiento de estireno para su uso en aplicaciones industriales. En diversas realizaciones de la presente divulgación, una porción de una corriente pobre en estireno que contiene residual estireno y un disolvente de extracción se trata para retirar los polímeros de estireno. Tal tratamiento resulta ventajoso en el equilibrado y/o ajuste de la tasa de formación de polímero en un bucle de disolvente de destilación extractiva, tal como se describe en el presente documento, y compensando la tasa de formación con la tasa de retirada producida mediante el tratamiento del disolvente de extracción. Al retirar polímeros de estireno no deseados, el rendimiento de disolvente de extracción se mantiene durante todo el tiempo de ejecución del proceso de destilación extractiva.

En diversas realizaciones, la etapa de tratar la corriente pobre en estireno incluye además lavar la corriente pobre en estireno con agua. En algunas realizaciones, una relación del agua con respecto al disolvente de extracción es de desde aproximadamente 4 hasta aproximadamente 0,2. En algunas realizaciones, una relación del agua con respecto al disolvente de extracción es de desde aproximadamente 2 hasta aproximadamente 0,5. En otras realizaciones, una relación del agua con respecto al disolvente de extracción es de desde aproximadamente 1 hasta aproximadamente 0,001. Todavía en otras realizaciones, una relación del agua con respecto al disolvente de extracción es de desde aproximadamente 0,5 hasta aproximadamente 0,01. Todavía en otras realizaciones, una relación del agua con respecto al disolvente de extracción es de desde aproximadamente 0,1 hasta aproximadamente 0,01.

En algunas realizaciones, la corriente pobre en estireno incluye de aproximadamente el 0 a aproximadamente el 40% de disolvente de extracción. En algunas otras realizaciones, la corriente pobre en estireno incluye de aproximadamente el 0 a aproximadamente el 10% de disolvente de extracción. Los porcentajes a los que se hace referencia son en relación con el volumen total de disolvente de extracción.

En algunas realizaciones, la corriente pobre en estireno se lava con el agua y el disolvente orgánico al mismo tiempo. Sin embargo, en otras realizaciones, la corriente pobre en estireno se mezcla con el disolvente orgánico y entonces se mezcla con el agua en la etapa de tratamiento. La etapa de mezclar el disolvente orgánico y el agua puede invertirse en una realización. Tales etapas de lavado escalonadas son ventajosas cuando el disolvente de extracción en la corriente pobre en estireno tiene una solubilidad preferencial en uno del disolvente orgánico y el agua. Tales etapas de lavado de la corriente pobre en estireno minimizan al menos parcialmente la acumulación de polímero en el disolvente de extracción tras recircular el disolvente de extracción en un bucle de disolvente continuo. En diversas realizaciones, la retirada de polímero da como resultado una consistencia, un rendimiento y una reproducibilidad aumentados de los procesos de destilación extractiva para recuperar estireno descritos en el presente documento.

En algunas realizaciones descritas en el presente documento, la etapa de tratar la corriente pobre en estireno tiene lugar en un sistema de equilibrio líquido-líquido que tiene al menos una fase de equilibrio. Una fase de equilibrio puede incluir un mezclador, separador o instrumento similar para efectuar una separación de fases. En algunas realizaciones, el sistema de equilibrio líquido-líquido tiene una fase de equilibrio. Sin embargo, en otras realizaciones, pueden usarse sistemas de equilibrio líquido-líquido que tienen dos, tres, cuatro, cinco, seis, siete o más fases de equilibrio dentro del espíritu y alcance de la presente divulgación. En algunas realizaciones, hay hasta siete fases de equilibrio. Un sistema de equilibrio líquido-líquido ilustrativo que tiene cinco fases de equilibrio se muestra a continuación en el presente documento en la Figura 2.

En algunas realizaciones, tras tratar la corriente pobre en estireno, el disolvente de extracción se recoge mediante destilación. En otras diversas realizaciones, el disolvente de extracción se recircula de vuelta a la columna de destilación extractiva usada en la destilación extractiva aparato para la recuperación adicional de estireno a partir de una corriente de alimentación que contiene estireno. En algunas realizaciones, la recirculación tiene lugar a través de un bucle continuo. En algunas realizaciones, al menos una porción del agua en el disolvente de extracción tras el tratamiento se separa antes de que el disolvente de extracción se recircule de vuelta a la columna de destilación extractiva del sistema de destilación extractiva.

En realizaciones adicionales de la presente divulgación, en el presente documento se describen métodos para minimizar la acumulación de productos químicos de proceso (distintos del polímero) y/o similares en el disolvente de extracción. Tales productos químicos de proceso incluyen, por ejemplo, inhibidores, retardadores y/o similares que se usan en impedir formación de polímero y/o formación de estireno. Los contaminantes que pueden retirarse mediante los diversos procesos y sistemas de la presente divulgación incluyen, por ejemplo, productos químicos para impedir la corrosión, emulsión y/o similares.

En otras diversas realizaciones de la presente divulgación, en el presente documento se dan a conocer procesos para recuperar estireno y mantener el rendimiento de un disolvente de extracción en un sistema para la recuperación de estireno a partir de una materia prima que contiene estireno y etilbenceno. Los métodos incluyen a) introducir una materia prima en una columna de destilación extractiva, b) retirar una corriente rica en estireno que comprende estireno y un disolvente de extracción de la columna de destilación extractiva, c) introducir la corriente rica en estireno en una columna de recuperación de disolvente, d) retirar una corriente pobre en estireno de la columna de recuperación de disolvente, e) separar una porción de la corriente pobre en estireno, f) tratar la porción de la corriente pobre en estireno usando separación por vapor para producir disolvente de extracción destilado por vapor y disolvente de extracción no destilado, seguido de tratar adicionalmente el disolvente de extracción no destilado con un lavado con disolvente orgánico y agua para formar un disolvente de extracción tratado y g) recircular el disolvente de extracción destilado. El disolvente de extracción tratado se recircula a la corriente pobre en estireno para una separación por vapor adicional. En la corriente pobre en estireno, una cantidad de estireno es menor que la cantidad de estireno en la corriente rica en estireno.

En algunas realizaciones, la separación por vapor incluye usar una columna de separación por vapor para separar el disolvente de extracción de la corriente pobre en estireno. Por ejemplo, una porción de corriente pobre en estireno se envía/transporta a través de una columna de separación por vapor y al menos una porción del disolvente de extracción se recupera mediante destilación. Esa porción del disolvente de extracción que no se destila (es decir, disolvente de extracción no destilado) puede tratarse adicionalmente con un lavado con disolvente orgánico y agua que tiene lugar en un sistema de equilibrio líquido-líquido que tiene al menos una fase de equilibrio. Un sistema de recuperación de estireno de este tipo que tiene una columna de separación por vapor y sistema de equilibrio líquido-líquido se describe a continuación en el presente documento. En diversas realizaciones, el disolvente de extracción se recircula tras destilarse.

Todavía en realizaciones adicionales de la presente divulgación, el rendimiento del disolvente de extracción se mantiene o se potencia añadiendo al menos un codisolvente al disolvente de extracción. En una realización, el codisolvente potencia la solubilidad del polímero en el disolvente de extracción. Por consiguiente, se reduce el volumen de disolvente de extracción necesario para retirar una cantidad dada de polímero. En diversas realizaciones, el codisolvente puede ser, por ejemplo, compuestos aromáticos de ebullición conjunta y éteres de glicol (por ejemplo, éteres de etilenglicol y éteres de propilenglicol).

Las técnicas de destilación extractiva descritas en el presente documento mantienen ventajosamente el rendimiento de un disolvente de extracción usado en la recuperación de estireno. Además, los métodos son ventajosos porque permiten la recuperación no solo de estireno sino también de etilbenceno, que puede convertirse posteriormente para dar estireno adicional. Las etapas de procesamiento previo y procesamiento posterior que pueden usarse en los procesos descritos en el presente documento para llevar a cabo tal separación incluyen, por ejemplo y sin limitación, hidrogenación, deshidrogenación, separación del disolvente de extracción antes o después de las etapas de destilación extractiva, y separación del disolvente de extracción durante las etapas de destilación extractiva.

Pueden usarse técnicas de destilación extractiva que emplean etapas de procesamiento adicionales para recuperar estireno a partir de una corriente de alimentación que contiene al menos estireno, etilbenceno y, opcionalmente, uno

o más compuestos hidrocarbonados aromáticos o no aromáticos. Los procesos incluyen separar la corriente de alimentación en una primera corriente relativamente más concentrada en estireno que la corriente de alimentación (por ejemplo, una corriente rica en estireno) y una segunda corriente relativamente más concentrada en etilbenceno que la corriente de alimentación (por ejemplo, una corriente pobre en estireno), recuperar estireno a partir de la primera corriente, deshidrogenar el etilbenceno de la segunda corriente para producir estireno adicional, y recuperar el estireno adicional.

Ahora se describirán más detalladamente realizaciones de la presente divulgación haciendo referencia a los dibujos. La Figura 1 muestra un esquema de un sistema de recuperación de estireno 1 ilustrativo en el que se recupera estireno y se separa un disolvente de extracción pobre en estireno que debe tratarse. Tal como se muestra en la Figura 1, se alimenta una alimentación que contiene estireno a través del conducto 101 a la sección de pretratamiento 100 para formar una corriente de alimentación rica en estireno que sale a través del conducto 102. Por ejemplo, en una realización, se alimenta gasolina de pirólisis a través del conducto 101, y una o más columnas de fraccionamiento dispuestas secuencialmente en la sección de pretratamiento 100 realizan una separación ajustada de fracciones C₈ ricas en estireno para formar una corriente de alimentación rica en estireno que sale a través del conducto 102. En algunas realizaciones, la sección de pretratamiento 100 también puede incluir un hidrogenador para hidrogenar selectivamente cualquier compuesto acetilénico tal como, por ejemplo, fenilacetileno, sin convertir una porción significativa de estireno en etilbenceno.

Haciendo referencia todavía a la Figura 1, la corriente de alimentación rica en estireno fluye a la columna de destilación extractiva 110. Se introduce disolvente de extracción pobre en estireno en la columna de destilación extractiva 110 a través del conducto 106. En una realización, la columna de destilación extractiva 110 puede tener disolvente secundario que entra en la columna tal como se describe en la patente estadounidense 5.877.385, cuyo contenido se incorpora mediante referencia en su totalidad por la presente. Una corriente de refinado pobre en estireno sale de la columna de destilación extractiva 110 a través del conducto superior 103. Una corriente rica en estireno sale de la columna de destilación extractiva 110 a través del conducto inferior 104 y se alimenta a la columna de recuperación de disolvente 120, en la que se realiza la separación de estireno del disolvente de extracción. El estireno bruto abandona la columna de recuperación de disolvente 120 a través del conducto superior 105 y posteriormente entra en la sección de postratamiento 130 para purificar el estireno hasta las especificaciones de producto requeridas. La sección de postratamiento 130 puede incluir, pero no se limita a, un sistema de secador, un sistema de eliminación de color y azufre, y una columna de destilación de acabado. El estireno purificado sale de la sección de postratamiento 130 a través del conducto 107.

Una corriente pobre en estireno sale de la columna de recuperación de disolvente 120 a través del conducto inferior 106. En una realización, el conducto inferior 106 puede pasar por una serie de intercambiadores de calor para recuperar energía de la corriente antes de alimentar la corriente pobre en estireno de vuelta a la columna de destilación extractiva 110. Como parte del flujo continuo mostrado en la Figura 1, una porción de la corriente pobre en estireno se retira de manera continua para el tratamiento del disolvente de extracción. La ubicación para extraer esta porción de la corriente pobre en estireno puede estar en la salida de la columna de recuperación de disolvente 130 o entre y después de los intercambiadores de calor descritos anteriormente en el presente documento. Tal como se describe en el presente documento, el tratamiento continuo de la corriente pobre en estireno mantiene el rendimiento del disolvente de extracción para la destilación extractiva de estireno.

Todavía haciendo referencia a la Figura 1, la porción de la corriente pobre en estireno pasa a través del conducto 108 para su tratamiento y vuelve a través del conducto 109 tras tratarse. En algunas realizaciones, la porción de la corriente pobre en estireno retirada oscila entre aproximadamente el 0 y aproximadamente el 40% del disolvente de extracción en circulación total. En otras realizaciones, la porción de la corriente pobre en estireno retirada oscila entre aproximadamente el 0 y aproximadamente el 20% del disolvente de extracción total. Todavía en otras realizaciones, la porción de la corriente pobre en estireno retirada oscila entre aproximadamente el 0 y aproximadamente el 10% del disolvente de extracción total.

La Figura 2 muestra un esquema de un aparato de múltiples fases 200 ilustrativo para tratar una corriente pobre en estireno. Una corriente pobre en estireno fluye al aparato de múltiples fases 200 a través del conducto 108 (véase la Figura 1) y entra en el 1^{er} sistema de equilibrio de fases 220. El aparato de múltiples fases 200 puede incluir tanques horizontales y verticales, así como columnas de extracción líquido-líquido de múltiples fases. La corriente pobre en estireno entra en contacto con disolvente orgánico y agua o bien antes o bien mientras entra en el 1^{er} sistema de equilibrio 220 y un mezclado adicional tiene lugar en el mismo, en una realización. En una realización, la fase pobre en estireno se mezcla en primer lugar con un disolvente orgánico antes de mezclarse con agua. Tras añadir agua, existirán dos fases en el 1^{er} sistema de equilibrio 220, una fase orgánica ligera que contiene una mayoría del disolvente orgánico y polímero y una fase orgánica pesada que contiene agua y disolvente de extracción. La fase orgánica ligera sale del 1^{er} sistema de equilibrio 220 a través del conducto 203 y la fase orgánica pesada sale a través del conducto 204. La fase orgánica ligera puede lavarse con agua suministrada a través del conducto 201 en sistemas de equilibrio adicionales 230 (+2^a fase) y 240 (+3^a fase) para reducir adicionalmente el contenido del disolvente de extracción en la fase orgánica. Por ejemplo, tras un sistema de equilibrio adicional 230, la fase orgánica ligera sale a través del conducto 205 y entra en el sistema de equilibrio adicional 240, y la fase orgánica pesada sale a través del conducto 206 y se devuelve al 1^{er} sistema de equilibrio 220. Igualmente, tras el sistema de

equilibrio adicional 240, la fase orgánica ligera sale del aparato de múltiples fases 200 a través del conducto 209 y la fase orgánica pesada sale a través del conducto 210 y se devuelve al sistema de equilibrio adicional 230. La fase acuosa de la +3ª fase (es decir, 240) se alimenta a la +2ª fase (es decir, 230) y entonces a la 1ª fase (es decir, 220). No hay limitación de fases/sistemas que pueden usarse, y un experto puede configurar más fases que las mostradas en la Figura 2 mientras trabaja dentro del espíritu y alcance de la presente divulgación.

De una manera similar, la fase orgánica pesada que contiene agua retirada a través del conducto 204 puede hacerse fluir hasta sistemas de equilibrio adicionales 250 y 260 con el fin de reducir el contenido de polímero en la fase orgánica pesada (por ejemplo, disolvente de extracción más agua). Tal como se muestra en la Figura 2, disolvente orgánico nuevo entra en el aparato de múltiples fases 200 a través del conducto 202. La fase orgánica pesada entra en el sistema de equilibrio adicional 250, y la fase orgánica ligera se retira a través del conducto 207 y se devuelve al sistema de equilibrio 220. La fase orgánica pesada sale del sistema de equilibrio adicional 250 a través del conducto 208 y entra en el sistema de equilibrio adicional 260. De manera similar, la fase orgánica ligera se retira a través del conducto 211 y se devuelve al sistema de equilibrio adicional 250. La fase orgánica pesada sale del sistema de equilibrio adicional 260 a través del conducto 211 y está lista para devolverse al sistema de recuperación de estireno 1 tal como se ilustra en la Figura 1. La fase orgánica pesada que sale a través del conducto 212 (es decir, corriente de disolvente de extracción más agua) puede tratarse opcionalmente para reducir el contenido de agua o enviarse directamente al sistema de recuperación de estireno 1.

Las fases para completar el tratamiento del disolvente de extracción pueden disponerse de la -2ª fase a la +5ª fase en algunas realizaciones, de la -1ª fase a la +2ª fase en otras realizaciones, y de una 1ª fase a la +2ª fase todavía en otras realizaciones.

En realizaciones adicionales, el disolvente orgánico retirado a través del conducto 209 puede contener otros productos químicos de proceso. Estos productos químicos de proceso pueden incluir, sin limitación, compuestos inhibidores y retardadores usados en impedir la formación de polímero, así como productos químicos para impedir la corrosión, emulsión y similares.

La Figura 3 muestra un esquema de un sistema de recuperación de estireno ilustrativo en el que se separa estireno y se trata una corriente pobre en estireno usando una columna de separación por vapor 300. En la realización mostrada en la Figura 3, la corriente pobre en estireno del conducto 108 (véase la Figura 1) se envía a la columna de separación 300, en la que se usa el vapor del conducto 301 para separar el disolvente de extracción. La corriente superior que sale del conducto 304 y que contiene disolvente de extracción puede enviarse directamente al sistema de destilación extractiva usado en el proceso de recuperación de estireno. La corriente inferior que sale a través del conducto 305 puede tener opcionalmente un lado líquido-líquido de una fase realizado en la fase de lavado líquido/líquido 310 con disolvente orgánico suministrado a través del conducto 302 y agua suministrada a través del conducto 303. La extracción líquido-líquido se realiza de una manera similar a la descrita en la realización de la Figura 2. La fase orgánica de la fase de lavado líquido/líquido 310 se retira a través del conducto 306 y se desecha o se envía para la recirculación de disolvente adicional. La fase acuosa que sale a través del conducto 307 se mezcla con la corriente pobre en estireno en el conducto 108 y se envía de vuelta a la columna de separación 300. La columna de separación 300 llevó a cabo la separación de la mayoría del disolvente de extracción de polímeros, compuestos orgánicos pesados y materiales inorgánicos. Dado que la mayoría del disolvente de extracción se retira de la columna de separación 300 a través del conducto 304, un lavado líquido-líquido de una fase es generalmente suficiente para recuperar el disolvente de extracción restante en la fase acuosa recupera de las colas de la columna de separación 300. Sin embargo, resultará evidente para un experto ordinario en la técnica que el lavado líquido-líquido adicional puede realizarse si se considera necesario.

La Figura 4 muestra un esquema de un sistema de recuperación de estireno ilustrativo en el que se añade un codisolvente al disolvente de extracción para ayudar en el proceso de recuperación de estireno. Tal como se muestra en la Figura 4, se añade un codisolvente a la realización del sistema de recuperación de estireno de la Figura 1 a través del conducto 401. El codisolvente puede añadirse o bien de manera continua o bien periódicamente al bucle de circulación de disolvente de extracción definido por el sistema de recuperación de estireno 1. En una realización, el codisolvente tiene un punto de ebullición que es idéntico o prácticamente idéntico al del disolvente de extracción. En otras realizaciones, el codisolvente tiene un punto de ebullición conjunta con el del disolvente de extracción. En esta realización, un punto de ebullición conjunta se define como un punto de ebullición que está más próximo al del disolvente de extracción que al del estireno. Por tanto, con un disolvente de ebullición conjunta, la mayoría del codisolvente permanecerá con el disolvente de extracción en la destilación extractiva y la columna de recuperación de disolventes. En una realización, la adición del codisolvente puede beneficiar a una de las funciones del disolvente de extracción tal como, por ejemplo, la capacidad del disolvente de extracción hacia el estireno y polímero y la selectividad de la solvencia. En algunas realizaciones, el codisolvente puede ser, por ejemplo, compuestos aromáticos de ebullición conjunta, éteres de glicol, y combinaciones de los mismos.

Según las diversas realizaciones descritas anteriormente en el presente documento, la presente divulgación también describe sistemas de recuperación de estireno que tienen una columna de destilación extractiva, una columna de recuperación de disolvente, un aparato de tratamiento de disolvente que tiene al menos una fase de equilibrio y un

bucle de circulación continuo que conecta la columna de destilación extractiva, la columna de recuperación de disolvente y el aparato de tratamiento de disolvente. En algunas realizaciones, los sistemas de recuperación de estireno incluyen además una columna de separación por vapor que también forma parte del bucle de circulación continuo. En algunas otras realizaciones, los sistemas de recuperación de estireno incluyen además un conducto de inyección de codisolvente conectado al bucle de circulación continuo.

5

REIVINDICACIONES

- 5 1.- Un proceso para recuperar estireno y mantener el rendimiento de un disolvente de extracción en un sistema para la recuperación de estireno a partir de una materia prima rica en estireno, comprendiendo dicho proceso las etapas de:
- (a) introducir la materia prima rica en estireno en una columna de destilación extractiva;
- 10 (b) retirar una corriente rica en estireno de la columna de destilación extractiva;
comprendiendo la corriente rica en estireno estireno y el disolvente de extracción;
- (c) introducir la corriente rica en estireno en una columna de recuperación de disolvente;
- 15 (d) retirar una corriente pobre en estireno de la columna de recuperación de disolvente;
siendo una cantidad de estireno en la corriente pobre en estireno menor que una cantidad de estireno en la corriente rica en estireno;
- 20 (e) separar una porción de la corriente pobre en estireno;
- (f) tratar la porción de la corriente pobre en estireno con un disolvente orgánico para formar un disolvente de extracción tratado; y
- 25 (g) recircular el disolvente de extracción tratado a la columna de destilación extractiva.
- 30 2.- El proceso según la reivindicación 1, en el que la etapa de tratamiento comprende además lavar la corriente pobre en estireno con agua y en el que preferiblemente una relación del agua con respecto al disolvente de extracción es de aproximadamente 4 a aproximadamente 0,2.
- 3.- El proceso según la reivindicación 1, en el que el disolvente de extracción comprende de aproximadamente el 0 a aproximadamente el 40% de la corriente pobre en estireno y preferiblemente de aproximadamente el 0 a aproximadamente el 10% de la corriente pobre en estireno.
- 35 4.- El proceso según la reivindicación 1, en el que la etapa de tratamiento tiene lugar en un sistema de equilibrio líquido-líquido que comprende al menos una fase de equilibrio y opcionalmente hasta siete fases de equilibrio.
- 5.- El proceso según la reivindicación 1, en el que el disolvente orgánico comprende al menos un hidrocarburo.
- 40 6.- El proceso según la reivindicación 1, en el que la etapa de tratamiento comprende mezclar la corriente pobre en estireno con el disolvente orgánico y entonces mezclar con agua.
- 45 7.- El proceso según la reivindicación 1, que comprende además añadir al menos un codisolvente al disolvente de extracción, en el que opcionalmente el al menos un codisolvente se selecciona del grupo que consiste en compuestos aromáticos de ebullición conjunta y éteres de glicol.
- 50 8.- Un proceso para recuperar estireno y mantener el rendimiento de un disolvente de extracción en un sistema para la recuperación de estireno a partir de una materia prima que comprende estireno y etilbenceno, comprendiendo dicho proceso las etapas de:
- (a) introducir la materia prima en una columna de destilación extractiva;
- (b) retirar una corriente rica en estireno de la columna de destilación extractiva;
- 55 comprendiendo la corriente rica en estireno estireno y el disolvente de extracción;
- (c) introducir la corriente rica en estireno en una columna de recuperación de disolvente;
- (d) retirar una corriente pobre en estireno de la columna de recuperación de disolvente;
- 60 siendo una cantidad de estireno en la corriente pobre en estireno menor que una cantidad de estireno en la corriente rica en estireno;
- (e) separar una porción de la corriente pobre en estireno;
- 65

- (f) tratar la porción de la corriente pobre en estireno usando separación por vapor para producir disolvente de extracción destilado por vapor y disolvente de extracción no destilado;
- 5 tratándose adicionalmente el disolvente de extracción no destilado con un lavado con disolvente orgánico y agua para formar un disolvente de extracción tratado; y
- recirculándose el disolvente de extracción tratado a la corriente pobre en estireno para una separación por vapor adicional; y
- 10 (g) recircular el disolvente de extracción destilado.
- 9.- El proceso según la reivindicación 8, en el que el disolvente de extracción comprende de aproximadamente el 0 a aproximadamente el 40% de la corriente pobre en estireno.
- 15 10.- El proceso según la reivindicación 8, en el que la separación por vapor comprende usar una columna de separación por vapor para separar el disolvente de extracción de la corriente pobre en estireno.
- 11.- El proceso según la reivindicación 8, en el que la etapa de tratar el disolvente de extracción no destilado con un lavado con disolvente orgánico y agua tiene lugar en un sistema de equilibrio líquido-líquido que comprende al
- 20 menos una fase de equilibrio.
- 12.- El proceso según la reivindicación 8, que comprende además añadir al menos un codisolvente al disolvente de extracción y en el que opcionalmente el al menos un codisolvente se selecciona del grupo que consiste en compuestos aromáticos de ebullición conjunta y éteres de glicol.
- 25 13.- Un sistema de recuperación de estireno que comprende:
- una columna de destilación extractiva;
- 30 una columna de recuperación de disolvente;
- un aparato de tratamiento de disolvente que comprende al menos una fase de equilibrio;
- un bucle de circulación continuo que conecta la columna de destilación extractiva, la columna de
- 35 recuperación de disolvente y el aparato de tratamiento de disolvente; y
- un conducto de inyección de codisolvente conectado al bucle de circulación continuo.
- 14.- El sistema de recuperación de estireno según la reivindicación 13, que comprende además:
- 40 una columna de separación por vapor;
- formando la columna de separación por vapor también parte del bucle de circulación continuo.
- 45

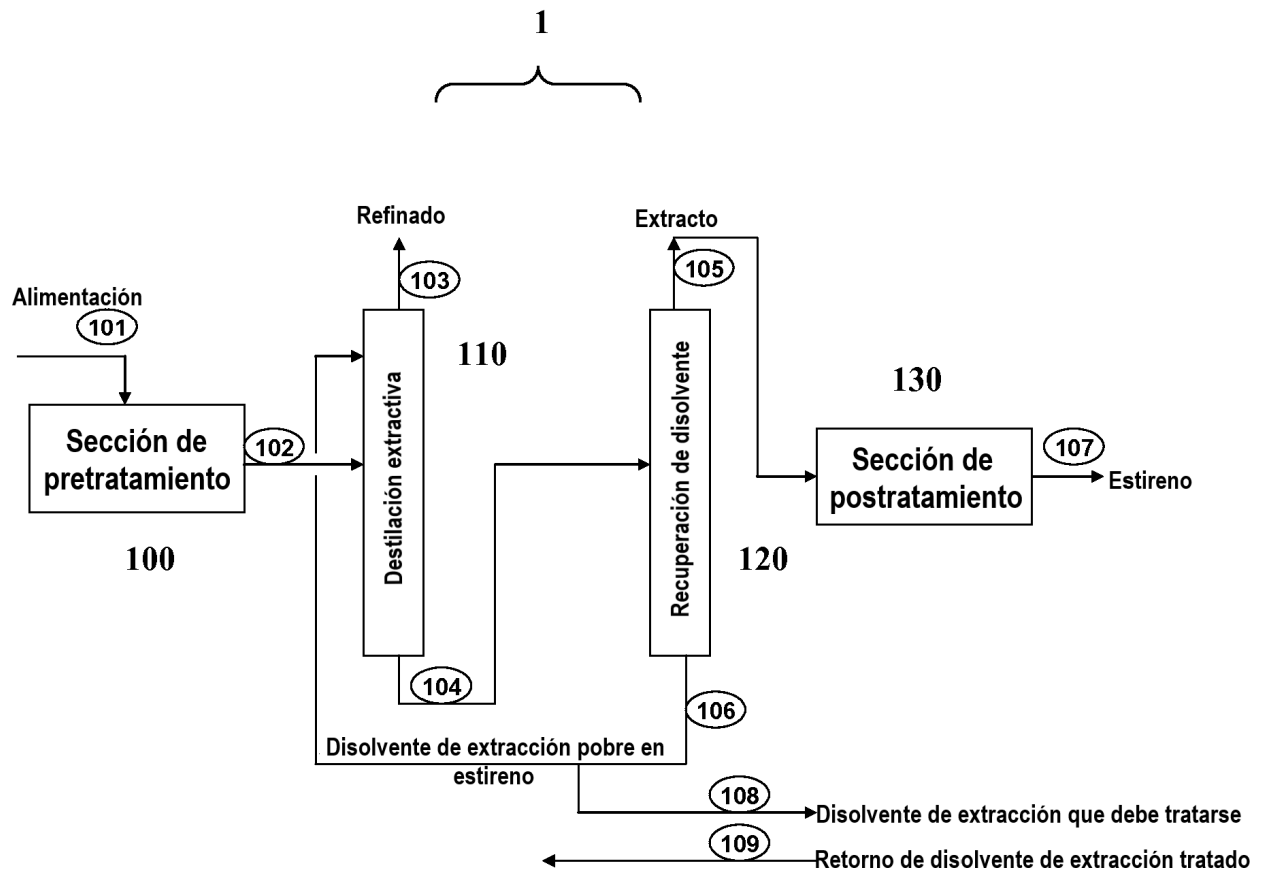


FIG. 1

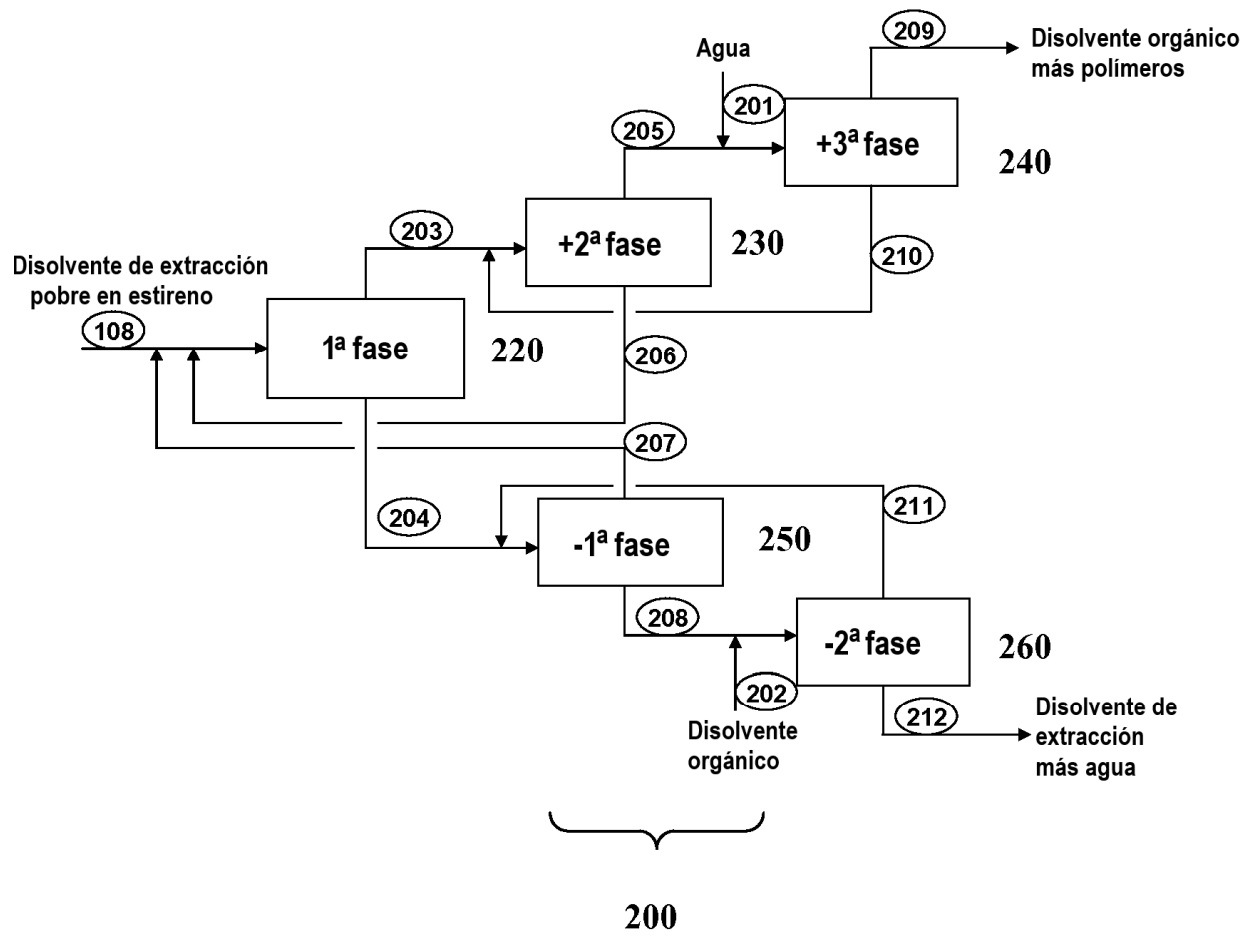


FIG. 2

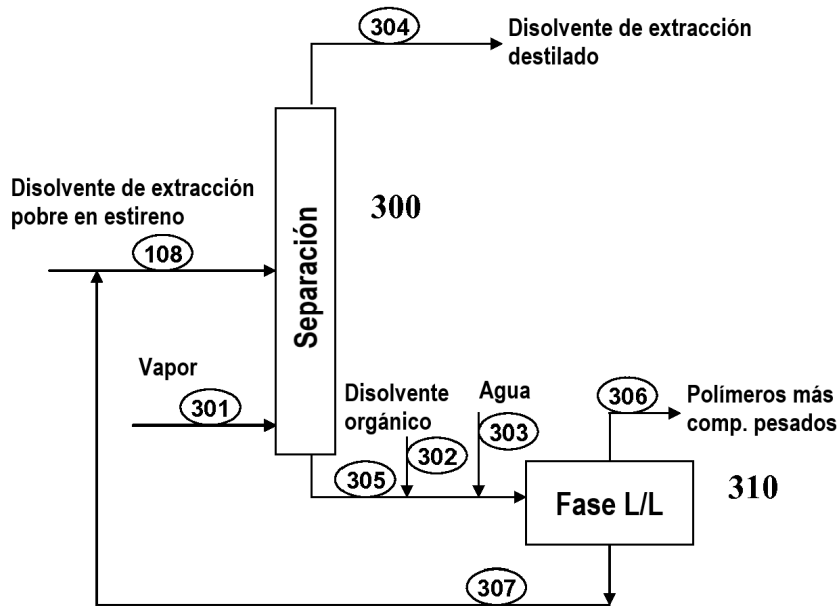


FIG. 3

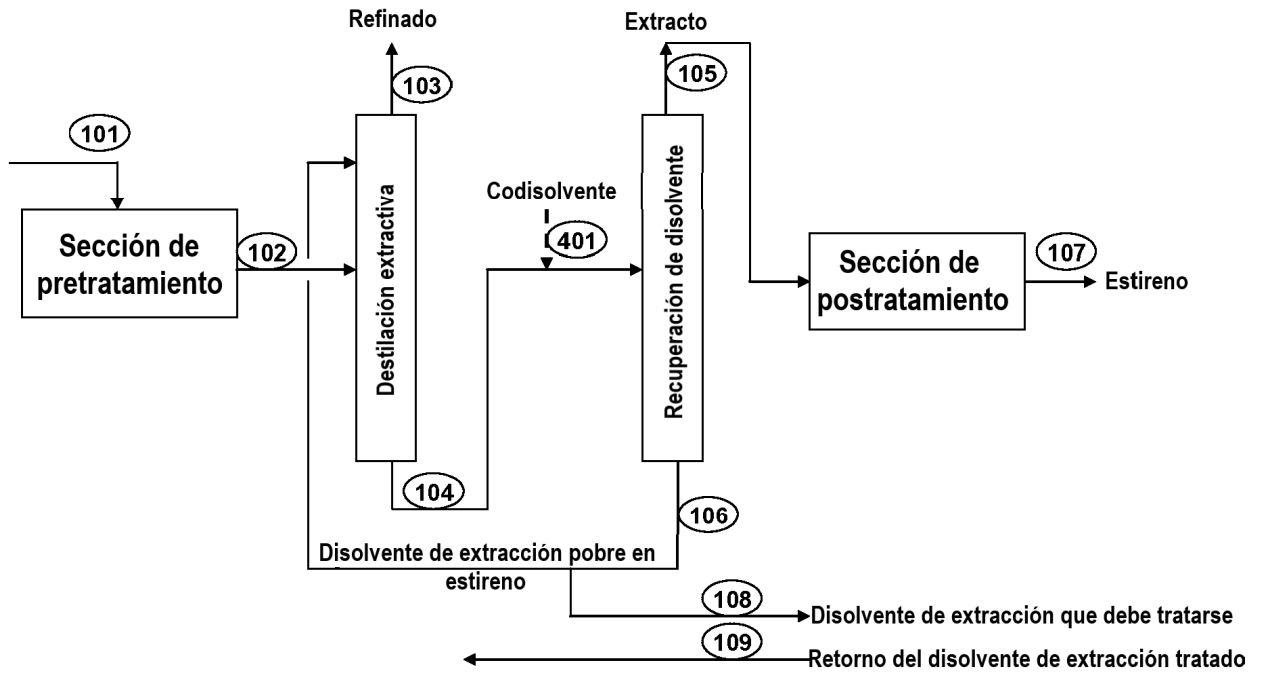


FIG. 4