

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 796 605**

51 Int. Cl.:

B01D 61/00 (2006.01)

C02F 1/44 (2006.01)

C12G 3/08 (2006.01)

B01D 3/00 (2006.01)

B01D 61/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **24.06.2016 PCT/US2016/039377**

87 Fecha y número de publicación internacional: **29.12.2016 WO16210337**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **24.06.2016 E 16815432 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **29.04.2020 EP 3313786**

54 Título: **Métodos de desecación de soluciones alcohólicas mediante ósmosis directa y sistemas relacionados**

30 Prioridad:
24.06.2015 US 201562184159 P

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
27.11.2020

73 Titular/es:
**PORIFERA, INC. (100.0%)
1575 Alvarado Street
San Leandro, CA 94577, US**

72 Inventor/es:
**BENTON, CHARLES;
BAKAJIN, OLGICA;
KLARE, JENNIFER y
REVANUR, RAVINDRA**

74 Agente/Representante:
ISERN JARA, Jorge

ES 2 796 605 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

Métodos de desecación de soluciones alcohólicas mediante ósmosis directa y sistemas relacionados

5 Antecedentes

Las técnicas existentes para la desecación de soluciones alcohólicas incluyen tanto procesos térmicos (por ejemplo, destilación, evaporación) como procesos de membrana impulsada por presión hidrostática (por ejemplo, ósmosis inversa, nanofiltración, ultrafiltración). Los procesos térmicos pueden resultar desventajosos para la concentración de soluciones alcohólicas debido al alto consumo de energía, la pérdida de compuestos orgánicos volátiles (VOC en inglés) y la modificación de estructuras proteicas importantes para el sabor, aroma y gusto. Los procesos de membrana impulsada por presión pueden estar limitados por una retención deficiente de alcohol y VOC y límites de presión hidrostática. El documento US2010/0155333 desvela un proceso para la desecación de una solución orgánica acuosa que incluye el uso de energía solar para concentrar una solución de extracción dentro de un depósito.

15 Sumario

Se desvelan métodos de desecación de una solución. Un método de ejemplo se describe en la reivindicación 1 e incluye la introducción de una solución de alimentación que tiene uno o más solutos permeables en un primer lado de un sistema de ósmosis directa. El método de ejemplo incluye la circulación de una solución de extracción que tiene uno o más solutos permeables en la misma a través de un segundo lado del sistema de ósmosis directa, teniendo la solución de extracción una concentración de soluto permeable mayor o igual que al menos una especie del uno o más solutos permeables en la solución de alimentación, tal como se especifica adicionalmente en la reivindicación 1. El método de ejemplo incluye la generación de una solución de extracción diluida en el segundo lado del sistema de ósmosis directa, teniendo la solución de extracción diluida una concentración de agua más alta que la solución de extracción. El método de ejemplo incluye la producción de una corriente de producto que incluye una solución de alimentación concentrada del primer lado del sistema de ósmosis directa, teniendo la solución de alimentación concentrada una concentración de la al menos una especie del uno o más solutos permeables más alta que la solución de alimentación.

Se desvelan métodos de desecación de una bebida alcohólica que usan ósmosis directa. Un método de ejemplo incluye la introducción de una bebida alcohólica en un primer lado de un sistema de ósmosis directa. El método de ejemplo incluye la circulación de una solución de extracción en un segundo lado del sistema de ósmosis directa, teniendo la solución de extracción una concentración de alcohol mayor o igual que la bebida alcohólica. El método de ejemplo incluye la generación de una solución de extracción diluida en el segundo lado del sistema de ósmosis directa, teniendo la solución de extracción diluida una concentración de agua más alta que la solución de extracción. El método de ejemplo incluye la producción de una corriente de producto que incluye una bebida alcohólica concentrada del primer lado del sistema de ósmosis directa. El método de ejemplo incluye la regeneración de la solución de extracción a partir de la solución de extracción diluida. El método de ejemplo incluye, además, la producción de una corriente de permeado a partir de la solución de extracción diluida.

Se desvelan sistemas para la desecación de una solución alcohólica. Un sistema de ejemplo se describe en la reivindicación 10 e incluye un elemento de ósmosis directa que incluye al menos una membrana de ósmosis directa selectivamente permeable que separa un primer lado del elemento de ósmosis directa de un segundo lado del elemento de ósmosis directa. El sistema de ejemplo incluye una solución de alcohol en el primer lado. El sistema de ejemplo incluye una solución de extracción en el segundo lado, teniendo la solución de extracción un porcentaje en peso de alcohol más alto que la solución de alcohol.

Se desvelan métodos de desecación de una solución. Un método de ejemplo incluye la introducción de una solución de alimentación que tiene uno o más solutos permeables en un primer lado de un sistema de ósmosis directa. El método de ejemplo incluye la circulación de una solución de extracción que tiene uno o más solutos permeables y uno o más solutos impermeables en la misma a través de un segundo lado del sistema de ósmosis directa. El método de ejemplo incluye la generación de una solución de extracción diluida en el segundo lado del sistema de ósmosis directa, teniendo la solución de extracción diluida una concentración de agua más alta que la solución de extracción. El método de ejemplo incluye la producción de una corriente de producto que incluye una solución de alimentación concentrada del primer lado del sistema de ósmosis directa, teniendo la solución de alimentación concentrada una concentración deseada de la al menos una especie del uno o más solutos permeables; en donde la presión osmótica combinada del uno o más solutos permeables y el uno o más solutos impermeables en la solución de extracción es mayor que la presión osmótica de la solución de alimentación concentrada.

60 Breve descripción de los dibujos

Para una mejor comprensión, los elementos similares se han designado con números de referencia similares en todas las diversas figuras adjuntas. Comprendiendo que estos dibujos representan solo realizaciones de la invención y, por lo tanto, no se deben considerar limitantes de su alcance, las realizaciones de la invención se describirán y explicarán con mayor especificidad y detalle a través del uso de los dibujos adjuntos, en los que:

la FIG. 1 es un diagrama de bloques de un sistema de ósmosis directa a equicorriente para la retirada de uno o más componentes de soluciones, de acuerdo con los ejemplos descritos en el presente documento;

5 la FIG. 2 es un diagrama de bloques de un sistema a contracorriente para la retirada de uno o más componentes de soluciones, de acuerdo con los ejemplos descritos en el presente documento;

la FIG. 3 es un diagrama de bloques de un sistema de ósmosis directa a contracorriente para la desecación de soluciones alcohólicas, de acuerdo con los ejemplos descritos en el presente documento;

10 la FIG. 4 es un diagrama de bloques de un sistema de ósmosis directa para la desecación de soluciones alcohólicas que incluye un aparato de destilación para la recuperación de la solución de extracción mediante destilación, de acuerdo con los ejemplos descritos en el presente documento;

15 la FIG. 5 es un diagrama de bloques de un sistema de ósmosis directa a contracorriente para la desecación de soluciones alcohólicas con un elemento de ósmosis inversa para la recuperación de la solución de extracción mediante ósmosis inversa, de acuerdo con los ejemplos descritos en el presente documento;

20 la FIG. 6 es un diagrama de bloques de un sistema de ósmosis directa para la desecación de soluciones alcohólicas configurado para la recuperación de la solución de extracción mediante ósmosis inversa y destilación, de acuerdo con los ejemplos descritos en el presente documento;

la FIG. 7 es un diagrama de bloques de un sistema de ósmosis directa para la desecación de una solución alcohólica, de acuerdo con los ejemplos descritos en el presente documento;

25 la FIG. 8 es un diagrama de bloques de un sistema de ósmosis directa para la desecación de una solución alcohólica y configurado para la recuperación de una solución de extracción mediante múltiples operaciones de ósmosis inversa, de acuerdo con los ejemplos descritos en el presente documento;

30 la FIG. 9 es un diagrama de bloques de un sistema de ósmosis directa para la desecación de una solución y configurado para la recuperación de una solución de extracción mediante múltiples operaciones de ósmosis inversa, de acuerdo con los ejemplos descritos en el presente documento;

35 la FIG. 10 es un diagrama de flujo de un método para la desecación de una solución, de acuerdo con los ejemplos descritos en el presente documento;

la FIG. 11 es un diagrama de flujo de un método para la desecación de una solución alcohólica mediante ósmosis directa, de acuerdo con los ejemplos descritos en el presente documento; todo dispuesto de acuerdo con al menos algunas realizaciones de la presente divulgación.

40 Descripción detallada

Las realizaciones descritas en el presente documento se refieren a métodos para la retirada de agua de soluciones que tienen uno o más solutos permeables en las mismas que usan ósmosis directa (FO en inglés) y sistemas para los mismos. Uno o más solutos (por ejemplo, los componentes disueltos, dispersados o suspendidos de un sistema de disolvente) se pueden separar selectivamente de uno o más disolventes usando FO. El uno o más solutos pueden incluir azúcar/es al menos parcialmente disuelto/s, dispersado/s o suspendido/s, alcohol/es, compuestos orgánicos volátiles (VOC), proteínas, sal/es, alcohol/es de azúcar u otros componentes de sistemas líquidos que se puedan filtrar (por ejemplo, retener o retirar) en una membrana de filtración mediante FO o combinaciones de cualquiera de los anteriores. Los solutos pueden incluir solutos permeables que puedan atravesar la membrana de FO, tales como etanol, metanol, etilen glicol, etc. Los solutos pueden incluir solutos impermeables que sustancialmente no puedan atravesar la membrana de FO (a excepción de cantidades insignificantes de flujo), tales como cloruro de sodio, cloruro de magnesio, sulfato de magnesio, glicerol, fructosa, glucosa, sacarosa, polietilen glicol, etc.

55 En los métodos y sistemas de ejemplo desvelados en el presente documento, se hace pasar una primera solución (por ejemplo, solución de alimentación) que tiene una concentración más baja de uno o más solutos permeables a lo largo de un primer lado de una membrana semipermeable, al tiempo que se hace pasar una segunda solución (por ejemplo, solución de extracción) de una presión osmótica más alta (por ejemplo, una concentración más alta del uno o más solutos permeables) a lo largo de un segundo lado de la membrana semipermeable. Uno o más disolventes (incluyendo el agua) y/o solutos permeables (por ejemplo, metanol, etanol, etilen glicol, litio, protones, pH, ácido láctico, ácido acético, ácido cítrico, boro y óxidos de boro, hidróxidos, amoníaco, etc.) se extraen de la solución de alimentación a la solución de extracción, mientras que uno o más solutos impermeables (por ejemplo, solutos que sustancialmente no puedan hacerse pasar a través de la membrana de FO (excepto en cantidades insignificantes), tales como proteínas, compuestos saborizantes, glucosa, sacarosa, fructosa, glicerol, etc.) se retienen selectivamente, concentrando, de ese modo, la solución de alimentación, al tiempo que se diluye la solución de extracción. Aunque se comprende que la permeabilidad de un material depende de los materiales de membrana con respecto al material

específico, tal como se usa en el presente documento, los términos "permeable" e "impermeable" se refieren a la permeabilidad de solutos específicos a través de una membrana de FO (ignorando la permeabilidad de los mismos solutos con respecto a las membranas de RO). En algunas realizaciones, los solutos impermeables podrían constituir una materia que se concentra en la solución de alimentación para producir un concentrado de alimentación. En algunas realizaciones, los solutos impermeables presentes en la solución de extracción pueden proporcionar la fuerza impulsora (diferencial de presión osmótica) para el proceso de concentración. La retención mediante la membrana semipermeable de uno o más solutos impermeables puede ser del 99 % o más, o del 95 % o más o del 90 % o más y puede ser específica para esa combinación particular de membrana y soluto y puede verse afectada por condiciones de operación, tales como la temperatura, el flujo, etc. La retención mediante la membrana semipermeable de uno o más solutos permeables puede ser menor del 99 %, o puede ser menor del 95 % o del 90 % o menos y puede ser específica para esa combinación particular de membrana y soluto y puede verse afectada por condiciones de operación, tales como la temperatura, el flujo, etc. El flujo neto de uno o más solutos permeables y/o solutos impermeables a través de las membranas de FO en el presente documento puede ser cero (por ejemplo, algunos flujos positivos o negativos se equilibran a través de la totalidad de la membrana de FO). Este proceso se puede llevar a cabo con soluciones tanto de alimentación como de extracción a presiones atmosféricas comunes. Los solutos permeables y/o impermeables específicos se pueden rechazar preferentemente mediante la membrana de FO de manera similar a la ósmosis inversa (RO en inglés).

Cuando se concentran corrientes de alimentación que tienen múltiples componentes (por ejemplo, agua, etanol, hidratos de carbono, etc.) mediante ósmosis directa, la retención de un componente (por ejemplo, etanol) frente al otro (por ejemplo, hidratos de carbono) puede ser deficiente (por ejemplo, menor del 70 %). Mediante la adición de uno o más componentes específicos (por ejemplo, soluto/s permeable/s, tal/es como etanol, y/o soluto/s impermeable/s, tal/es como glicerol, sacarosa, etc.) seleccionados de los múltiples componentes (por ejemplo, etanol, etilen glicol, glicerol, sacarosa, etc.) a la solución de extracción, los sistemas de separación en el presente documento pueden retener uno o más componentes específicos (por ejemplo, etanol) en la corriente de alimentación, al tiempo que al menos algunos de los otros componentes o disolvente/s (por ejemplo, agua) en la alimentación se retiran al menos parcialmente (por ejemplo, desecación). En el presente documento, también se desvelan métodos de reconstitución de las soluciones alcohólicas desecadas presentes en las soluciones de extracción que se apoyan en diversos procesos de destilación y membrana impulsada por presión.

Los ejemplos de métodos y sistemas desvelados en el presente documento utilizan a ósmosis directa para la separación de líquidos. La ósmosis directa (FO), generalmente, se refiere al proceso del transporte de líquidos (por ejemplo, agua) a través de una membrana semipermeable, al tiempo que se rechaza un soluto. El proceso de FO deseca (por ejemplo, concentra) corrientes de alimentación usando una membrana semipermeable y una corriente de extracción que tiene una concentración más alta de uno o más componentes en la corriente de alimentación para proporcionar una presión osmótica más alta. La fuerza impulsora en la FO, la transferencia de al menos un componente de líquido y/o soluto (por ejemplo, agua) de la corriente de alimentación a la corriente de extracción, es/son la/s diferencia/s de presión osmótica generada/s a partir del potencial químico de las dos corrientes, a diferencia de los procesos de membrana impulsada por presión hidrostática típicos. Los métodos y sistemas de ejemplo desvelados se pueden usar específicamente para la desecación de soluciones alcohólicas. La desecación, generalmente, se refiere a la retirada de agua de un material (por ejemplo, una solución sólida o de otro tipo (acuosa)). Los sistemas de separación que incluyen elementos de FO se puede usar para someter a tratamiento soluciones (por ejemplo, soluciones acuosas que tengan etanol en las mismas), que puede incluir bebidas alcohólicas. Generalmente, cualquier solución (por ejemplo, un líquido que contenga agua, alcohol y uno o más solutos permeables de otro tipo) se puede desecar usando los sistemas y métodos descritos en el presente documento. El alcohol incluido en las soluciones de alimentación (por ejemplo, las soluciones alcohólicas), generalmente, puede ser cualquier alcohol, tal como etanol, metanol, etc. Las soluciones (alcohólicas) de ejemplo pueden incluir cerveza, bebidas de malta, licores destilados, un caldo de fermentación (por ejemplo, para la producción de etanol), extracción/es de sabor, extracción/es de colorante, vino o combinaciones de los mismos.

Aunque determinadas soluciones, destilados, permeados, concentrados, productos, etc. se describen como "corrientes" en el presente documento, se comprende que las "corrientes" pueden contener dichas soluciones, destilados, permeados, concentrados, productos, etc. El término "corriente/s", tal como se usa en el presente documento, está destinado a incluir el significado de un flujo o volumen de una solución y no está destinado a requerir que la corriente tenga un flujo constante.

Los sistemas y métodos de FO de ejemplo desvelados en el presente documento permiten que las soluciones se desequen a presiones y temperaturas ambiente, al tiempo que permiten la retención selectiva de soluto/s permeable/s, tal/es como alcohol/es, compuestos orgánicos volátiles (VOC), azúcar/es, etc. Ventajosamente, la solución desecada se puede transportar y enviar de una manera que puede ser más eficaz que el transporte y/o el envío de la solución completamente hidratada. La solución desecada se puede reconstituir entonces antes de su consumo. De esta manera, por ejemplo, la cerveza se puede desecar para formar una solución de cerveza desecada y se puede empaquetar y enviar en forma desecada. Al recibirla, el consumidor (o punto de venta al por menor) puede reconstituir la solución de cerveza desecada para su consumo. La solución de cerveza desecada se puede reconstituir mediante la adición de agua carbonatada o por parte del consumidor o una máquina de bebidas. Los sistemas y métodos de ejemplo descritos en el presente documento pueden emplear, ventajosamente, la FO para realizar la desecación, que

- puede mejorar la retención de sabor en la solución desecada, de tal manera que la solución reconstituida (por ejemplo, la solución de cerveza desecada reconstituida) retenga un sabor idéntico o similar al de la solución original antes de la desecación. Por consiguiente, las técnicas y los sistemas de FO desvelados en el presente documento pueden desecar una solución alcohólica sin alterar ni degradar significativamente los nutrientes o componentes de la corriente
- 5 de producto o los sabores) de la bebida alcohólica (por ejemplo, cuando se reconstituye). Los beneficios de concentrar (por ejemplo, desecar) dichas soluciones pueden incluir unos costes de transporte reducidos, una pérdida de VOC reducida, una estabilidad y vida útil aumentadas y la fabricación de un producto de consumo único (por ejemplo, una bebida alcohólica desecada).
- 10 Los beneficios y las ventajas de los ejemplos descritos en el presente documento se proporcionan para facilitar la apreciación de los sistemas de ejemplo descritos en el presente documento. Se debe comprender que los beneficios y las ventajas son solo ejemplares y no todos los ejemplos descritos en el presente documento pueden tener todos o incluso cualquiera de los beneficios y las ventajas que se describen.
- 15 Los sistemas de ejemplo para la separación de componentes líquidos (por ejemplo, desecación) de una solución o mezcla en el presente documento pueden incluir, generalmente, una entrada de fluido primaria que proporciona una corriente de alimentación que contiene una solución de alimentación (por ejemplo, una bebida o solución alcohólica); una membrana de FO; y al menos una salida de fluido que incluye una corriente de alimentación concentrada que contiene la solución alcohólica desecada (por ejemplo, el concentrado de solución alcohólica). Se puede producir una
- 20 corriente de extracción diluida que contenga una solución de extracción diluida que pueda proporcionar una segunda salida, una corriente de permeado que, generalmente, contenga, principalmente, agua. Los sistemas de ejemplo en el presente documento también pueden incluir una entrada de corriente de extracción que proporciona una corriente de extracción que contiene la solución de extracción que tiene una concentración de uno o más componentes (por ejemplo, solutos permeables y/o impermeables) más alta que la corriente de alimentación y/o la corriente de
- 25 alimentación concentrada. Aunque las soluciones alcohólicas, incluyendo las bebidas alcohólicas, se usan como ejemplos de las soluciones que tienen solutos permeables en el presente documento, se comprende que los solutos permeables, además de o en lugar de alcohol, también se consideran en cada uno de los ejemplos y se pueden usar indistinta o adicionalmente con los alcoholes de ejemplo descritos.
- 30 La FIG. 1 es un diagrama de bloques de un sistema de FO a equicorriente 100 para la retirada de uno o más componentes de una solución. El sistema 100 se configura como sistema a equicorriente. Es decir, el flujo global tanto de la corriente de alimentación 112 como de la corriente de extracción 122 se desplaza en la misma dirección a través de uno o más elementos de FO 110 en el sistema 100. El sistema 100 incluye una fuente de corriente de alimentación 114 que proporciona al menos parte de la corriente de alimentación 112 a al menos un elemento de FO 110. El sistema
- 35 100 incluye, además, al menos una fuente de corriente de extracción 124 acoplada de manera fluida al al menos un elemento de FO 110 y configurada para proporcionar la corriente de extracción 122 al al menos un elemento de FO 110. La corriente de alimentación 112 puede estar presente en y desplazarse a través del elemento de FO 110 en un primer lado 115 del mismo. La corriente de extracción 122 puede estar presente en y desplazarse a través del elemento de FO 110 en un segundo lado 125 del mismo. El primer lado 115 y el segundo lado 125 se separan mediante al
- 40 menos una membrana de FO 130 dispuesta entre los mismos. El al menos un elemento de FO 110 puede incluir un alojamiento de FO (por ejemplo, un recipiente o conjunto estanco a los fluidos) que define al menos parcialmente una región interior en la que se localizan la membrana de FO 130 y el primer y segundo lados 115 y 125. Aunque el primer lado 115 se describe como lado de alimentación y el segundo lado 125 se describe como lado de extracción, las designaciones primer y segundo son simplemente para la diferenciación entre los elementos y no pretenden ser
- 45 limitantes de los elementos o la configuración del sistema 100. Por ejemplo, el primer y segundo lados 115 y 125 pueden incluir volúmenes, capas, trayectos de serpentín, etc. separados, siempre y cuando el primer lado 115 esté al menos parcialmente separado químicamente del segundo lado 125, tal como mediante al menos una membrana de FO 130 entre los mismos.
- 50 A medida que la corriente de alimentación 112 y la corriente de extracción 122 se desplazan a través del elemento de FO 110, uno o más solutos permeables de la corriente de alimentación 112 pueden permear a través de la membrana de FO 130 en la corriente de extracción 122. La corriente de alimentación 112 puede incluir una solución de alimentación a concentrar (es decir, desecar), tal como una solución que contenga cualquier combinación de solutos permeables (por ejemplo, una solución alcohólica) desvelada en el presente documento. La corriente de extracción
- 55 122 puede incluir una solución de extracción que tenga uno o más componentes comunes (por ejemplo, disolvente/s, soluto/s permeable/s y/o impermeable/s) de la corriente de alimentación 112 en la misma. Por ejemplo, la corriente de extracción 122 puede incluir uno o más de alcohol, agua, glucosa, etilen glicol, sacarosa, fructosa, glicerol, ácido láctico, una o más sales disueltas o cualquier otro componente hallado en la corriente de alimentación 112. La presencia o adición de uno o más solutos permeables (por ejemplo, alcohol) y/o solutos impermeables (por ejemplo, glicerol) en la corriente de extracción 122 puede ser eficaz para controlar selectivamente la retención de uno o más
- 60 solutos permeables en la corriente de alimentación 112 a medida que esta se deseca. Las cantidades iguales o más altas del uno o más componentes comunes (por ejemplo, solutos permeables y/o impermeables en la corriente tanto de alimentación como de extracción) de la corriente de alimentación 112 presentes en la corriente de extracción 122 pueden limitar o evitar que dicho uno o más componentes comunes atraviesen la membrana de FO 130 desde la
- 65 corriente de alimentación 112 hacia la corriente de extracción 122. Por ejemplo, una cantidad de alcohol y etilen glicol presente en la corriente de extracción 122 igual o más alta que en la corriente de alimentación 112 puede dar como

resultado la retirada de agua preferentemente de la corriente de alimentación 112 mediante la membrana de FO 130, al tiempo que se retienen las cantidades netas de alcohol y etilen glicol. En ausencia de alcohol en la corriente de extracción 122, se puede producir fácilmente una transferencia neta del alcohol de la corriente de alimentación 112 a la corriente de extracción 122, de tal manera que la corriente de alimentación concentrada 116 final tuviera una concentración de alcohol reducida. En algunas realizaciones, se puede usar una combinación de al menos dos solutos permeables y/o solutos impermeables en la corriente de extracción para proporcionar una cantidad suficiente de presión osmótica eficaz para limitar la migración de uno o más solutos permeables (por ejemplo, etanol) de la corriente de alimentación a la corriente de extracción. Por ejemplo, una combinación de uno o más solutos permeables y solutos impermeables puede inducir una presión osmótica colectivamente más alta en la corriente de extracción que la presión osmótica presente en la corriente de alimentación, lo que induce, de ese modo, la permeación selectiva del disolvente (por ejemplo, agua) a través de la membrana de FO, al tiempo que el soluto permeable (por ejemplo, etanol) en la corriente de alimentación se retiene sustancialmente por completo. Por ejemplo, una cantidad de la combinación de alcohol y glicerol presente en la corriente de extracción 122 igual o más alta que la cantidad de etanol en la corriente de alimentación 112 puede dar como resultado la retirada de agua preferentemente de la corriente de alimentación 112 mediante la membrana de FO 130, al tiempo que se retiene el alcohol. En algunas realizaciones, al menos uno de los solutos permeables o impermeables puede no ser común a la corriente de alimentación y la corriente de extracción.

A medida que la corriente de alimentación 112 se concentra en el elemento de FO 110 mediante la retirada de al menos un componente fluido (por ejemplo, disolvente, tal como agua) de la misma a través de la membrana de FO 130, se produce la corriente de alimentación concentrada 116 (por ejemplo, una solución alcohólica concentrada). La corriente de alimentación concentrada 116 se puede dirigir a uno o más componentes de producto aguas abajo 118 acoplados de manera fluida al primer lado 115 del elemento de FO 110. A medida que la corriente de extracción 122 (por ejemplo, la solución de extracción) se diluye mediante la adición de uno o más componentes de la corriente de alimentación 112 (por ejemplo, agua) mediante la membrana de FO 130, el sistema 100 produce una corriente de extracción diluida 126 (por ejemplo, una corriente de extracción que tiene una concentración similar o más alta de uno o más componentes de la misma, tales como agua, que estaban presentes cuando la corriente de extracción entró en el elemento de FO 110). La corriente de extracción diluida 126 se puede dirigir a uno o más componentes de extracción aguas abajo 128 acoplados de manera fluida al segundo lado 125 del elemento de FO 110.

La fuente de corriente de alimentación 114 puede incluir uno o más de un tanque, una bomba presurizada, una válvula, una tubería, un conducto, una manguera, un elemento de control de temperatura, etc. La fuente de corriente de alimentación 114 se acopla de manera fluida (por ejemplo, se conecta) al primer lado 125 del elemento de FO 110. La fuente de corriente de alimentación 114 se puede configurar para proporcionar selectivamente la presión y/o velocidad de alimentación deseadas de la corriente de alimentación 112 al elemento de FO 110. La fuente de corriente de extracción 124 puede incluir uno o más de un tanque, una bomba presurizada, una válvula, una tubería, un conducto, una manguera, un elemento de control de temperatura, etc. La fuente de corriente de extracción 124 se acopla de manera fluida al segundo lado 125 del elemento de FO 110. La fuente de corriente de extracción 124 se puede configurar para proporcionar selectivamente la presión y/o velocidad de alimentación deseadas de la corriente de alimentación 112 al elemento de FO 110.

El elemento de FO 110 puede ser cualquier elemento de FO o agrupación de elementos, incluyendo, pero sin limitación, el elemento de FO enrollado en espiral o el/los elemento/s de placa y bastidor (sumergibles) convencionales. La/s membrana/s de FO 130 del/de los elemento/s de FO 110 puede/pueden incluir cualquier membrana permeable, tal como una membrana selectivamente permeable configurada para permitir el paso de uno o más componentes de la corriente de alimentación a través de la misma, al tiempo que se rechaza uno o más componentes de la corriente de alimentación. En algunos ejemplos, la membrana de FO 130 puede ser una membrana polimérica que incluya un material polimérico en la misma, tal como una poliamida, un acetato de celulosa, aramida, poli(fluoruro de vinilideno), poliacrilonitrilo, polisulfona o cualquier otro material polimérico, adecuado para su uso como membrana de FO. En algunos ejemplos, la membrana de FO puede incluir una membrana de material compuesto de película delgada que incluya uno o más de cualquiera de los materiales poliméricos desvelados anteriormente. En algunos ejemplos, la membrana de FO 130 puede incluir una o más capas de soporte que soporten una o más capas funcionales, tales como una o más capas de película delgada de poliamida. En algunas realizaciones, la membrana de FO 130 puede incluir una agrupación de membranas de FO que pueden estar dispuestas en paralelo o en serie o en cualquier combinación de paralelo y serie. Los ejemplos de elementos de FO, membranas de FO y componentes de los mismos adecuados para su uso en los sistemas de FO descritos en el presente documento pueden incluir cualquiera de aquellos descritos en la patente estadounidense n.º 8.920.654, presentada el 30 de septiembre de 2011; la solicitud de patente estadounidense 14/137.903, presentada el 20 de diciembre de 2013; la solicitud de PCT PCT/US2014/029227, presentada el 14 de marzo de 2014; y la solicitud de PCT PCT/US2014/029332, presentada el 14 de marzo de 2014.

El uno o más componentes de producto aguas abajo 118 acoplados de manera fluida al primer lado 115 pueden incluir uno o más de una canalización, un tanque de almacenamiento, un dispositivo de punto de uso, un conducto, una bomba de presión, un dispositivo de control de temperatura (por ejemplo, un refrigerador o calentador), un aparato de empaquetado, uno o más elementos de FO, paquetes individuales (por ejemplo, cuñetes, botellas, etc.). El uno o más componentes de extracción aguas abajo 128 pueden incluir uno o más de una canalización, un conducto, un tanque

de almacenamiento, una bomba, un dispositivo de control de temperatura (por ejemplo, un refrigerador), uno o más aparatos de recuperación (por ejemplo, regeneración) de solución de extracción, un almacenamiento de desechos, un almacenamiento de permeado, etc. En algunas realizaciones, el uno o más aparatos de recuperación o regeneración de solución de extracción pueden incluir elementos de ósmosis inversa (RO) (por ejemplo, aparatos de ósmosis inversa convencionales o de bajo rechazo) o uno o más aparatos de destilación.

Cuando está en uso, una solución de alimentación (por ejemplo, el 5 % de alcohol ABW) se puede presurizar mediante una bomba (por ejemplo, la fuente de corriente de alimentación 114) formando la corriente de alimentación de baja presión 112. El al menos un elemento de FO 110 puede recibir la corriente de alimentación 112 y dispensar la corriente de alimentación concentrada 116 (por ejemplo, el 30 % de ABW, a 0,13 l/s (2 gpm (galones por minuto en inglés))). La solución de extracción (por ejemplo, el 40 % de ABW a 1,89 l/s (30 gpm)) se puede presurizar mediante una bomba (por ejemplo, la fuente de corriente de extracción 124) para formar la corriente de extracción de baja presión 122. La corriente de extracción 122 puede incluir agua, un soluto permeable (por ejemplo, etanol) y al menos un soluto impermeable (por ejemplo, cloruro de sodio, cloruro de magnesio, sulfato de magnesio, glicerol, fructosa, glucosa, sacarosa, polietilén glicol). El elemento de FO 110 puede recibir la corriente de extracción de baja presión 122 y dispensar la corriente de extracción de diluido 126 (por ejemplo, el 30 % de ABW a 2,52 l/s (40 gpm)). Los solutos permeables en la/s corriente/s de extracción y/o alimentación pueden incluir cualquiera de los solutos permeables desvelados en el presente documento. En el elemento de FO 110, al menos algo de agua puede permear de la corriente de alimentación 112 a la corriente de extracción 122 a través de al menos una membrana de FO 130 entre las mismas. Al menos algo de alcohol u otro/s soluto/s permeable/s se puede retener en la corriente de alimentación 112, de tal manera que la cantidad total de alcohol u otros solutos permeables se mantenga en la corriente de alimentación 112, al tiempo que la corriente de alimentación 112 se deseca, lo que da como resultado la corriente de alimentación concentrada 116 (por ejemplo, el 30 % de ABW).

En algunas realizaciones, el contenido de alcohol relativo en la corriente de alimentación concentrada 116 (en comparación con la corriente de alimentación 112) se puede aumentar en al menos aproximadamente el 5 % de ABW, tal como de aproximadamente el 5 % de ABW a aproximadamente el 50 % de ABW, de aproximadamente el 10 % de ABW a aproximadamente el 40 % de ABW, de aproximadamente el 15 % de ABW a aproximadamente el 35 % de ABW, de aproximadamente el 20 % de ABW a aproximadamente el 40 % de ABW, de aproximadamente el 25 % de ABW a aproximadamente el 35 % de ABW, o menos de aproximadamente el 60 % de ABW. En algunas realizaciones, al menos algo de alcohol puede permear de la corriente de extracción 122 a la corriente de alimentación 112. Como alternativa, al menos algo de alcohol (y/u otro/s soluto/s permeable/s) puede permear de la corriente de alimentación 112 a la corriente de extracción 122, de tal manera que la concentración de alcohol (y/u otro/s soluto/s permeable/s) se disminuya en la corriente de alimentación concentrada 116. Por ejemplo, el contenido de alcohol relativo de la corriente de alimentación concentrada 116 puede disminuir en al menos aproximadamente el 1 % de ABW, en comparación con la corriente de alimentación 112, tal como de aproximadamente el 1 % de ABW a aproximadamente el 40 % de ABW, de aproximadamente el 5 % de ABW a aproximadamente el 20 % de ABW, o menos de aproximadamente el 40 % de ABW. Aunque el alcohol se usa como ejemplo en el presente documento, se pueden obtener resultados similares o idénticos a cualquiera de aquellos desvelados en el presente documento con otros solutos permeables de las corrientes de alimentación y extracción, tales como etilén glicol, sales disueltas, etc. (por ejemplo, en donde la concentración del componente es en % en peso, en lugar de en % de ABW).

En algunos ejemplos (no mostrados) que tienen una agrupación de membranas de FO 130 (por ejemplo, en un elemento de FO con deflector) o una agrupación de elementos de FO 110, la corriente de alimentación 112 y la corriente de extracción 122 se pueden recibir mediante el mismo elemento de FO 110 al comienzo de la agrupación y la corriente de alimentación concentrada 116 y la corriente de extracción diluida 126 se pueden dispensar mediante el mismo elemento de FO al final de la agrupación. La operación a equicorriente se puede usar con elementos enrollados en espiral. El control de la presión transmembrana, que opera con una presión positiva y baja (por ejemplo, de 6.894,8 a 34.473,8 Pa (de 1 a 5 psi)) de la corriente de alimentación a la corriente de extracción, puede mejorar el rechazo de soluto permeable y tener impactos significativos en la separación de los componentes de extracción de la alimentación. Las presiones adecuadas pueden incluir aproximadamente 3.447,4 Pa (0,5 psi) o más, tales como de aproximadamente 3.447,4 Pa (0,5 psi) a aproximadamente 68.947,6 Pa (10 psi), de aproximadamente 6.894,8 Pa (1 psi) a aproximadamente 55.158,1 Pa (8 psi), de aproximadamente 13.789,5 Pa (2 psi) a aproximadamente 41.368,5 Pa (6 psi), de aproximadamente 20.684,3 Pa (3 psi) a aproximadamente 34.473,8 Pa (5 psi), de aproximadamente 3.447,4 Pa (0,5 psi) a aproximadamente 13.789,5 Pa (2 psi), de aproximadamente 13.789,5 Pa (2 psi) a aproximadamente 27.579 Pa (4 psi), de aproximadamente 6.894,8 Pa (1 psi)) a aproximadamente 34.473,8 Pa (5 psi), menos de aproximadamente 34.473,8 Pa (5 psi), o menos de aproximadamente 20.684,3 Pa (3 psi).

En un régimen de flujo a equicorriente, la concentración final de alcohol (y/u otro/s soluto/s permeable/s o impermeable/s) en la corriente de extracción 122 y/o la corriente de extracción diluida 126 puede ser mayor o igual que la concentración final de alcohol (y/u otro/s soluto/s permeable/s) de la corriente de alimentación concentrada 116, por ejemplo, del 30 % de ABW. En algunos ejemplos, se puede usar un exceso de alcohol en la corriente de extracción 122 y/o la corriente de extracción diluida 126 para mantener una alta retención de alcohol en las corrientes de alimentación 112 a medida que estas se desecan. Se puede usar un exceso de alcohol (u otro componente de extracción permeable) para retener el alcohol en la alimentación porque la corriente de extracción se diluye a medida

que el agua se transfiere de la corriente de alimentación a la corriente de extracción, conocido como polarización de concentración dilutiva. Por lo tanto, se puede usar un exceso de alcohol en la corriente de extracción para tener una diferencia de concentración eficaz. Además, el agua que permea a través de la membrana se puede unir por hidrógeno con algunos solutos permeables (por ejemplo, alcohol) y aumentar la permeación con respecto a los solutos permeables que no se unen por hidrógeno con el agua. En algunas realizaciones, el exceso de alcohol (y/u otro/s soluto/s permeable/s) permanece en exceso incluso después de la dilución de la solución de extracción, cuya cantidad puede estar presente en la corriente de extracción 122 o la corriente de extracción diluida 126. En algunos ejemplos, se puede usar un exceso de más del 0 % de ABW a aproximadamente el 60 % de ABW por encima del contenido de alcohol de la corriente de alimentación 112. Por ejemplo, la concentración final de alcohol en la corriente de extracción diluida 126 puede ser de al menos aproximadamente el 1 % de ABW mayor que la concentración final de alcohol de la corriente de alimentación concentrada 116, tal como de aproximadamente el 1 % de ABW a aproximadamente el 60 % de ABW mayor, de aproximadamente el 5 % de ABW a aproximadamente el 50 % de ABW mayor, de aproximadamente el 10 % de ABW a aproximadamente el 40 % de ABW mayor, de aproximadamente el 15 % de ABW a aproximadamente el 35 % de ABW mayor, de aproximadamente el 20 % de ABW a aproximadamente el 40 % de ABW mayor, de aproximadamente el 25 % de ABW a aproximadamente el 35 % de ABW mayor, de aproximadamente el 1 % de ABW a aproximadamente el 20 % de ABW mayor, de aproximadamente el 20 % de ABW a aproximadamente el 40 % de ABW mayor, de aproximadamente el 40 % de ABW a aproximadamente el 60 % de ABW mayor, de aproximadamente el 1 % de ABW a aproximadamente el 5 % de ABW mayor, de aproximadamente el 1 % de ABW a aproximadamente el 10 % de ABW mayor, de aproximadamente el 5 % de ABW a aproximadamente el 15 % de ABW mayor, de aproximadamente el 10 % de ABW a aproximadamente el 20 % de ABW mayor, o menos de aproximadamente el 60 % de ABW mayor que la concentración final de alcohol de la corriente de alimentación concentrada 116. Se ha descubierto que la corriente de extracción diluida 126 (y la corriente de extracción precursora 122) que tiene una concentración final de alcohol (o una concentración combinada de soluto permeable y/o soluto impermeable) de al menos aproximadamente el 5 % de ABW mayor (por ejemplo, el 10 % de ABW mayor) que el contenido final de alcohol de la corriente de alimentación concentrada asociada 116 es particularmente eficaz en la producción de un nivel deseado de alcohol en la corriente de alimentación concentrada 116. Por ejemplo, la concentración final de alcohol de una solución de alimentación concentrada puede ser de aproximadamente el 30 % de ABW, mientras que la concentración final de alcohol de la corriente de extracción diluida puede ser de al menos aproximadamente el 40 % de ABW.

Las especies del uno o más componentes (por ejemplo, el/los disolvente/s, tal/es como el agua y/o el/los soluto/s permeable/s) de la corriente de alimentación 112 que permean la membrana de FO 130 en la solución de extracción y el grado (por ejemplo, la cantidad) de la permeación se pueden ajustar selectivamente mediante el control de uno o más de la cantidad (por ejemplo, la concentración) y/o las especies de uno o más solutos permeables (y/o solutos impermeables) de la solución de extracción de la corriente de extracción 122 (por ejemplo, el contenido de alcohol), el área de superficie de la membrana de FO 130 en contacto con las corrientes de alimentación y extracción 112 y 122, el caudal de una o ambas de las corrientes de alimentación y extracción 112 y 122 en el elemento de FO 110, la presión de una o ambas de las corrientes de alimentación y extracción 112 y 122 en el elemento de FO 110 (y la presión hidrostática relacionada a través de la membrana de FO 130) o la temperatura de una o ambas de las corrientes de alimentación y extracción 112 y 122 en el elemento de FO 110. Específicamente, la cantidad de exceso de alcohol (por ejemplo, etanol) y/u otros solutos permeables o impermeables usada en la corriente de extracción 122 puede depender de uno o más del/de los caudal/es, la/s velocidad/s de desecación, la/s velocidad/s de recuperación, la temperatura, la composición de la corriente de alimentación, la composición de la corriente de extracción, el área de superficie de membrana en contacto con las corrientes, el tipo de membrana, la presión en el primer y/o segundo lado, etc.

Cada uno de los diferentes componentes de los sistemas desvelados en el presente documento se puede acoplar operativamente (por ejemplo, de manera fluida) en conjunto mediante uno o más conductos (por ejemplo, tuberías, tubos, mangueras, etc.), válvulas, bombas, etc. Por razones de brevedad, los componentes de los diagramas de bloques se muestran con flechas entre los mismos. Se debe comprender que cada una de las flechas puede representar uno o más conductos, válvulas, tanques, bombas u otras conexiones de fluidos entre los componentes de los sistemas.

En algunas realizaciones, el sistema de FO o la agrupación de elementos en el mismo se pueden configurar en una configuración a contracorriente. La FIG. 2 es un diagrama de bloques de un sistema a contracorriente 200 para la retirada de uno o más componentes de soluciones. En un sistema a contracorriente, la corriente de alimentación y la corriente de extracción se desplazan a través del elemento de FO en direcciones opuestas. El procesamiento a contracorriente puede permitir el uso de una cantidad reducida de soluto/s permeable/s e impermeable/s en comparación con los flujos a equicorriente porque el diferencial osmótico y de concentración de soluto/s permeable/s e impermeable/s entre la corriente de alimentación y la corriente de extracción puede ser esencialmente constante. El procesamiento a contracorriente puede permitir el uso de una cantidad reducida de soluto permeable e impermeable en comparación con el procesamiento a equicorriente porque el diferencial de concentración entre la corriente de alimentación y la corriente de extracción puede ser esencialmente constante. El sistema 200 incluye la fuente de corriente de alimentación 114 que suministra la corriente de alimentación 112, al menos un elemento de FO 110 que incluye al menos una membrana de FO 130 y uno o más componentes de producto aguas abajo 118 configurados para recibir la corriente de alimentación concentrada 116, tal como se ha descrito anteriormente. El sistema 200 incluye

la fuente de corriente de extracción 124 que suministra la corriente de extracción 122 y uno o más componentes de extracción aguas abajo 128 que contienen la corriente de extracción diluida 126. Tal como se muestra, la dirección de desplazamiento de la corriente de extracción 122 a través del segundo lado 125 del elemento de FO 110 está en la dirección opuesta del flujo de la corriente de alimentación 112 a través del primer lado 115 del elemento de FO 110.

5 En algunos ejemplos, una ventaja de la configuración a contracorriente puede ser que la concentración de alcohol y/u otro/s soluto/s permeable/s de la corriente de extracción 122 inicial puede ser igual que o no necesariamente exceder significativamente (por ejemplo, solo de aproximadamente el 1 % de ABW a aproximadamente el 5 % de ABW) la concentración de alcohol del concentrado de la corriente de alimentación 112. En algunos ejemplos, se puede usar un pequeño exceso en el contenido de alcohol y/u otro/s soluto/s permeable/s de la corriente de extracción 122 (por encima de la cantidad para la desecación eficaz de la solución de alcohol) para reemplazar o compensar el alcohol y/u otro/s soluto/s permeable/s perdidos en la recuperación de la corriente de extracción (permeado de RO/nanofiltración (NF en inglés) o destilación, por ejemplo).

15 En algunos ejemplos, se puede usar (por ejemplo, tolerar) una pequeña pérdida de alcohol (por ejemplo, de más del 0 % de ABW a aproximadamente el 3 % de ABW) en la corriente de alimentación 112 y/o la corriente de alimentación concentrada 116 para evitar la adición de un exceso de alcohol a la corriente de extracción 122. En tales ejemplos, la cantidad de alcohol en la corriente de extracción 122 puede ser igual o ligeramente menor que (por ejemplo, del 0 % de ABW al 3 % de ABW menor que) el contenido de alcohol en la corriente de alimentación 112 y/o la corriente de alimentación concentrada 116.

20 Durante su uso, la solución de alimentación (por ejemplo, el 5 % de ABW a 0,76 l/s (12 gpm)) se puede presurizar mediante una bomba (por ejemplo, la fuente de corriente de alimentación 114) para formar la corriente de alimentación de baja presión 112. El elemento de FO 110 puede recibir la corriente de alimentación 112 y dispensar la corriente de alimentación concentrada 116 (por ejemplo, el 30 % de ABW a 0,13 l/s (2 gpm)). La solución de extracción (por ejemplo, el 30 % de ABW a 0,13 l/s (2 gpm)) se puede presurizar mediante una segunda bomba (por ejemplo, la fuente de corriente de extracción 124) para formar la corriente de extracción de baja presión 122. El elemento de FO 110 puede recibir la corriente de extracción de baja presión 122 y dispensar la corriente de extracción diluida 126 (por ejemplo, el 5 % de ABW a 0,76 l/s (12 gpm)). El agua puede permear de la corriente de alimentación 112 a la corriente de extracción 122 mediante la membrana de FO 130 entre las mismas.

30 En algunas realizaciones, el sistema de FO puede incluir más de un elemento de FO. En algunas realizaciones, el al menos un elemento de FO o una agrupación (por ejemplo, una agrupación en paralelo y/o en serie) de elementos de FO se puede conectar en una configuración a contracorriente con una inyección intermedia de una solución de extracción de alta concentración o solutos puros permeables y/o impermeables (por ejemplo, alcohol) en las fases intermedias a lo largo de la agrupación. Tales configuraciones pueden permitir la adición de soluto/s permeable/s e impermeable/s a un sistema, lo que aumenta la fuerza impulsora (por ejemplo, la presión osmótica inducida por el potencial químico), al tiempo que equilibra la concentración de soluto permeable e impermeable (por ejemplo, etanol) en la/s solución/soluciones de extracción a lo largo de la agrupación de membranas de FO.

40 La FIG. 3 es un diagrama de bloques de un sistema de FO a contracorriente 300 para la desecación de soluciones alcohólicas. El sistema de FO a contracorriente 300 incluye una o más (puertos para) inyecciones intermedias de alcohol (o soluciones de alcohol de alta concentración) en la corriente de extracción diluida. El sistema 300 incluye una pluralidad de elementos de FO 110a-110c acoplados de manera fluida (por ejemplo, conectados) en serie. El sistema 300 incluye la fuente de corriente de alimentación 114 acoplada operativamente a un primer elemento de FO 110a. El primer elemento de FO 110a incluye una primera membrana de FO 130a que define al menos parcialmente un primer lado 115a y un segundo lado 125a en la misma. El primer lado 115a del primer elemento de FO 110a se acopla de manera fluida a un segundo elemento de FO 110b. El segundo elemento de FO 110b incluye una segunda membrana de FO 130b que define al menos parcialmente un primer lado 115b y un segundo lado 125b en la misma. El primer lado 115b del segundo elemento de FO 110b se acopla de manera fluida a un tercer elemento de FO 110c. El tercer elemento de FO 110c incluye una segunda membrana de FO 130c que define al menos parcialmente un primer lado 115c y un segundo lado 125c en la misma. Los primeros lados 115a-115c de los elementos de FO 110a-110c se acoplan entre sí para formar un primer lado colectivo del sistema 300. El primer lado del sistema 300 puede incluir uno o más componentes en comunicación fluida con los primeros lados 115a-115c de los elementos de FO 110a-110c, tales como la fuente de corriente de alimentación 114.

55 A medida que la corriente de alimentación 112 se hace pasar a través de la serie de elementos de FO 110a-110c, la corriente de alimentación 112 se concentra cada vez más. Por ejemplo, a medida que la corriente de alimentación 112 se hace pasar a través del primer lado 115a del primer elemento de FO 110a, la corriente de alimentación 112 se deseca (por ejemplo, se concentra) para formar una corriente de alimentación concentrada 116a que tiene una concentración de alcohol más alta que la corriente de alimentación 112. A medida que la corriente de alimentación concentrada 116a se hace pasar a través del primer lado 115b del segundo elemento de FO 110b, la corriente de alimentación concentrada 116a se concentra (por ejemplo, se deseca) adicionalmente para formar una segunda corriente de alimentación concentrada 116b que tiene una concentración de alcohol más alta que una o ambas de la corriente de alimentación 112 y la corriente de alimentación concentrada 116a. A medida que la segunda corriente de alimentación concentrada 116b se hace pasar a través del primer lado 115c del tercer elemento de FO 110c, la segunda corriente de alimentación concentrada 116b se concentra adicionalmente para formar una tercera corriente

de alimentación concentrada 116c que tiene una concentración de alcohol más alta que una o la totalidad de la corriente de alimentación 112 y la/s corriente/s de alimentación concentrada/s 116a y/o 116b. La tercera corriente de alimentación concentrada 116c se puede dirigir a uno o más componentes de producto aguas abajo 118, tales como cualquiera de aquellos desvelados en el presente documento.

5 En el segundo lado del sistema 300, la fuente de corriente de extracción 124 se configura para proporcionar la corriente de extracción 122 al sistema 300. La fuente de corriente de extracción 124 se acopla operativamente al segundo lado 125c del tercer elemento de FO 110c. A medida que la solución de extracción se hace pasar a través del segundo lado 125c, una corriente de extracción 122a se diluye para formar una corriente de extracción diluida 126a. La corriente de extracción diluida 126a se dirige a unos componentes de extracción aguas abajo 128a. Los componentes de extracción aguas abajo 128a pueden incluir uno o más de al menos un conducto (por ejemplo, una tubería), una bomba, una válvula, un tanque, un puerto de inyección, un aparato de mezclado, etc. Por ejemplo, los componentes de extracción aguas abajo 128a pueden incluir un conducto que tiene un puerto de inyección, en donde una inyección de uno o más componentes (por ejemplo, alcohol y/o glicerol) de la corriente de extracción 122a se puede añadir a la corriente de extracción diluida 126a para formar una primera corriente de extracción reconstituida 122b. El puerto de inyección de alcohol se puede configurar para proporcionar una inyección, un título o una corriente de alcohol (u otro/s componente/s de la corriente de extracción) suficiente para controlar selectivamente (por ejemplo, elevar) la concentración de alcohol (u otro/s componente/s de la corriente de extracción) en la corriente de extracción diluida 126a. Por ejemplo, el puerto de inyección de alcohol se puede usar para proporcionar una inyección 138a configurada para elevar la concentración de alcohol al menos aproximadamente el 5 % de ABW por encima de la corriente de extracción diluida 126a, tal como elevar la concentración hasta al menos aproximadamente el 10 % de ABW más que el contenido de alcohol de la corriente de extracción diluida 126a, al menos aproximadamente el 5 % de ABW por encima de la corriente de alimentación concentrada 116a u 116b, al menos aproximadamente el 10 % de ABW más que el contenido de alcohol de la segunda corriente de alimentación concentrada 116a u 116b, o al menos tan alta como la corriente de extracción 122a. Los componentes de extracción aguas abajo 128a se acoplan operativamente al segundo lado 125b del segundo elemento de FO 110b.

La primera corriente de extracción reconstituida 122b se puede dirigir a través del segundo lado 125b del segundo elemento de FO 110b para retirar por extracción uno o más componentes de la corriente de alimentación presente en el primer lado 115b del mismo. A medida que la primera corriente de extracción reconstituida 122b absorbe componentes (por ejemplo, agua) de la solución de alimentación en el segundo elemento de FO 110b, la corriente de extracción reconstituida 122b se diluye para formar una segunda corriente de extracción diluida 126b. El segundo lado 125b del segundo elemento de FO 110b se puede acoplar de manera fluida a uno o más componentes de extracción aguas abajo 128b. El uno o más componentes de extracción aguas abajo 128b pueden ser similares o idénticos a uno o más componentes de extracción aguas abajo 128a desvelados anteriormente. Por ejemplo, la segunda corriente de extracción diluida 126b se puede dirigir desde el segundo lado 125b a través de uno o más de un conducto, una bomba o un tanque de mezclado. El uno o más componentes de extracción aguas abajo 128b pueden incluir un segundo puerto de inyección de alcohol, en donde se puede añadir alcohol (o cualquier otro componente de la corriente de extracción) a la segunda corriente de extracción diluida 126b para controlar la concentración del alcohol en la misma. El segundo puerto de inyección de alcohol se puede configurar para proporcionar una inyección, un título o una corriente de alcohol (u otros componentes de la solución de extracción) a la segunda corriente de extracción diluida 126b suficiente para controlar selectivamente la concentración de alcohol en la segunda corriente de extracción diluida 126b. Por ejemplo, el puerto de inyección de alcohol se puede usar para proporcionar una segunda inyección 138b configurada para elevar la concentración de alcohol (u otro/s componente/s de la solución de extracción) en al menos aproximadamente el 5 % de ABW por encima de la segunda corriente de extracción diluida 126b, tal como al menos aproximadamente el 10 % de ABW más que el contenido de alcohol de la segunda corriente de extracción diluida 126b, al menos aproximadamente el 5 % de ABW por encima de a la corriente de alimentación concentrada 116a, al menos aproximadamente el 10 % de ABW más que el contenido de alcohol de la segunda corriente de alimentación concentrada 116b, al menos aproximadamente el 5 % de ABW por encima de la corriente de alimentación 112, al menos aproximadamente el 10 % de ABW más que el contenido de alcohol de la corriente de alimentación 112, al menos tan alta como la corriente de alimentación 112, o al menos tan alta como la corriente de extracción 122a. Los componentes de extracción aguas abajo 128b se acoplan operativamente al segundo lado 125a del primer elemento de FO 110a.

Una segunda corriente de extracción reconstituida 122c se puede dirigir a través del segundo lado 125a del primer elemento de FO 110a para retirar por extracción uno o más componentes de la corriente de alimentación 112 presente en el primer lado 115a del mismo. A medida que la segunda corriente de extracción reconstituida 122c absorbe componentes (por ejemplo, agua) de la solución de alimentación en el primer elemento de FO 110a, la segunda corriente de extracción reconstituida 122c se diluye para formar una tercera corriente de extracción diluida 126c. El segundo lado 125a del primer elemento de FO 110a se puede acoplar de manera fluida a uno o más componentes de extracción aguas abajo 128c, tales como cualquier componente de extracción aguas abajo desvelado en el presente documento. Por ejemplo, la tercera corriente de extracción diluida 126c se puede dirigir desde el segundo lado 125a a través de uno o más de un conducto, una bomba o un tanque de almacenamiento.

Los segundos lados 125a-125c (y las partes del sistema 300 en comunicación fluida con los mismos) pueden formar colectivamente un segundo lado del sistema 300. El segundo lado del sistema se separa del primer lado del sistema

mediante la/s membrana/s de FO y solo tiene contacto con el mismo mediante la/s membrana/s de FO. Tal como se usa en algunos ejemplos en el presente documento, el primer lado puede ser un lado de alimentación y el segundo lado puede ser un lado de extracción.

- 5 Tal como se muestra en la FIG. 3, en algunos ejemplos puede haber múltiples fases de inyecciones intermedias, mientras que en otros ejemplos solo puede haber una fase de inyección intermedia (por ejemplo, un puerto). En algunas realizaciones, el sistema 300 puede incluir una o más salidas entre cualquiera de los elementos de FO en uno o ambos del primer lado (alimentación) o el segundo lado (extracción). Por ejemplo, una salida, tal como una válvula y una línea de drenaje, se puede disponer entre el primer elemento de FO 110a y el segundo elemento de FO 110b y el segundo elemento de FO 110b y el tercer elemento de FO 110c. La/s salida/s puede/pueden permitir la captura selectiva de las corrientes de alimentación concentradas 116a y 116b antes del final del sistema 300 (por ejemplo, el uno o más componentes de producto aguas abajo 118). En algunas realizaciones, el sistema 300 puede incluir una o más bombas entre cualquiera de los elementos de FO en uno o ambos del primer lado (alimentación) o el segundo lado (extracción), tal como para controlar la presión o los caudales en cualquiera de los componentes del sistema 300.
- 10 En algunas realizaciones, en lugar de reconstituir la/s solución/soluciones de extracción, las soluciones de extracción diluidas se pueden retirar del sistema en cada elemento de FO y se puede introducir una nueva solución de extracción en el segundo lado de cada elemento de FO respectivo mediante una nueva fuente de corriente de extracción distinta.

20 En algunos ejemplos, la solución de alimentación se puede presurizar mediante una bomba (por ejemplo, la fuente de corriente de alimentación 114) para formar la corriente de alimentación de baja presión 112 (por ejemplo, el 5 % de ABW a 0,76 l/s (12 gpm)). El primer elemento de FO 110a puede recibir la corriente de alimentación de baja presión 112 y dispensar la corriente de alimentación concentrada 116a (por ejemplo, el 6,7 % de ABW a 0,61 l/s (8,7 gpm)). El segundo elemento de FO 110b o puede recibir la corriente de alimentación concentrada 116a y dispensar la segunda corriente de alimentación concentrada adicional 116b (por ejemplo, el 11,3 % de ABW a 0,33 l/s (5,3 gpm)). El tercer elemento de FO 110c puede recibir la segunda corriente de alimentación concentrada 116b y dispensar la tercera corriente de alimentación concentrada adicional 116c (por ejemplo, el 30 % de ABW a 0,13 l/s (2 gpm)). La solución de extracción se puede presurizar mediante una bomba (por ejemplo, la fuente de corriente de extracción 124) para formar la corriente de extracción de baja presión 122a (por ejemplo, más del 30 % de ABW, el 15 % de glicerol en peso (GBW en inglés), a 0,76 l/s (12 gpm)). El tercer elemento de FO 110c puede recibir la corriente de extracción de baja presión 122a y dispensar la corriente de extracción diluida 126a (por ejemplo, el 23,5 % de ABW, el 11,7 % de GBW, a 0,97 l/s (15,3 gpm)). La inyección 138a de agua y glicerol concentrado (por ejemplo, el 30 % de GBW a 1,05 l/s (16,7 gpm)) se puede combinar con la corriente de extracción diluida 126a mediante un puerto de inyección, una válvula y/o una bomba (por ejemplo, el componente de extracción aguas abajo 128a) para formar la primera corriente de extracción reconstituida 122b (por ejemplo, el 11,25 % de ABW, el 21,2 % de GBW, a 2,02 l/s (32 gpm)). El segundo elemento de FO 110b puede recibir la primera corriente de extracción reconstituida 122b y dispensar la corriente de extracción diluida 126b (por ejemplo, el 10,2 % de ABW, el 19,2 % de GBW, a 2,23 l/s (35,3 gpm)). Se puede combinar la segunda inyección 138b de agua y glicerol concentrado (por ejemplo, el 30 % de GBW a 1,07 l/s (17 gpm)) con la segunda corriente de extracción diluida 126b, tal como mediante un puerto de inyección, una válvula o una bomba (por ejemplo, el componente de extracción aguas abajo 128b) para formar la segunda corriente de extracción reconstituida 122c (por ejemplo, el 6,9 % de ABW, el 22,7 % de GBW, a 3,3 l/s (52,3 gpm)). El primer elemento de FO 110a puede recibir la segunda corriente de extracción reconstituida 122c y dispensar la tercera corriente de extracción diluida 126c (por ejemplo, el 6,5 % de ABW, el 21,4 % de GBW, a 3,52 l/s (55,7 gpm)). La tercera corriente de extracción diluida 126c se puede dirigir a uno o más componentes de extracción aguas abajo 128c. La tercera corriente de extracción diluida 126c se puede procesar mediante una cualquiera de varias técnicas de recuperación/regeneración de solución de extracción descritas en el presente documento.

50 En algunos ejemplos, la solución de extracción se puede recuperar (por ejemplo, regenerar o reconstituir) mediante destilación. La FIG. 4 es un diagrama de bloques de un sistema de FO 400 para la desecación de soluciones alcohólicas, incluyendo el sistema 400 un aparato de destilación 140 para la recuperación (por ejemplo, regeneración) de la solución de extracción mediante destilación. El sistema 400 incluye la fuente de corriente de alimentación 114 configurada para suministrar la corriente de alimentación 112 al primer lado 115 de al menos un elemento de FO 110 que tiene al menos una membrana de FO 130 en el mismo. El sistema 400 incluye la fuente de corriente de extracción 124 configurada para suministrar la corriente de extracción 122 al segundo lado 125 del elemento de FO 110. El sistema incluye al menos un componente de producto aguas abajo 118 acoplado de manera fluida al primer lado 115 del elemento de FO 110. El sistema 400 incluye, además, al menos un aparato de regeneración acoplado de manera fluida al orificio de salida del segundo lado 125 del elemento de FO 110.

60 El al menos un aparato de regeneración se puede proporcionar para restaurar al menos parcialmente la corriente de extracción diluida 126 en la misma composición (por ejemplo, cantidades relativas) que la solución de extracción de la corriente de extracción 122. Tal como se muestra, el al menos un aparato de regeneración puede incluir el aparato de destilación 140. El aparato de destilación 140 se puede acoplar a y configurar de manera fluida para recibir la corriente de extracción diluida 126 del segundo lado 125 del elemento de FO 110 y concentrar al menos un soluto (por ejemplo, soluto permeable y/o impermeable) en la misma mediante destilación. Por ejemplo, el aparato de destilación 140 se puede configurar para producir una corriente de destilado 142 que se puede usar como o para aumentar la solución de extracción de la corriente de extracción 122. El aparato de destilación 140 puede incluir una columna de destilación o una agrupación (por ejemplo, en serie, en paralelo o ambos) de columnas de destilación. El aparato de

destilación 140 puede incluir uno o más aparatos de destilación o pervaporación de membrana y la destilación puede incluir destilación o pervaporación de membrana. El aparato de destilación 140 puede recibir la corriente de extracción diluida 126 y producir la corriente de destilado 142 (por ejemplo, destilado de etanol) y un permeado de extracción 144 (por ejemplo, a 0,63 l/s (10 gpm)). La corriente de destilado 142 se puede dirigir (por ejemplo, recircular mediante uno o más conductos y/o bombas) a la fuente de corriente de extracción 124. El permeado de extracción 144 (por ejemplo, los fondos inmóviles, tales como el agua) se puede retirar del sistema 400 mediante uno o más conductos, válvulas y/o bombas acopladas operativamente al aparato de destilación.

En algunos ejemplos, la solución de alimentación se puede presurizar mediante una bomba (por ejemplo, la fuente de corriente de alimentación 114) para formar la corriente de alimentación de baja presión 112 (por ejemplo, el 5 % de ABW, a 0,76 l/s (12 gpm)). El elemento de FO 110 puede recibir la corriente de alimentación de baja presión 112 y la corriente de alimentación concentrada de salida 116 (por ejemplo, el 30 % de ABW a 0,13 l/s (2 gpm)). La solución de extracción (por ejemplo, al menos aproximadamente el 30 % de ABW a 0,13 l/s (2 gpm)) se puede presurizar mediante una bomba (por ejemplo, la fuente de corriente de extracción 124) formando la corriente de extracción de baja presión 122. La solución de extracción puede incluir agua y alcohol (por ejemplo, etanol). El elemento de FO 110 puede recibir la corriente de extracción de baja presión 122 y dispensar la corriente de extracción diluida 126 (por ejemplo, el 5 % de ABW a 0,76 l/s (12 gpm)). El aparato de destilación 140 (por ejemplo, la columna o la agrupación de columnas de destilación) puede recibir la corriente de extracción diluida 126 y producir la corriente de destilado 142 (por ejemplo, destilado de etanol) y el permeado de extracción 144 (por ejemplo, el permeado de etanol reducido a 0,63 l/s (10 gpm)). En algunos ejemplos, las partes de la corriente de extracción diluida 126 se reciben mediante la fuente de corriente de extracción 124 (por ejemplo, una bomba) en combinación con la corriente de destilado 142 (por ejemplo, etanol) para producir una solución de extracción de la composición deseada de agua y soluto/s (por ejemplo, alcohol y azúcar/es disuelto/s). En algunas realizaciones, la salida del segundo lado 125 se acopla operativamente a los componentes de extracción aguas abajo 128. El permeado de extracción 144 se puede dirigir fuera del sistema mediante el uno o más componentes de extracción aguas abajo 128.

En algunas realizaciones, un aparato de regeneración puede incluir al menos un elemento de ósmosis inversa (RO) que tenga al menos una membrana de RO en el mismo. En algunas realizaciones, la solución de extracción se puede recuperar (por ejemplo, regenerar) al menos parcialmente mediante RO. La FIG. 5 es un diagrama de bloques de un sistema de FO a contracorriente 500 para la desecación de una solución de alcohol, incluyendo el sistema 500 un elemento de RO 150 para la recuperación de la solución de extracción mediante RO. El sistema 500 incluye la fuente de corriente de alimentación 114 configurada para proporcionar la corriente de alimentación 112 al elemento de FO 110. El elemento de FO 110 incluye la membrana de FO 130 que divide el primer lado 115 del segundo lado 125 del elemento de FO 110. El primer lado 115 se puede acoplar operativamente a uno o más componentes de producto aguas abajo, tal como se describe en el presente documento. El segundo lado 125 se puede acoplar operativamente a la fuente de corriente de extracción 124 configurada para suministrar la corriente de extracción 122 al segundo lado 125 del elemento de FO 110. A medida que la corriente de extracción 122 se diluye en el elemento de FO 110, a partir de la misma se produce la corriente de extracción diluida 126. La corriente de extracción diluida 126 se puede dirigir (por ejemplo, mediante uno o más conductos, bombas, válvulas, etc.) al elemento de RO 150. El elemento de RO 150 puede incluir un alojamiento que contenga una membrana de RO 136 dispuesta en el mismo. El alojamiento (por ejemplo, el recipiente o conjunto) puede ser estanco a los fluidos y estar configurado para mantener la membrana de RO 136 eficaz para definir al menos parcialmente un primer lado 151 y un segundo lado 152 en el mismo. El primer lado 151 y el segundo lado 152 de la membrana de RO se pueden separar químicamente al menos parcialmente mediante la membrana de RO 136, definiendo de ese modo dos volúmenes distintos dentro del alojamiento. El primer lado 151 y el segundo lado 152 del elemento de RO 150 pueden ser similares o análogos al primer lado 115 y al segundo lado 125 del elemento de FO 110 descrito en el presente documento. La membrana de RO 136 puede incluir cualquier membrana adecuada para la RO (por ejemplo, una membrana de RO convencional o una membrana de RO de bajo rechazo). Por ejemplo, la membrana de RO 136 puede separar al menos algo de agua, el alcohol u otros solutos permeables y solutos impermeables de una solución que tenga agua, alcohol y solutos permeables e impermeables en la misma. Una fase individual de RO puede aumentar el ABW (u otro contenido de solutos permeables o impermeables) en hasta el 5 % en peso, tal como de aproximadamente el 1 % en peso a aproximadamente el 3 % en peso, o menos del 3 % en peso.

La corriente de extracción diluida 126 se puede dirigir al primer lado 151 del elemento de RO 150, donde la membrana de RO 136 separa al menos algunos de los solutos permeables, tales como alcohol, de los otros solutos (por ejemplo, solutos permeables y/o impermeables, tales como glucosa, fructosa, glicerol, sales disueltas, etc.) y al menos algo del agua para formar un concentrado de RO en un concentrado de RO 154. Tal separación se puede llevar a cabo en una corriente o un lote. El concentrado de RO 154 puede contener, principalmente, agua y solutos permeables e impermeables. Por ejemplo, el concentrado de RO 154 puede contener al menos algo de alcohol en el mismo. Al menos parte del concentrado de RO 154 se puede dirigir de vuelta a la fuente de corriente de extracción 124. En algunas realizaciones, el concentrado de RO 154 se puede combinar con uno o más componentes de la solución de extracción para formar (por ejemplo, reformar) la corriente de extracción 122. Por ejemplo, el concentrado de RO 154 se puede combinar con al menos alcohol para regenerar la corriente de extracción 122. El elemento de RO 150 también puede producir un permeado de RO 156 del segundo lado 152 del mismo. El permeado de RO 156 puede incluir agua, alcohol y uno o más solutos permeables de otro tipo en el mismo. El permeado de RO 156 se puede procesar adicionalmente para regenerar (por ejemplo, concentrar o recuperar más completamente) al menos algunos de los

componentes del mismo (por ejemplo, uno o ambos de los solutos permeables o los solutos impermeables), tales como alcohol o glicerol, mediante destilación u operaciones de RO adicionales. En algunas realizaciones, el permeado de RO 156 puede incluir o se puede procesar adicionalmente para que sea agua sustancialmente pura. En algunas realizaciones, se pueden usar una o más bombas (no mostradas) para controlar la presión de la corriente de extracción diluida 126 antes de la entrada en el elemento de RO 150.

En algunas realizaciones, el/los elemento/s de RO 150 se puede/pueden configurar como elemento/s de RO de bajo rechazo y/o elemento/s de ósmosis inversa enrollado/s en espiral. En algunos ejemplos, tales como en los elementos de RO de bajo rechazo, se puede usar un elemento de rechazo de soluto reducido. Los elementos de RO de bajo rechazo (por ejemplo, los elementos de RO que tienen membranas de RO de bajo rechazo) se pueden usar para concentrar soluciones con presiones osmóticas más altas que los elementos de RO convencionales. En algunas realizaciones, los elementos de RO de bajo rechazo se pueden usar para concentrar uno o más solutos impermeables, tales como cloruro de sodio, cloruro de magnesio, glicerol, sacarosa, fructosa, glucosa, una o más sales disueltas, etc. El/los elemento/s de RO 150 se puede/pueden configurar como agrupaciones de elementos en paralelo o en serie. Los elementos o las agrupaciones de elementos se pueden operar en un sistema continuo o en un sistema por lotes con tanques de compensación.

En algunas realizaciones, un sistema de FO para la retirada de uno o más componentes de una mezcla fluida puede incluir más de un aparato de regeneración de corriente de extracción. La FIG. 6 es un diagrama de bloques de un sistema de FO 600 configurado para la recuperación de la solución de extracción mediante ósmosis inversa y destilación. El sistema 600 se puede configurar como sistema a contracorriente, tal como se muestra. El sistema 600 incluye la fuente de corriente de alimentación 114 configurada para administrar la corriente de alimentación 112 al elemento de FO 110. El elemento de FO 110 incluye la membrana de FO 130 que separa el primer lado 115 del elemento de FO 110 del segundo lado 125 del elemento de FO y se configura para permitir selectivamente el transporte de uno o más componentes desde la corriente de alimentación 112 en el primer lado 115 hacia la corriente de extracción 122 en el segundo lado 125. El sistema 600 puede incluir la fuente de corriente de extracción 124 acoplada operativamente a y configurada para proporcionar la corriente de extracción 122 al segundo lado 125. La corriente de alimentación 112 se concentra mediante FO a medida que la corriente de extracción 122 extrae algunos de los componentes de la misma formando la corriente de alimentación concentrada 116 (por ejemplo, la solución alcohólica desecada). La corriente de alimentación concentrada 116 sale del primer lado 115 y se dirige a los componentes de producto aguas abajo (no mostrados).

La corriente de extracción 122 se diluye a medida que uno o más componentes de la corriente de alimentación 112 migran a través de la membrana de FO 130 para formar la corriente de extracción diluida 126. La corriente de extracción diluida 126 puede incluir uno o más componentes (por ejemplo, agua) de la corriente de alimentación 112 al menos como diluyente en la misma. La corriente de extracción diluida 126 sale del segundo lado 125 y se dirige a uno o más componentes de extracción aguas abajo 128. El uno o más componentes de extracción aguas abajo pueden incluir una bomba configurada para controlar la presión de la corriente de extracción diluida 126. El uno o más componentes de extracción aguas abajo 128 se pueden acoplar operativamente a uno o más aparatos de regeneración, tales como al menos un elemento de RO 150.

El al menos un elemento de RO 150 puede incluir la membrana de RO 136 configurada para separar uno o más componentes de la corriente de extracción diluida 126. El primer lado 151 del elemento de RO 150 puede incluir la corriente de extracción diluida 126 que se convierte en el concentrado de RO 154 en el mismo mediante RO. El concentrado de RO 154 puede incluir, principalmente, una mezcla de agua y soluto/s impermeable/s. En algunas realizaciones, el concentrado de RO 154 puede incluir al menos algunos solutos permeables en el mismo. Al menos una parte del concentrado de RO 154 se puede dirigir a (por ejemplo, reciclar de vuelta a) la fuente de corriente de extracción 124. El segundo lado 152 incluye el permeado de RO 156 en el mismo. El permeado de RO 156 puede incluir, principalmente, una mezcla de agua y soluto/s permeable/s (por ejemplo, etanol). En algunas realizaciones, el permeado de RO 156 puede incluir al menos algunos solutos impermeables en el mismo. El permeado de RO 156 se dirige al aparato de destilación 140.

El aparato de destilación 140 puede incluir una o más columnas de destilación. El permeado de RO 156 se destila en el aparato de destilación 140 eficaz para producir la corriente de destilado 142 que se puede dirigir de vuelta a la fuente de corriente de extracción 124. La corriente de destilado 142 puede incluir, predominantemente, uno o más concentrados permeables (por ejemplo, totalmente alcohol) en la misma. El aparato de destilación 140 también produce el permeado de extracción 144 (por ejemplo, los fondos inmóviles que contienen uno o más solutos permeables y/o impermeables) que se puede dirigir a uno o más componentes aguas abajo (no mostrados), tales como el almacenamiento o tratamiento de desechos, los aparatos de administración o para un tratamiento adicional. En algunas realizaciones, el permeado de extracción 144 puede incluir un permeado que tenga una cantidad de alcohol más baja que la corriente de destilado 142, tal como un destilado de etanol reducido o incluso el agua sustancialmente pura.

La corriente de destilado 142 (por ejemplo, el fluido con alto contenido de alcohol) se puede dirigir de vuelta a la fuente de corriente de extracción 124. Al menos una parte de la corriente de destilado 142 se puede combinar con al menos una parte del concentrado de RO 154 para formar la corriente de extracción 122. Se puede disponer una o más

bombas entre cualquiera de los componentes del sistema 600 para regular la presión o la velocidad de los fluidos en el mismo.

5 En algunos ejemplos, una solución alcohólica se puede presurizar mediante una bomba (por ejemplo, la fuente de corriente de alimentación 114) para formar la corriente de alimentación de baja presión 112 (por ejemplo, aproximadamente el 5 % de ABW a 0,76 l/s (12 gpm)). El elemento de FO 110 recibe la corriente de alimentación de baja presión 112 y dispensa la corriente de alimentación concentrada 116 (por ejemplo, el 30 % de ABW a 0,13 l/s (2 gpm)). La solución de extracción (por ejemplo, el 30 % de ABW a 0,13 l/s (2 gpm)) se puede presurizar mediante una bomba (por ejemplo, la fuente de corriente de extracción 124) formando la corriente de extracción de baja presión 10 122. La solución de extracción incluye una mezcla de agua, soluto/s permeable/s (por ejemplo, etanol) y soluto/s impermeable/s (por ejemplo, glucosa, fructosa, glicerol, cloruro de sodio, cloruro de magnesio, otras sales disueltas, etc.). El elemento de FO 110 recibe la corriente de extracción de baja presión 122 y dispensa la corriente de extracción diluida 126 (por ejemplo, el 5 % de ABW a 0,76 l/s (12 gpm)). El componente de extracción aguas abajo 128, tal como una bomba, recibe la corriente de extracción diluida 126 y produce la corriente de extracción diluida de alta presión 15 126 (por ejemplo, 3.447,4 kPa-5.515,81 kPa (500-800 psi)). Al menos un elemento de RO 150 recibe la corriente de extracción de alta presión 126 y dispensa el concentrado de RO 154 (por ejemplo, una corriente de rechazo de RO) y el permeado de RO 156. El concentrado de RO 154 puede ser una mezcla de agua y soluto/s impermeable/s, tal/es como glicerol. Al menos parte del/de los soluto/s permeable/s, tal/es como etanol, puede estar presente en el concentrado de RO 154. El permeado de RO 156 puede ser una mezcla de agua y soluto permeable (por ejemplo, etanol). El aparato de destilación 140 recibe el permeado de RO 156 y produce un destilado de etanol en la corriente de destilado 142 y también produce un permeado de etanol reducido en el permeado de extracción 144. La corriente de destilado de etanol 142 se puede conectar al concentrado de RO 154 para reformar la corriente de extracción 122. En algunos ejemplos, se puede usar la destilación del permeado de RO 156. En otros ejemplos, se puede usar la destilación de la corriente de extracción diluida 126 para producir una solución de extracción diluida con contenido de alcohol reducido, seguido de RO para concentrar el/los soluto/s permeable/s e impermeable/s adicional/es. Por consiguiente, en algunas realizaciones, el aparato de destilación 140 se puede disponer "aguas arriba" del elemento de RO 150.

30 En algunas realizaciones, se pueden usar múltiples elementos de RO para proporcionar una regeneración por etapas de una solución de extracción. La FIG. 7 es un diagrama de bloques de un sistema de FO 700 para la desecación de una solución alcohólica. El sistema 700 incluye uno o más componentes configurados para la recuperación de la solución de extracción mediante RO de bajo rechazo, ósmosis inversa y destilación. El sistema incluye la fuente de corriente de alimentación 114 configurada para administrar la corriente de alimentación 112 al elemento de FO 110. El elemento de FO incluye el primer lado 115, el segundo lado 125 y la membrana de FO 130 en el mismo. La corriente de alimentación 112 se concentra en el elemento de FO para producir la corriente de alimentación concentrada 116, tal como se desvela en el presente documento. El sistema 700 incluye la fuente de corriente de extracción 124 configurada para proporcionar la corriente de extracción 122 en el elemento de FO 110. A medida que la corriente de extracción 122 se desplaza a través del elemento de FO 110, la corriente de extracción 122 se diluye para formar la corriente de extracción diluida 126. La corriente de extracción diluida 126 se dirige a través de una pluralidad de aparatos de regeneración de corriente de extracción mediante uno o más componentes de extracción aguas abajo 40 128.

La corriente de extracción diluida 126 se dirige inicialmente a un primer elemento de RO 150a, donde se forma un primer concentrado de RO 154a. El primer elemento de RO 150a se puede configurar como elemento de RO de bajo rechazo, es decir, como elemento de RO que tiene una membrana de RO de bajo rechazo que tiene un flujo relativamente alto y una tasa de rechazo baja (por ejemplo, con respecto a un elemento de RO convencional con un rechazo de soluto impermeable mayor al 99 %). Por ejemplo, una membrana de RO de bajo rechazo 136a puede tener una tasa de rechazo del 50 % de solutos impermeables y puede promover un flujo a través de la misma de al menos el 50 % más alto que una membrana de RO convencional 136b a una presión hidrostática dada. La tasa de rechazo 50 baja del elemento de RO de bajo rechazo puede permitir la concentración de las soluciones con concentraciones de especies de solutos impermeables a presiones osmóticas que excedan el límite hidrostático (por ejemplo, 6.894,8 kPa (1.000 psi)), permitiendo que las especies de solutos impermeables atraviesen la membrana, reduciendo de ese modo la diferencia de concentración a través de la membrana. En algunas realizaciones, las membranas de RO de rechazo bajo 136a y los elementos que tienen las mismas pueden tener una tasa de rechazo de soluto entre aproximadamente el 20 y aproximadamente el 80 por ciento, tal como de aproximadamente el 30 a aproximadamente el 70 por ciento, o de aproximadamente el 40 a aproximadamente el 60 por ciento. El primer concentrado de RO 154a puede tener una concentración de uno o más componentes de la corriente de extracción 122 más alta que la corriente de extracción diluida 126. Por ejemplo, el primer concentrado de RO 154a puede incluir una mezcla de alcohol y agua que tenga una concentración de alcohol y/u otros solutos más alta que la corriente de extracción diluida 126. El concentrado de RO 154a se dirige de vuelta (por ejemplo, se recicla) a la fuente de corriente de extracción 124, tal como mediante uno o más conductos, válvulas o bombas. El primer elemento de RO 150a produce un primer permeado de RO 156a que es, principalmente, una mezcla de agua, soluto impermeable y alcohol. La concentración de soluto/s impermeable/s en el primer permeado de RO 156a es más baja que en la corriente de extracción diluida 126. El primer permeado de RO 156a se puede dirigir a un segundo elemento de RO 150b mediante uno o más componentes de extracción aguas abajo 128b (por ejemplo, una bomba presurizada).

El segundo elemento de RO 150b se puede configurar como elemento de RO convencional, es decir, como elemento de RO que incluye la membrana de RO 136b que tiene un flujo más bajo y una tasa de rechazo más alta que la membrana de RO de bajo rechazo 136a. A medida que el primer permeado de RO 156a se desplaza a través del segundo elemento de RO 150b, se producen un segundo concentrado de RO 154b y un segundo permeado de RO 156b. El segundo concentrado de RO 154b puede incluir, principalmente, uno o más solutos impermeables concentrados (por ejemplo, sales disueltas, glucosa, fructosa, al menos algo de alcohol, etc.) y agua, mientras que el segundo permeado de RO 156b puede incluir, principalmente, una mezcla de alcohol y agua. El segundo concentrado de RO 154b se dirige de vuelta a la fuente de corriente de extracción 124 mediante uno o más conductos, bombas, válvulas, etc. El segundo permeado de RO 156b se dirige al aparato de destilación 140. El aparato de destilación 140 puede recibir el segundo permeado de RO 156b y destilar el mismo para producir la corriente de destilado 142 y el permeado de extracción 144 (por ejemplo, los fondos inmóviles de permeado de RO). La corriente de destilado 142 puede incluir, principalmente, alcohol (por ejemplo, alcohol concentrado) y el permeado de extracción 144 puede incluir agua y alcohol, tal como en una solución de etanol altamente diluida. La corriente de destilado 142 se puede dirigir a la fuente de corriente de extracción 124. El aparato de destilación 140 se puede conectar a la fuente de corriente de extracción 124 mediante uno o más conductos. Al menos parte de la corriente de destilado 142 se puede combinar con uno o más de al menos parte del primer concentrado de RO 154a o al menos parte del segundo concentrado de RO 154b para reconstituir (por ejemplo, regenerar) la solución de extracción o la corriente de extracción 122.

En algunos ejemplos, una solución de alimentación de bebida alcohólica se puede presurizar mediante una bomba para formar la corriente de alimentación de baja presión 112 (por ejemplo, el 5 % de ABW a 0,76 l/s (12 gpm)). El elemento de FO 110 (o agrupación de elementos) puede recibir la corriente de alimentación de baja presión 112 y dispensar la corriente de alimentación concentrada 116 (por ejemplo, el 30 % de ABW a 0,13 l/s (2 gpm)). La solución de extracción (por ejemplo, el 30 % de ABW a 0,13 l/s (2 gpm)) se puede presurizar mediante una bomba (por ejemplo, la fuente de corriente de extracción 124) para formar la corriente de extracción de baja presión 122. La solución de extracción puede ser una mezcla de agua, solutos permeables, tales como etanol, y soluto/s impermeable/s, tal/es como glicerol. La solución de extracción se puede componer para que tenga una concentración de uno o más componentes de la solución de alimentación de bebida alcohólica más alta para hacer que la solución de alimentación retenga al menos parcialmente el uno o más componentes en la misma. El elemento de FO 110 puede recibir la corriente de extracción de baja presión 122 y dispensar la corriente de extracción diluida 126 (por ejemplo, el 5 % de ABW a 0,76 l/s (12 gpm)). La corriente de extracción diluida 126 se puede dispersar a través de una bomba (por ejemplo, el componente de extracción aguas abajo 128a) para producir la corriente de extracción diluida de alta presión 126 (por ejemplo, aproximadamente 5.515,8 kPa (800 psi)). El primer elemento de RO (de bajo rechazo) 150a recibe la corriente de extracción diluida de alta presión 126 y dispensa una mezcla de agua y soluto/s impermeable/s (el primer concentrado de RO 154a) a una concentración más alta que en la corriente de extracción diluida 126 y puede incluir un alcohol (por ejemplo, etanol) a una concentración similar (por ejemplo, dentro de aproximadamente el 5 % de ABW) a la corriente de extracción diluida 126. El primer elemento de RO (de bajo rechazo) 150a también puede dispensar una mezcla de agua, soluto/s impermeable/s y etanol (por ejemplo, el primer permeado de RO 156a); estando el/los soluto/s impermeable/s presente/s a una concentración más baja que en la corriente de extracción diluida 126. El primer elemento de RO (de bajo rechazo) 150a puede producir etanol a una concentración similar a la corriente de extracción diluida 126 en el primer permeado de RO. En algunos ejemplos, la concentración de etanol puede ser similar (por ejemplo, menor de aproximadamente el 5 % de ABW, tal como de aproximadamente el 1 % de ABW) en la corriente de alimentación, la corriente de concentrado de RO y la corriente de permeado de RO del primer elemento de RO (de bajo rechazo). En algunos ejemplos, un rechazo negativo (por ejemplo, una permeación de etanol aumentada) puede cambiar la concentración en la corriente de concentrado de RO y la corriente de permeado de RO en hasta el 5 % de ABW, cada una.

El primer permeado de RO 156a se dirige a través de una bomba (por ejemplo, el componente de extracción aguas abajo 128b) para producir el permeado de RO de alta presión 156a. El segundo elemento de RO 150b recibe el permeado de RO de alta presión 156a y produce el segundo concentrado de RO 154b y el segundo permeado de RO 156b. El segundo concentrado de RO 154b es, principalmente, soluto/s impermeable/s concentrado/s, soluto/s permeable/s (por ejemplo, etanol) y agua. El segundo permeado de RO 156b es, principalmente, una mezcla de soluto/s permeable/s en disolvente (por ejemplo, etanol en agua). La corriente del segundo permeado de RO se dirige a una columna de destilación (por ejemplo, el aparato de destilación 140). La columna de destilación produce etanol concentrado (por ejemplo, el destilado 142) y una corriente de etanol muy diluida (por ejemplo, el permeado de extracción 144). El destilado 142 se puede conectar para combinarse con el segundo concentrado de RO 154b para formar una corriente de extracción previa que comprenda tanto el destilado 142 como el concentrado de RO 154b. La corriente de extracción previa se puede conectar para combinarse con y el primer concentrado de RO 154a para formar la corriente de extracción 122.

En algunas realizaciones, la solución de extracción se puede recuperar usando una pluralidad de elementos de RO. Por ejemplo, la solución de extracción o la corriente de extracción 122 se puede recuperar mediante una primera fase de RO y una segunda fase de RO. Los elementos de RO en la primera y segunda fases (de recuperación) pueden ser iguales o pueden ser diferentes, lo que proporciona diferentes niveles de rechazo de solutos. En un ejemplo, un sistema de FO puede incluir un elemento de RO de agua dura en la primera fase y un elemento de RO de agua marina en la segunda fase. En algunas realizaciones, un sistema de FO puede incluir un elemento de RO de bajo rechazo junto con (por ejemplo, antes de) el primer y segundo elementos de RO.

La FIG. 8 es un diagrama de bloques de un sistema de FO 800 para la desecación de una solución alcohólica y configurado para la recuperación de una solución de extracción mediante múltiples operaciones de ósmosis inversa. El sistema de FO 800 para la desecación de una solución alcohólica se configura para la recuperación de una solución de extracción mediante el elemento de RO de bajo rechazo 150a, el primer elemento de RO inversa 150b y un segundo elemento de RO 150c. El sistema 800 incluye la fuente de corriente de alimentación 114 configurada para administrar la corriente de alimentación 112 al elemento de FO 110. El elemento de FO incluye el primer lado 115, el segundo lado 125 y la membrana de FO 130 que separa el primer lado 115 del segundo lado 125. La corriente de alimentación 112 se concentra en el elemento de FO para producir la corriente de alimentación concentrada 116, tal como se desvela en el presente documento. El sistema 800 incluye la fuente de corriente de extracción 124 configurada para proporcionar la corriente de extracción 122 en el elemento de FO 110. A medida que la corriente de extracción 122 se desplaza a través del elemento de FO 110, la corriente de extracción 122 se diluye para formar la corriente de extracción diluida 126. La corriente de extracción diluida 126 se dirige a través de una pluralidad de aparatos de regeneración de corriente de extracción mediante uno o más componentes de extracción aguas abajo 128.

La corriente de extracción diluida se dirige a través del elemento de RO de bajo rechazo 150a. La corriente de extracción diluida 126 se procesa en el elemento de RO de bajo rechazo 150a para producir el primer concentrado de RO 154a que tiene una concentración de solutos impermeables más alta que la corriente de extracción diluida 126; y para producir el primer permeado de RO 156a. El primer concentrado de RO 154a incluye agua, soluto/s impermeable/s y al menos algunos solutos permeables (por ejemplo, alcohol). En algunas realizaciones, la concentración de alcohol en el primer permeado de RO 156a puede ser similar a la concentración de alcohol en la corriente de extracción diluida 126 y el primer concentrado de RO 154a. En algunas realizaciones, la concentración de solutos impermeables puede ser más alta en el primer concentrado de RO 154a que en la corriente de extracción diluida 126. El primer permeado de RO 156a puede incluir agua, al menos algo de alcohol y al menos algunos solutos impermeables. El primer permeado de RO 156a puede tener una concentración de alcohol y/o soluto/s impermeable/s más baja que la corriente de extracción diluida 126. El primer concentrado de RO 154a se dirige de vuelta a la fuente de corriente de extracción 124 y el primer permeado de RO se dirige al segundo elemento de RO 150b mediante el uno o más componentes de extracción aguas abajo 128b (por ejemplo, uno o más conductos y una bomba).

El primer permeado de RO 156a se procesa en el primer elemento de RO 150b mediante RO para producir el segundo concentrado de RO 154b y el segundo permeado de RO 156b. El segundo concentrado de RO 154b puede tener una concentración de solutos impermeables más alta que el primer permeado de RO 156a. El segundo concentrado de RO se dirige a la fuente de corriente de extracción 124 mediante uno o más conductos, válvulas, bombas, etc. El segundo permeado de RO 156b incluye, principalmente, agua, al menos algo de alcohol y al menos algunos solutos impermeables. El segundo permeado de RO 156b puede tener una concentración de alcohol y soluto/s impermeable/s más baja que el primer permeado de RO 156a. El segundo permeado de RO 156b se dirige al segundo elemento de RO 150c mediante uno o más componentes de extracción aguas abajo 128c (por ejemplo, uno o más conductos, bombas, válvulas, etc.)

El segundo permeado de RO 156b se procesa en el segundo elemento de RO 150c mediante RO para producir un tercer concentrado de RO 154c y un tercer permeado de RO 156c. El tercer concentrado de RO 154c puede tener una concentración de alcohol y/o solutos impermeables más alta que el segundo permeado de RO 156b. En algunas realizaciones, el tercer concentrado de RO 154c incluye uno o más solutos permeables concentrados, tales como alcohol (por ejemplo, etanol). El tercer concentrado de RO 154c se dirige a la fuente de corriente de extracción 124 mediante uno o más conductos, válvulas, bombas, etc. El tercer permeado de RO 156c incluye, principalmente, uno o más de agua, al menos algo de alcohol o al menos algunos solutos impermeables. El tercer permeado de RO 156c puede tener una concentración de alcohol (y otros solutos permeables) y soluto/s impermeable/s más baja que el segundo permeado de RO 156b. En algunas realizaciones, el tercer permeado de RO 156c puede incluir agua sustancialmente pura. El tercer permeado de RO 156c se dirige hacia fuera del sistema 800 o se puede procesar adicionalmente mediante componentes aguas abajo adicionales (no mostrados), incluyendo conductos, bombas, compresores, aparatos de destilación, elementos de RO, etc.

El tercer concentrado de RO 154c se puede combinar con el segundo concentrado de RO 154b en un punto intermedio entre la fuente de corriente de extracción 124 y el primer y segundo elementos de RO 150b y 150c. El segundo y tercer concentrados de RO 154b y 154c combinados se pueden combinar con el primer concentrado de RO 154a para reformar la corriente de extracción 122 (por ejemplo, formar una reconstituida o regenerada). El segundo y tercer concentrados de RO 154b y 154c combinados se pueden combinar con el primer concentrado de RO 154a en un punto intermedio entre la fuente de corriente de extracción 124 y el elemento de RO de bajo rechazo 150a.

En algunas realizaciones, el orden de cualquiera de los elementos de RO puede variar. Por ejemplo, la corriente de extracción diluida 126 se puede concentrar mediante un primer elemento de RO, seguido de un elemento de RO de bajo rechazo y el segundo elemento de RO. En algunos ejemplos, la RO de bajo rechazo y la ósmosis inversa se pueden organizar en cualquier orden. En algunas realizaciones, los sistemas en el presente documento se pueden disponer para recuperar uno o más solutos impermeables o permeables específicos antes de la recuperación de uno o más solutos permeables o impermeables adicionales. Por ejemplo, se pueden disponer aparatos de regeneración para recuperar el glicerol de una corriente de extracción diluida antes de la recuperación de etanol de la misma.

En algunos ejemplos, una solución de alimentación de bebida alcohólica (por ejemplo, cerveza) se puede presurizar mediante una bomba para formar la corriente de alimentación de baja presión 112 (por ejemplo, aproximadamente el 5 % de ABW a 0,76 l/s (12 gpm)). El elemento de FO 110 recibe la corriente de alimentación de baja presión 112 y dispensa la corriente de alimentación concentrada 116 (por ejemplo, el 30 % de ABW a 0,13 l/s (2 gpm)). La solución de extracción (por ejemplo, el 30 % de ABW) se puede presurizar mediante una bomba formando la corriente de extracción de baja presión 122. La solución de extracción puede ser una mezcla de agua, etanol y soluto/s impermeable/s. El elemento de FO 110 puede recibir la corriente de extracción de baja presión 122 y dispensar la corriente de extracción diluida 126. Una bomba puede recibir la corriente de extracción diluida 126 y producir la corriente de extracción diluida de alta presión 126 (por ejemplo, de aproximadamente 3.447,4 a aproximadamente 6.894,8 kPa (de aproximadamente 500 a aproximadamente 1.000 psi)). El elemento de RO de bajo rechazo 150a recibe la corriente de extracción de alta presión 126 y dispensa el primer concentrado de RO 154a que incluye, principalmente, soluto/s impermeable/s a una concentración más alta que en la corriente de extracción diluida 126, al menos algo de agua y puede incluir al menos algo de etanol. El elemento de RO de bajo rechazo 150a también dispensa el primer permeado de RO 156a que incluye, principalmente, agua, etanol y soluto/s impermeable/s que tiene/tienen una concentración más baja que la concentración de soluto/s impermeable/s en la corriente de extracción diluida 126 y el concentrado de RO 154a.

El primer permeado de RO se puede dispersar a través de una bomba para producir una presión alta en el primer permeado de RO 156a. El primer elemento de RO 150b (tal como se diferencia del elemento de RO de bajo rechazo) recibe el primer permeado de RO de alta presión 156b y produce el segundo concentrado de RO 154b y el segundo permeado de RO 156b. El segundo concentrado de RO 154b puede incluir al menos algo de agua, soluto/s impermeable/s a una concentración más alta que en el primer permeado de RO 156a y al menos algo de etanol. El segundo permeado de RO 156b puede incluir una mezcla de alcohol (por ejemplo, etanol) en agua a una concentración más baja que el primer permeado de RO 156a.

El segundo permeado de RO 156b se puede dispersar a través de una bomba para producir una presión alta (por ejemplo, 5.515,8 kPa (800 psi)) en el segundo permeado de RO 156b. El segundo elemento de RO 150c se configura para recibir el segundo permeado de RO de alta presión 156b y producir el tercer permeado de RO 156c y el tercer concentrado de RO 154c. El tercer permeado de RO 156c puede incluir etanol altamente diluido en agua. El tercer concentrado de RO 154c puede incluir etanol concentrado (y/o solutos impermeables) en agua a una concentración más alta que en el segundo permeado de RO 156b. El tercer concentrado de RO 154c se puede conectar para combinarse con el segundo concentrado de RO 154b para formar una corriente de extracción previa. La corriente de extracción previa se puede conectar para combinarse con el primer concentrado de RO 154a para reformar la corriente de extracción 122. Se pueden añadir fases de RO adicionales para aumentar la recuperación de etanol total (otro soluto permeable o soluto impermeable), según sea necesario.

En algunas realizaciones, uno o más solutos permeables y uno o más solutos sustancialmente impermeables se pueden recuperar o regenerar a partir de una solución de extracción diluida por separado (por ejemplo, un soluto permeable recuperado predominante es una especie específica) en un sistema. Por ejemplo, un primer soluto permeable se puede recuperar en un primer aparato de recuperación (o una agrupación de los mismos) y al menos un segundo soluto impermeable se puede recuperar mediante al menos un segundo aparato de recuperación (o una agrupación de los mismos). Después de recuperar por separado los solutos permeables, al menos algo del primer y segundo solutos se puede mezclar con o recombinar para formar una solución de extracción recuperada/regenerada.

La FIG. 9 es un diagrama de bloques de un sistema de FO 900 para la desecación de una solución y la recuperación de una solución de extracción mediante múltiples operaciones de ósmosis inversa. El sistema 900 incluye una primera agrupación de elementos de RO dispuesta para recuperar un primer soluto impermeable (por ejemplo, glicerol) a partir de una solución de extracción diluida y una segunda agrupación de elementos de RO dispuesta para recuperar un primer soluto permeable (por ejemplo, etanol) a partir de la solución de extracción diluida. Las agrupaciones de elementos de RO se pueden disponer en paralelo, en serie o cualquier combinación de los mismos.

El sistema 900 incluye el elemento de FO 110, tal como se desvela en el presente documento. La corriente de alimentación 112 y la corriente de extracción 122 se alimentan al elemento de FO 110, tal como en la operación a contracorriente, tal como se muestra. La corriente de extracción 122 incluye una concentración de uno o más solutos permeables más alta que la corriente de alimentación 112 y/o la corriente de alimentación concentrada 116 y puede incluir solutos impermeables adicionales (tales como en soluciones donde la suma de los solutos permeables e impermeables colectivamente proporciona una mayor presión osmótica en la corriente de extracción que el/los solutos en la corriente de alimentación). El elemento de FO 110 emite la corriente de alimentación concentrada 116 que tiene una concentración de uno o más solutos permeables (por ejemplo, etanol) más alta que la corriente de alimentación 112. El elemento de FO 110 también emite la corriente de extracción diluida 126 que tiene una concentración de al menos una especie del uno o más solutos permeables (por ejemplo, etanol) y del uno o más solutos impermeables (por ejemplo, glicerol) más baja que la corriente de extracción 122 debido a que al menos algo de disolvente (por ejemplo, agua) atraviesa la membrana de FO. Las cantidades totales de solutos permeables y solutos impermeables en la corriente de extracción pueden permanecer esencialmente estáticas (ignorando algunas cantidades insignificantes de pérdida o ganancia), al tiempo que la/s concentración/concentraciones de cada uno se

reduce/reducen debido a la dilución mediante el disolvente (agua) que atraviesa la membrana de FO. La corriente de extracción diluida 126 se puede dirigir a uno o más aparatos de regeneración de solución de extracción, cada uno configurado para regenerar (por ejemplo, concentrar o recuperar) al menos un soluto de extracción de la corriente de extracción diluida 126. El uno o más aparatos de regeneración de solución de extracción pueden incluir cualquiera de los elementos de RO, aparatos de destilación u otros aparatos de regeneración desvelados en el presente documento.

El uno o más aparatos de regeneración de solución de extracción pueden incluir la primera pluralidad de elementos de RO 150a-150c y al menos una segunda pluralidad de elementos de RO 150d-150h. La primera pluralidad de elementos de RO puede separar, principalmente, un primer soluto (por ejemplo, soluto impermeable), tal como glicerol, de la corriente de extracción diluida 126 (por ejemplo, aislar selectivamente una o más especies principales, al tiempo que se aíslan adicionalmente cantidades menores de especies adicionales) y la al menos una segunda pluralidad de elementos de RO 150d-150h puede separar, principalmente, al menos un segundo soluto (por ejemplo, soluto permeable), tal como etanol, de la corriente de extracción diluida 126. A medida que la solución de extracción diluida (a regenerar) se hace pasar a través de la agrupación (por ejemplo, serie) de elementos de RO, uno o más solutos en la misma se pueden concentrar de manera constante hasta lograr una concentración deseada.

En algunos ejemplos, el primer elemento de RO 150a se puede acoplar de manera fluida al elemento de FO 110. El primer elemento de RO 150a puede recibir la corriente de extracción diluida 126 y emitir el concentrado de RO 154a y el permeado de RO 156a (por ejemplo, en corrientes o lotes). El primer concentrado de RO 154a puede incluir una mezcla de al menos un primer soluto impermeable (por ejemplo, una pluralidad de solutos impermeables) y un primer soluto permeable y agua que tenga una concentración de al menos el primer soluto impermeable y/u otros solutos impermeables más alta que la corriente de extracción diluida 126. La concentración del primer soluto impermeable en el primer permeado de RO 156a puede ser más baja que en la corriente de extracción diluida 126 y/o el primer concentrado de RO 154a. El primer concentrado de RO 154a se puede dirigir al segundo elemento de RO 150b y el primer permeado de RO se puede dirigir al tercer elemento de RO 150c.

El segundo elemento de RO 150b se acopla de manera fluida al primer elemento de RO 150a. El primer concentrado de RO 154a se recibe mediante el segundo elemento de RO 150b y se separa al menos parcialmente (por ejemplo, se filtra) en el mismo. El segundo elemento de RO 150b emite el segundo concentrado de RO 154b y el segundo permeado de RO 156b. El segundo concentrado de RO 154b puede incluir una mezcla de al menos el primer soluto impermeable (por ejemplo, una pluralidad de solutos impermeables) y el primer soluto permeable (por ejemplo, alcohol) y agua que tenga una concentración de al menos el primer soluto impermeable y/u otros solutos impermeables y alcohol más alta que la corriente de extracción diluida 126 y el primer concentrado de RO 154a. La concentración del primer soluto impermeable en el segundo permeado de RO 156b puede ser más baja que en uno o más de la corriente de extracción diluida 126, el primer concentrado de RO 154a y/o el segundo concentrado de RO 154b. El segundo concentrado de RO 154b puede incluir una cantidad del primer soluto impermeable (por ejemplo, glicerol) mayor que cualquiera de los otros concentrados de RO en el sistema 900. El segundo concentrado de RO 154b se puede dirigir de vuelta al elemento de FO 110 (o un aparato aguas abajo intermedio entre el segundo elemento de RO 150b y el elemento de FO 110) y el segundo permeado de RO se puede dirigir de vuelta al primer elemento de RO 150a (por ejemplo, reciclarse a través del mismo). El segundo concentrado de RO 154b se puede combinar con una o más soluciones adicionales (por ejemplo, corrientes de concentrado adicionales) en un punto C intermedio al elemento de FO 110.

En algunos ejemplos del sistema 900, el segundo elemento de RO 150b puede ser una membrana de RO de bajo rechazo, que se puede operar a una presión osmótica más alta que una membrana de RO convencional (por ejemplo, una membrana que es menos permeable, que tiene tasas de rechazo más altas que las membranas de RO de bajo rechazo). La membrana de RO de bajo rechazo se puede operar a una presión alta que puede concentrar el uno o más solutos impermeables (por ejemplo, glicerol) en la solución en la misma a una tasa más alta que en un sistema de RO convencional. En algunos ejemplos, el segundo elemento de RO 150b puede incluir una pluralidad de elementos de RO (por ejemplo, una agrupación de elementos de RO dispuestos en serie y/o en paralelo) y el concentrado de RO 154a se puede ciclar a través de cada uno de la pluralidad de elementos de RO concentrando progresivamente al menos el primer soluto impermeable en el mismo tras cada operación sucesiva de RO. En tales ejemplos, la pluralidad de elementos de RO en la posición del segundo elemento de RO 150b puede incluir al menos 2 elementos de RO, tal como de 20 a 100, de 2 a 50, de 5 a 40, de 10 a 30, de 2 a 20, de 15 a 25, de 30 a 50, de 2 a 10, de 3 a 8, de 2 a 5, de 3 a 6 o de 5 a 10, más de 10, más de 20, más de 30, menos de 50, menos de 40, menos de 30, menos de 20 o menos de 10 elementos de RO.

En algunos ejemplos, el sistema 900 incluye el tercer elemento de RO 150c adicional para retirar adicionalmente al menos el primer soluto impermeable de la corriente de extracción diluida (tal como se halla después de al menos dos operaciones de RO). En tales ejemplos, el tercer elemento de RO 150c puede garantizar que al menos una parte importante de uno o más solutos impermeables o permeables no deseables (por ejemplo, las especies de solutos impermeables o permeables que interfieren con la regeneración o recuperación adicional de otros solutos) se aisle o recupere de la solución de proceso (por ejemplo, la solución que se procesa para la recuperación de solutos diferentes adicionales), de tal manera que la regeneración/recuperación adicional de la solución de extracción avance sin interferencia con la misma. El tercer elemento de RO 150c se acopla de manera fluida al segundo elemento de RO 150b y recibe el segundo permeado de RO 156b que se separa al menos parcialmente en el mismo. El tercer elemento

de RO 150c emite el tercer concentrado de RO 154c y el tercer permeado de RO 156c. El tercer concentrado de RO 154c puede incluir una mezcla de al menos el primer soluto impermeable (por ejemplo, una pluralidad de solutos impermeables) y agua que tenga una concentración de al menos el primer soluto impermeable (por ejemplo, glicerol) y/o los solutos permeables más alta que la corriente de extracción diluida 126, la corriente de extracción diluida 126 o el primer permeado de RO 156a. En algunas realizaciones, el tercer concentrado de RO 154c puede incluir una mezcla de al menos el primer soluto permeable y agua que tenga una concentración similar a la corriente de extracción diluida 126 y el segundo permeado de RO 156b. El tercer elemento de RO 150c y su operación pueden garantizar esencialmente que no esté presente esencialmente ningún soluto impermeable no deseable cuando el tercer permeado de RO 156c se someta adicionalmente a la recuperación de al menos un primer soluto permeable (por ejemplo, etanol). El tercer concentrado de RO 154c se puede dirigir de vuelta al primer elemento de RO 150a para una recuperación de soluto adicional en el mismo (por ejemplo, reciclarse a través del mismo). El tercer concentrado de RO 154c se puede combinar con la corriente de extracción diluida 126 en un punto A (por ejemplo, uno o más de una válvula, una canalización, un tanque, etc.) y la corriente de extracción diluida combinada 126 y el tercer concentrado de RO 154c se pueden combinar adicionalmente con el segundo permeado de RO 156b en un punto B (por ejemplo, uno o más de una válvula, una canalización, un tanque, etc.) antes de entrar en el primer elemento de RO 150a.

La concentración del primer soluto impermeable en el tercer permeado de RO 156c puede ser más baja que en uno o más de la corriente de extracción diluida 126, el primer concentrado de RO 154a y/o el segundo concentrado de RO 154b, tal como cantidades insignificantes del primer soluto impermeable (por ejemplo, cantidades que no interfieren con operaciones de recuperación/regeneración adicionales). Por ejemplo, el tercer permeado de RO 156c puede incluir menos de aproximadamente el 2 % en peso del primer soluto impermeable, tal como de aproximadamente el 0,1 % en peso a aproximadamente el 2 % en peso, o de más del 0 % en peso a aproximadamente el 1 % en peso del primer soluto impermeable. La concentración de al menos el primer soluto permeable (por ejemplo, etanol) puede ser sustancialmente constante en todos los elementos de RO 150a-150c. En algunos ejemplos, la concentración de uno o más solutos permeables (por ejemplo, etanol) puede permanecer constante, tal como variando en menos del 5 % en peso entre cada elemento u operación de RO, tal como en menos de aproximadamente el 3 % en peso, menos de aproximadamente el 2 % en peso, o de aproximadamente el 1 % en peso a aproximadamente el 3 % en peso entre al menos dos de los elementos de RO 150a-150c.

El tercer permeado de RO 156c se puede dirigir a través de un segundo conjunto de aparatos de regeneración de corriente de extracción. Cada uno del segundo conjunto de aparatos de regeneración de corriente de extracción puede recuperar (por ejemplo, concentrar) al menos el primer soluto permeable (por ejemplo, etanol) a partir del mismo (por ejemplo, regenerar al menos una parte de la solución de extracción). Por ejemplo, el tercer permeado de RO 156c se puede dirigir a un cuarto elemento de RO 150d, donde se recuperan uno o más solutos permeables. El cuarto elemento de RO 150d se puede acoplar de manera fluida al tercer elemento de RO 150c.

El cuarto elemento de RO 150d emite un cuarto concentrado de RO 154d y un cuarto permeado de RO 156d. El cuarto concentrado de RO 154d puede incluir una mezcla de al menos el primer soluto permeable (por ejemplo, una pluralidad de solutos permeables que también puede incluir cantidades residuales del/de los soluto/s impermeable/s) y agua que tenga una concentración de al menos el primer soluto permeable y/u otros solutos permeables más alta que la corriente de extracción diluida 126 y el tercer permeado de RO 156c. La concentración del primer soluto permeable (por ejemplo, etanol) en el cuarto permeado de RO 156d puede ser más baja que en el cuarto concentrado de RO 154d o el tercer permeado de RO 156c. La falta sustancial del primer soluto impermeable (por ejemplo, glicerol) en el tercer permeado de RO 156c puede permitir un proceso de recuperación más directo de al menos el primer soluto permeable (por ejemplo, las interacciones químicas no deseables entre el primer soluto permeable y la membrana de RO y/o los componentes químicos, si las soluciones de alimentación y extracción están ausentes). El cuarto concentrado de RO 154d puede incluir una mayor cantidad de al menos el primer soluto permeable que el tercer permeado de RO 156c. El cuarto concentrado de RO 154d se puede dirigir a un quinto elemento de RO 150e y el cuarto permeado de RO 156d se puede dirigir a un séptimo elemento de RO 150g.

El quinto elemento de RO 150e se puede acoplar de manera fluida al cuarto elemento de RO 150d y puede recibir el concentrado de RO 154d y separar al menos parcialmente (por ejemplo, filtrar) al menos algunos de los componentes en el mismo. El quinto elemento de RO 150e emite un quinto concentrado de RO 154e y un quinto permeado de RO 156e. El quinto concentrado de RO 154e puede incluir una mezcla de al menos el primer soluto permeable (por ejemplo, una pluralidad de solutos permeables que puede incluir cantidades residuales del primer soluto impermeable) y agua que tenga una concentración de al menos el primer soluto permeable y/u otros solutos permeables más alta que la corriente de extracción diluida 126, el cuarto concentrado de RO 154d y el cuarto permeado de RO 156d. La concentración del primer soluto permeable (por ejemplo, etanol) en el quinto permeado de RO 156e puede ser más baja que en el quinto concentrado de RO 154e o el cuarto concentrado de RO 154d. El quinto concentrado de RO 154e se puede dirigir a un sexto elemento de RO 150f y el quinto permeado de RO 156e se puede dirigir de vuelta al cuarto elemento de RO 150d.

En algunos ejemplos, el quinto elemento de RO 150e puede incluir una pluralidad de elementos de RO (por ejemplo, al menos dos elementos de RO dispuestos en paralelo y/o en serie) para concentrar progresivamente al menos el primer soluto permeable (por ejemplo, etanol) hasta una concentración deseada antes de alcanzar el sexto elemento

ES 2 796 605 T3

de RO 150f. En tales ejemplos, la pluralidad de elementos de RO en la posición del quinto elemento de RO 150d puede incluir al menos 2 elementos de RO, tal como de 2 a 100, de 2 a 50, de 5 a 40, de 10 a 30, de 2 a 20, de 15 a 35, de 20 a 40, de 30 a 50, de 35 a 45, de 2 a 10, de 3 a 8, de 2 a 5, de 3 a 6 o de 5 a 10, más de 10, más de 20, más de 30, menos de 50, menos de 40, menos de 30, menos de 20 o menos de 10 elementos de RO.

5 La salida del quinto elemento de RO 150e se acopla de manera fluida a al menos el sexto elemento de RO 150f y el cuarto elemento de RO 150d (por ejemplo, al menos el segundo lado del quinto elemento de RO 150e se acopla de manera fluida para alimentar el primer lado del cuarto elemento de RO 150d para reciclar el quinto permeado de RO 156e a través del cuarto elemento de RO 150d). El quinto permeado de RO 156e se puede combinar con al menos el
10 tercer permeado de RO 156c en un punto D antes del cuarto elemento de RO 150d.

El quinto concentrado de RO 154e se recibe y separa al menos parcialmente mediante el sexto elemento de RO 150f. El sexto elemento de RO 150f emite un sexto concentrado de RO 154f y un sexto permeado de RO 156f. El sexto
15 concentrado de RO 154f puede incluir una mezcla de al menos el primer soluto permeable (por ejemplo, una pluralidad de solutos permeables que puede incluir cantidades residuales del primer soluto impermeable) y agua que tenga una concentración de al menos el primer soluto permeable y/u otros solutos permeables más alta que la corriente de extracción diluida 126, el quinto concentrado de RO 154e, el quinto permeado de RO 156e y el sexto permeado de RO 156f. El sexto concentrado de RO 154f puede incluir una concentración de al menos el primer soluto permeable mayor que cualquier otro concentrado o permeado en el sistema 900. La concentración del primer soluto permeable
20 (por ejemplo, etanol) en el sexto permeado de RO 156f puede ser menor que en el sexto concentrado de RO 154f o el quinto concentrado de RO 154e. El sexto concentrado de RO 154f se puede dirigir de vuelta al elemento de FO 110 para reconstituir al menos parcialmente la corriente de extracción 122 y el sexto permeado de RO 156f se puede dirigir de vuelta al quinto elemento de RO 150e (por ejemplo, para operaciones de RO adicionales).

25 El sexto concentrado de RO 154f, que tiene la concentración más alta de al menos el primer soluto permeable (por ejemplo, etanol) en el sistema 900, se puede combinar con el tercer concentrado de RO 154c, que tiene la concentración más alta de al menos el primer soluto impermeable (por ejemplo, glicerol) en el sistema 900, en el punto C antes del elemento de FO 110. La combinación de los dos concentrados de RO 154c y 154f puede reconstituir al menos parcialmente (por ejemplo, regenerar) la corriente de extracción 122, de tal manera que la/s
30 concentración/concentraciones del/de los soluto/s (por ejemplo, solutos permeables e impermeables) en la misma sea cercana o idéntica a la/s concentración/concentraciones en la corriente de extracción 122 antes del tratamiento de FO.

El sexto permeado de RO 156f se dirige de vuelta al primer lado del quinto elemento de RO 150e, donde experimenta una o más operaciones de RO adicionales para retirar adicionalmente el primer soluto permeable del mismo. El sexto
35 permeado de RO 156f se puede combinar con el cuarto concentrado de RO 154d en un punto E antes del quinto elemento de RO 150e.

Volviendo a la corriente del cuarto permeado de RO 156d, la salida del segundo lado del cuarto elemento de RO 150d se acopla de manera fluida al primer lado del séptimo elemento de RO. El cuarto permeado de RO 156d entra en el
40 séptimo elemento de RO 150g, donde se separa uno o más componentes en el mismo. El séptimo elemento de RO 150g emite un séptimo concentrado de RO 154g y un séptimo permeado de RO 156g. El séptimo concentrado de RO 154g puede incluir una mezcla de al menos el primer soluto permeable y agua que tenga una concentración de al menos el primer soluto permeable y/u otros solutos permeables más alta que un octavo concentrado de RO 154h y un octavo permeado de RO 156h (y, en algunos ejemplos, puede ser sustancialmente igual (por ejemplo, dentro de
45 aproximadamente el 1-2 % de ABW) a la concentración en el cuarto permeado de RO 156d). La concentración del primer soluto permeable (por ejemplo, etanol) en el séptimo permeado de RO 156g puede ser más baja que la concentración en el cuarto permeado de RO 156d y/o el séptimo concentrado de RO 154g.

El séptimo concentrado de RO 154g se puede dirigir de vuelta al cuarto elemento de RO 150d para las operaciones
50 de RO adicionales y el séptimo permeado de RO 156g se puede dirigir a un octavo elemento de RO 150g. El séptimo concentrado de RO 154g se puede combinar con uno o más del tercer permeado de RO 156c y el quinto permeado de RO 156e en el punto D. El séptimo permeado de RO se dirige al octavo elemento de RO 150h.

En algunos ejemplos, el séptimo elemento de RO 150g puede incluir una pluralidad de elementos de RO (por ejemplo,
55 al menos dos elementos de RO dispuestos en serie y/o en paralelo) para concentrar progresivamente al menos el primer soluto permeable hasta una concentración deseada antes de reciclarse de vuelta al cuarto elemento de RO 150d. En tales ejemplos, la pluralidad de elementos de RO en la posición del séptimo elemento de RO 150g puede incluir al menos 2 elementos de RO, tal como de 2 a 100, de 2 a 50, de 5 a 40, de 10 a 30, de 2 a 10, de 3 a 8, de 2 a 5, de 3 a 6 o de 5 a 10, más de 10, más de 20, más de 30, menos de 50 o menos de 10 elementos de RO.

60 El séptimo concentrado de RO 154g se puede dirigir de vuelta al cuarto elemento de RO 150d para operaciones de RO adicionales y el séptimo permeado de RO 156g se puede dirigir al octavo elemento de RO 150g. El séptimo concentrado de RO 154g se puede combinar con uno o más del tercer permeado de RO 156c y el quinto permeado de RO 156e en el punto D. El séptimo permeado de RO se recibe en el octavo elemento de RO 150h, donde uno o
65 más componentes en el mismo se separan al menos parcialmente.

ES 2 796 605 T3

El octavo elemento de RO 150h emite el octavo concentrado de RO 154h y el octavo permeado de RO 156h. El octavo concentrado de RO 154h puede incluir una mezcla de al menos el primer soluto permeable y agua que tenga una concentración de al menos el primer soluto permeable y/u otros solutos permeables más alta que el octavo permeado de RO 156h. La concentración del primer soluto permeable (por ejemplo, etanol) en el octavo permeado de RO 156g puede ser más baja que la concentración en el séptimo permeado de RO 156g y/o el octavo concentrado de RO 154h. En los ejemplos, el octavo permeado de RO 156h puede incluir la concentración más baja de uno o ambos del primer soluto impermeable y al menos el primer soluto permeable en el sistema 900. Por ejemplo, el octavo permeado de RO puede estar libre (a excepción de cantidades residuales de menos de aproximadamente el 1 % en peso) de uno o más del primer soluto impermeable y al menos el primer soluto permeable. Por consiguiente, esencialmente todo el primer permeado de RO se retira del tercer permeado de RO 156c (derivado de la corriente de extracción diluida 126) que entra en el segundo conjunto de los aparatos de regeneración.

El octavo concentrado de RO 154h se puede dirigir de vuelta al séptimo elemento de RO 150g para una o más operaciones de RO adicionales. El octavo concentrado de RO 154h se puede combinar con el cuarto permeado de RO 156d en un punto F anterior al séptimo elemento de RO 150g. El octavo permeado de RO 156h se puede retirar del sistema 900, a medida que sale del octavo elemento de RO 150h. Por ejemplo, el octavo permeado de RO 156h se puede dirigir a un tanque, una tubería, un depósito de aguas residuales o aparatos de tratamiento de aguas adicionales, fuera del sistema 900.

Los puntos A, B, C, D, E, F pueden incluir uno o más de una o más canalizaciones, una o más válvulas, uno o más tanques, uno o más recipientes de mezclado y aparatos, una o más bombas u otro equipo configurado para mezclar, controlar el movimiento y/o contener un líquido en el mismo. Aunque los puntos A, B, C, D, E, F se describen como posiciones en el sistema 900, los puntos A, B, C, D, E, F pueden indicar una operación de combinación de las corrientes que convergen en los mismos.

Cualquiera de los elementos de RO en el sistema 900 puede incluir cualquiera de las membranas de RO desveladas en el presente documento, tales como una membrana de RO convencional o una membrana de RO de bajo rechazo. Por consiguiente, cualquiera de los elementos de RO en el sistema 900 se puede operar a cualquiera de las presiones desveladas en el presente documento. Las operaciones y los aparatos de regeneración desvelados anteriormente se pueden llevar a cabo en diferentes órdenes, tales como la recuperación de un primer soluto permeable antes de la recuperación de un primer soluto impermeable. En algunas realizaciones, un sistema puede incluir al menos un primer conjunto de aparatos de regeneración de extracción para recuperar un primer concentrado permeable (o concentrado impermeable) y un segundo conjunto de aparatos de regeneración de extracción para recuperar un segundo concentrado permeable (o concentrado impermeable). La recuperación de extracción de uno o más concentrados permeables o concentrados impermeables se puede llevar a cabo en cualquier orden usando las técnicas y los sistemas desvelados en el presente documento.

En algunos ejemplos, el sistema 900 puede desecar la corriente de alimentación 112 que tiene un volumen de aproximadamente 900 litros y un contenido de etanol de aproximadamente el 7 % de ABW. La corriente de alimentación se puede desecar en el elemento de FO 110 usando la corriente de extracción 122 que tiene un volumen de aproximadamente 685 litros, una concentración de etanol (por ejemplo, el primer soluto permeable) de aproximadamente el 27,4 % de ABW y una concentración de glicerol (por ejemplo, el primer soluto impermeable) de aproximadamente el 10 % en peso. La corriente de alimentación concentrada 116 resultante incluye un volumen de aproximadamente 335 litros y un contenido de etanol de aproximadamente el 18,8 % de ABW. La corriente de extracción diluida 126 resultante puede incluir un volumen de aproximadamente 1.250 litros, una concentración de glicerol de aproximadamente el 5,5 % en peso y una concentración de etanol de aproximadamente el 15 % en peso.

La corriente de extracción diluida 126 se combina con el tercer permeado de RO 156c y el segundo permeado de RO 156b antes del primer elemento de RO 150a. El flujo combinado en el primer elemento de RO 150a incluye un volumen de aproximadamente 2.145 litros que tiene una concentración de etanol de aproximadamente el 17 % de ABW y una concentración de glicerol de aproximadamente el 5 % en peso. El primer elemento de RO 150a emite el primer concentrado de RO 154a que tiene un volumen de aproximadamente 750 litros, una concentración de etanol de aproximadamente el 19 % de ABW y un contenido de glicerol de aproximadamente el 12 % en peso. El primer elemento de RO 150a emite el primer permeado de RO 156a que tiene un volumen de aproximadamente 1.395 litros, un contenido de etanol de aproximadamente el 16 % de ABW y un contenido de glicerol de aproximadamente el 2 % en peso. En algunos ejemplos, el primer elemento de RO 150a puede incluir una agrupación de elementos de RO, tal como al menos 2 elementos de RO, de aproximadamente 2 a aproximadamente 40 o de aproximadamente 2 a 5 elementos de RO.

El primer concentrado de RO 154a se dirige al segundo elemento de RO 150b, donde el concentrado se procesa adicionalmente y el primer permeado de RO 156a se dirige al tercer elemento de RO 150c para un procesamiento adicional. El segundo elemento de RO 150b se configura como elemento de RO de bajo rechazo (por ejemplo, operativamente a presiones altas, tales como aproximadamente 5.515,8 kPa (800 psi)). El segundo elemento de RO 150b emite el segundo concentrado de RO 154b que tiene un volumen de aproximadamente 345 litros, una concentración de etanol de aproximadamente el 19 % de ABW y una concentración de glicerol de aproximadamente el 19 % en peso. El segundo concentrado de RO 154b se dirige de vuelta al elemento de FO 110. El segundo elemento

de RO 150b emite el segundo permeado de RO 156b que tiene un volumen de aproximadamente 405 litros, una concentración de etanol de aproximadamente el 19 % de ABW y un contenido de glicerol de aproximadamente el 5 % en peso. El segundo permeado de RO 156b se dirige de vuelta al primer elemento de RO 150a, donde se combina con la corriente de extracción diluida 126 y el tercer concentrado de RO 154c para un procesamiento de RO adicional.

5 El primer permeado de RO 156a se recibe en el tercer elemento de RO 150c y se separa en el tercer concentrado de RO 154c y el tercer permeado de RO 156c. El tercer concentrado de RO 154c incluye un volumen de aproximadamente 905 litros, una concentración de etanol de aproximadamente el 19 % de ABW y una concentración de glicerol de aproximadamente el 4 % en peso. El tercer concentrado de RO se combina con la corriente de extracción 126 y el
10 segundo permeado de RO 156b en el punto A. El tercer permeado de RO incluye un volumen de aproximadamente 905 litros, una concentración de etanol de aproximadamente el 19 % de ABW y una concentración de glicerol de aproximadamente el 3 % en peso o menos (por ejemplo, menos de aproximadamente el 1 % en peso). En este punto del procesamiento, la mayor parte del glicerol se retira de la corriente de extracción diluida 126 (tal como se procesa a través de los elementos de RO 150a-150c), que se puede procesar adicionalmente mediante RO para recuperar
15 (por ejemplo, concentrar) el etanol en la misma.

El tercer permeado de RO 156c se combina con el séptimo concentrado de RO 154g y el quinto permeado de RO en el punto D antes de entrar en el cuarto elemento de RO 150d para formar una solución combinada. La solución combinada incluye un volumen de aproximadamente 3.110 litros y una concentración de etanol de aproximadamente el 14 % de ABW (con cantidades insignificantes de glicerol en la misma). En el cuarto elemento de RO 150d, la solución combinada se separa en el cuarto concentrado de RO 154d y el cuarto permeado de RO 156d. El cuarto concentrado de RO 154d tiene un volumen de aproximadamente 1.385 litros y un contenido de etanol de aproximadamente el 20 % de ABW. El cuarto concentrado de RO 154d se dirige al quinto elemento de RO 150e, donde se combina con el sexto permeado de RO 156f antes de llegar al quinto elemento de RO 150e. El cuarto permeado de RO 156d tiene un
20 volumen de aproximadamente 1.725 litros y un contenido de etanol de aproximadamente el 10 % de ABW. El cuarto permeado de RO 156d se dirige al séptimo elemento de RO 150g, donde se combina con el octavo concentrado de RO 154h antes de llegar al octavo elemento de RO 150h.

El volumen de solución de la combinación del cuarto concentrado de RO 154d y el sexto permeado de RO 156f es de aproximadamente 1.720 litros y el contenido de etanol es de aproximadamente el 19 % de ABW. En el quinto elemento de RO 150e, la solución se separa en el quinto concentrado de RO 154e, que tiene un volumen de aproximadamente 675 litros y una concentración de etanol de aproximadamente el 32 % de ABW, y el quinto permeado de RO 156e, que tiene un volumen de aproximadamente 1.045 litros y una concentración de etanol de aproximadamente el 15 % de ABW. El quinto concentrado de RO 154e se dirige al sexto elemento de RO 150f y el quinto permeado de RO 156e se dirige al cuarto elemento de RO 150d para su combinación con corrientes adicionales, tal como se ha descrito anteriormente. En algunos ejemplos, el quinto elemento de RO 150e puede incluir una agrupación de elementos de RO, tal como de aproximadamente 2 a 7 elementos de RO.

El sexto elemento de RO 150f recibe el quinto concentrado de RO 154e y lo separa en el sexto concentrado de RO 154f y el sexto permeado de RO 156f. El sexto concentrado de RO 154f tiene un volumen de aproximadamente 335 litros y una concentración de etanol de aproximadamente el 37 % de ABW. En este punto, la concentración de etanol puede estar en su punto más alto en el sistema. El sexto permeado de RO 156f incluye un volumen de aproximadamente 335 litros y una concentración de etanol de aproximadamente el 27 % de ABW. El sexto concentrado de RO 154f se dirige de vuelta al elemento de FO 110, donde se combina con el segundo concentrado de RO 154b en el punto C antes del elemento de FO 110 para reformar al menos parcialmente la corriente de extracción 122. El sexto permeado de RO 156f se dirige de vuelta al quinto elemento de RO 150e, donde se combina con el cuarto concentrado de RO 154d antes del quinto elemento de RO 150d.

Volviendo al cuarto permeado de RO 156d, la combinación del octavo concentrado de RO 154h y el cuarto permeado de RO 156d, que tiene un volumen de aproximadamente 2.190 litros y una concentración de etanol de aproximadamente el 8 % de ABW, se separa en el séptimo elemento de RO 150g. El séptimo elemento de RO 150g emite el séptimo concentrado de RO 154g y el séptimo permeado de RO 156g. El séptimo concentrado de RO 154g incluye un volumen de aproximadamente 845 litros y una concentración de etanol de aproximadamente el 9 % de ABW. El séptimo permeado de RO 156g incluye un volumen de aproximadamente 1.035 litros y una concentración de etanol de aproximadamente el 3 % de ABW. En algunos ejemplos, el séptimo elemento de RO 150g puede incluir una agrupación de elementos de RO, tal como de aproximadamente 2 a 7 elementos de RO (por ejemplo, en serie, produciendo, cada uno, un concentrado de RO progresivamente más concentrado y un permeado progresivamente más diluido; y/o en paralelo, produciendo, cada uno, un concentrado de RO concentrado de manera similar y un permeado diluido). El séptimo concentrado de RO 154g se dirige al cuarto elemento de RO 150d, tal como se ha desvelado anteriormente, y el séptimo permeado de RO se dirige al octavo elemento de RO 150h.

El octavo elemento de RO 150h separa el séptimo permeado de RO 156g en el octavo concentrado de RO 154h y el octavo permeado de RO 156h. El octavo concentrado de RO incluye un volumen de aproximadamente 465 litros y una concentración de etanol de aproximadamente el 6 % de ABW. El octavo concentrado de RO 154h se dirige de vuelta al séptimo elemento de RO 150g para un procesamiento adicional. El octavo permeado de RO incluye un volumen de aproximadamente 560 litros y una concentración de etanol menor de aproximadamente el 1 % de ABW

(aproximadamente el 0,6 % de ABW). El octavo permeado de RO 156h está sustancialmente libre de glicerol y etanol de la corriente de extracción 122. Por consiguiente, esencialmente todo el etanol y el glicerol se reciclan a la corriente de extracción 122, reduciendo de ese modo los costes de material. El octavo permeado de RO 156h se puede retirar del sistema 900.

5 Aunque el etanol y el glicerol se usan como primer soluto permeable y primer soluto impermeable, respectivamente, en los ejemplos anteriores, se debe comprender que cualquiera de los otros solutos permeables y/o impermeables desvelados en el presente documento se puede usar como alternativa o además del etanol o glicerol, sin limitación.

10 Los volúmenes y las concentraciones desvelados en los ejemplos anteriores son simplemente algunos ejemplos, se consideran variaciones de volúmenes y/o concentraciones mayores y menores. Los volúmenes y las concentraciones pueden variar dependiendo de la especie de los solutos permeables y/o impermeables, la concentración final deseada de los solutos permeables y/o impermeables, el número de elementos de RO, etc. Los volúmenes se pueden escalar o ajustar, según sea necesario. Por ejemplo, los volúmenes indicados anteriormente se pueden aumentar o disminuir
15 en un factor de aproximadamente 0,1 o más, tal como de aproximadamente 0,1 a aproximadamente 1.000, de aproximadamente 1 a aproximadamente 100, de aproximadamente 5 a aproximadamente 50, de aproximadamente 10 a aproximadamente 25, de aproximadamente 1 a aproximadamente 10, de aproximadamente 3 a aproximadamente 15, o de menos de aproximadamente 20.

20 Los ejemplos anteriores pueden incluir uno o más aparatos de destilación, más elementos de RO, menos elementos de RO, uno o más conjuntos o combinaciones de cualquiera de los anteriores para retirar o concentrar uno o más solutos permeables de una solución de extracción diluida o combinaciones de cualquiera de los anteriores. En algunas realizaciones, los elementos de RO incluyen una agrupación de membranas de RO que pueden estar dispuestas en paralelo o en serie o en cualquier combinación de paralelo y serie.

25 El diagrama de bloques de la FIG. 9 se describe como sistema anterior y también se puede considerar como diagrama de bloques de los métodos de ejemplo. Tales métodos se pueden llevar a cabo en una serie continua de operaciones, tal como se ha descrito anteriormente, o de una manera por lotes (por ejemplo, cada operación de elemento de FO o RO se lleva a cabo por separado).

30 Cualquiera de los sistemas desvelados en el presente documento se puede configurar como sistema a contracorriente o sistema a equicorriente. Los sistemas desvelados en el presente documento se pueden usar para desecar (por ejemplo, concentrar) soluciones que contengan uno o más solutos permeables y/o impermeables, tales como bebidas alcohólicas. Las soluciones se pueden concentrar mediante una o más técnicas desveladas a continuación.

35 La FIG. 10 es un diagrama de flujo de un método 1000 para la desecación de una solución. El método 1000 incluye una disposición 1010 para introducir una solución de alimentación que tiene uno o más solutos permeables en un primer lado de un sistema de ósmosis directa; una disposición 1020 para hacer circular una solución de extracción que tiene uno o más solutos permeables en la misma a través de un segundo lado del sistema de ósmosis directa,
40 teniendo la solución de extracción una concentración de soluto permeable mayor o igual que al menos una especie del uno o más solutos permeables en la solución de alimentación; una disposición 1030 para generar una solución de extracción diluida en el segundo lado del sistema de ósmosis directa, teniendo la solución de extracción diluida una concentración de agua más alta que la solución de extracción; y una disposición 1040 para producir una corriente de producto que incluye una solución de alimentación concentrada del primer lado del sistema de ósmosis directa,
45 teniendo la solución de alimentación concentrada una concentración de la al menos una especie del uno o más solutos permeables mayor o igual que la concentración de la al menos una especie en la solución de alimentación.

50 La disposición 1010 para introducir una solución de alimentación que tiene uno o más solutos permeables en un primer lado de un sistema de ósmosis directa puede incluir la introducción de una solución que tenga al menos alcohol en la misma en un sistema de ósmosis directa. La solución de alimentación puede incluir una solución que contenga alcohol o una bebida que contenga alcohol, tal como bebidas de malta, cerveza, vino, licor o bebidas alcohólicas de alta graduación destiladas; un extracto de saborizante; un extracto de colorante o un caldo de fermentación (por ejemplo, para la producción de etanol). La solución de alimentación puede incluir uno o más solutos permeables en la misma (metanol, etanol, isopropanol, etilen glicol, litio, protones, pH, ácido láctico, ácido acético, ácido cítrico, boro y óxidos
55 de boro, hidróxidos, amoníaco, etc.) y, opcionalmente, uno o más solutos impermeables, tales como azúcares (por ejemplo, glucosa, fructosa, glicerol, etc.), VOC, sales disueltas (por ejemplo, una sal inorgánica, tal como cloruro de sodio), proteínas (por ejemplo, proteínas que potencian el sabor o el color). En algunas realizaciones, uno o más solutos impermeables pueden incluir uno o más alcoholes de azúcar o derivados disueltos de los mismos, tales como sorbitol, manitol, maltitol, glicerol, eritritol, etc., o hidrolizados de almidón hidrogenados. La solución de alimentación
60 puede tener una primera concentración del uno o más solutos permeables (y/o solutos impermeables) eficaz para crear una primera presión osmótica en la misma.

Aunque, en algunas realizaciones, el alcohol se describe como componente de la solución de alimentación por separado, se debe comprender que el alcohol es un soluto permeable de una solución que contiene alcohol (por
65 ejemplo, una bebida) que tiene menos del 50 % de ABW y, para los fines del presente documento, puede ser un soluto permeable de soluciones que tienen más del 50 % de ABW (por ejemplo, incluyen menos del 50 % en peso de agua).

En algunas realizaciones, antes del procesamiento en el/los elemento/s de FO, la solución de alimentación puede incluir un contenido de alcohol (por ejemplo, etanol) de al menos aproximadamente el 1 % de ABW, tal como de aproximadamente el 1 % de ABW a aproximadamente el 50 % de ABW, de aproximadamente el 1 % de ABW a aproximadamente el 10 % de ABW, de aproximadamente el 1 % de ABW a aproximadamente el 5 % de ABW, de aproximadamente el 3 % de ABW a aproximadamente el 10 % de ABW, de aproximadamente el 5 % de ABW a aproximadamente el 15 % de ABW, de aproximadamente el 10 % de ABW a aproximadamente el 20 % de ABW, de aproximadamente el 15 % de ABW a aproximadamente el 30 % de ABW, de aproximadamente el 25 % de ABW a aproximadamente el 40 % de ABW, o menos de aproximadamente el 50 % de ABW. En algunas realizaciones, antes del procesamiento en el/los elemento/s de FO, la solución de alimentación puede incluir un contenido o una concentración de soluto/s permeable/s (y/o impermeable/s) (que no sea alcohol) de aproximadamente el 1 % en peso (por ejemplo, soluto en peso) o más, tal como de aproximadamente el 1 % en peso a aproximadamente el 50 % en peso, de aproximadamente el 5 % en peso a aproximadamente el 40 % en peso, de aproximadamente el 10 % en peso a aproximadamente el 35 % en peso, de aproximadamente el 15 % en peso a aproximadamente el 30 % en peso, de aproximadamente el 5 % en peso a aproximadamente el 20 % en peso, menos de aproximadamente el 30 % en peso, menos de aproximadamente el 40 % en peso, de aproximadamente el 1 % en peso a aproximadamente el 20 % en peso, de aproximadamente el 20 % en peso a aproximadamente el 40 % en peso, o menos de aproximadamente el 50 % en peso. Los solutos individuales de las múltiples soluciones de soluto (por ejemplo, las soluciones que contienen uno o más solutos permeables y/o uno o más solutos impermeables) pueden comprender, individual o colectivamente, cualquier parte de los intervalos de % en peso indicados anteriormente.

La introducción de una solución de alimentación que tiene uno o más solutos permeables en un primer lado de un sistema de ósmosis directa puede incluir la introducción de una solución que contiene alcohol en cualquiera de los sistemas de FO o componentes de los mismos desvelados en el presente documento. Por ejemplo, la introducción de una solución de alimentación que tiene uno o más solutos permeables en un primer lado de un sistema de ósmosis directa puede incluir el uso de al menos un elemento de FO que incluya al menos una membrana de FO que tenga un soporte de poliamida para separar el primer lado del segundo lado. La introducción de una solución de alimentación que tiene uno o más solutos permeables en un primer lado de un sistema de ósmosis directa puede incluir el uso de uno o más de una bomba, un conducto o una válvula. La introducción de una solución de alimentación que tiene uno o más solutos permeables en un primer lado de un sistema de ósmosis directa puede incluir la introducción de la solución de alcohol a una velocidad específica, tal como aproximadamente 0,06 l/s (1 gpm) o más, o de 0,06 l/s (1 gpm) a aproximadamente 1,89 l/s (30 gpm), de aproximadamente 0,19 l/s (3 gpm) a aproximadamente 1,26 l/s (20 gpm), de aproximadamente 0,32 l/s (5 gpm) a aproximadamente 0,95 l/s (15 gpm) o menos de aproximadamente 3,15 l/s (50 gpm). La introducción de una solución de alimentación que tiene uno o más solutos permeables en un primer lado de un sistema de ósmosis directa puede incluir la introducción de la solución de alcohol en la misma a una presión específica, tal como aproximadamente 6.894,8 Pa (1 psi) o más, de aproximadamente 6.894,8 Pa (1 psi) a aproximadamente 689,5 kPa (100 psi), de aproximadamente 34.473,8 Pa (5 psi) a aproximadamente 344,7 kPa (50 psi), de aproximadamente 68.947,6 Pa (10 psi) a aproximadamente 137,9 kPa (20 psi), de aproximadamente 34.473,8 Pa (5 psi) a aproximadamente 68.947,6 Pa (10 psi), de aproximadamente 6.894,8 Pa (1 psi) a aproximadamente 344,7 kPa (50 psi), de aproximadamente 6.894,8 Pa (1 psi) a aproximadamente 34.473,8 Pa (5 psi), de aproximadamente 6.894,8 Pa (1 psi) a aproximadamente 68.947,6 Pa (10 psi), de aproximadamente 6.894,8 Pa (1 psi) a aproximadamente 103,4 kPa (15 psi), de aproximadamente 68.947,6 Pa (10 psi) a aproximadamente 137,9 kPa (20 psi), de aproximadamente 103,4 kPa (15 psi)) a aproximadamente 344,7 kPa (50 psi), menos de aproximadamente 344,7 kPa (50 psi) o menos de aproximadamente 68.947,6 Pa (10 psi). La presión se puede suministrar o regular mediante una o más bombas.

La introducción de una solución de alimentación que tiene uno o más solutos permeables en un primer lado de un sistema de ósmosis directa puede incluir hacer circular la solución de alimentación a través de un elemento de FO una vez, más de una vez, o a través de más de un elemento de FO (por ejemplo, una pluralidad de elementos de FO en paralelo y/o en serie).

La disposición 1020 para hacer circular una solución de extracción que tiene uno o más solutos permeables en la misma a través de un segundo lado de un sistema de ósmosis directa, teniendo la solución de extracción una concentración de soluto permeable mayor o igual que al menos una especie del uno o más solutos permeables en la solución de alimentación, puede incluir hacer circular una solución de extracción configurada para permitir/provocar la retirada selectiva de uno o más componentes de la solución de alimentación. Por ejemplo, la solución de extracción puede incluir al menos un soluto permeable en la misma (por ejemplo, metanol, etanol, isopropanol, etilen glicol, litio, protones, pH, ácido láctico, ácido acético, ácido cítrico, boro y óxidos de boro, hidróxidos, amoníaco, etc.) en tal cantidad que el diferencial de concentración entre el primer lado y el segundo lado de la membrana de FO en el soluto permeable en la solución de alimentación evite al menos parcialmente que el al menos un soluto permeable atraviese la membrana de FO. Si la concentración del soluto permeable en la solución de alimentación es la misma que la concentración del mismo soluto (y/o la combinación de solutos que incluye uno o más solutos permeables y/o uno o más solutos impermeables) en la solución de extracción y no hay ninguna transferencia de agua de la corriente de alimentación a la corriente de extracción (por ejemplo, un flujo de agua menor de aproximadamente 0,1 LMH), se reducirá la permeación del soluto permeable. Si la concentración del soluto permeable (y/o la combinación de solutos que incluye uno o más solutos permeables y/o uno o más solutos impermeables) en la corriente de extracción es menor que la concentración en la corriente de alimentación, el soluto permeable se transferirá de la corriente de

alimentación a la corriente de extracción. Si la concentración del soluto permeable en la solución de alimentación es menor que la concentración en la solución de extracción, el soluto permeable se transferirá de la corriente de extracción a la corriente de alimentación. En algunas realizaciones, la solución de extracción que tiene un contenido de soluto permeable (y/o un contenido de soluto impermeable o una combinación de los mismos) de al menos una especie del

5 uno o más solutos permeables (y/o los solutos impermeables o la combinación de los mismos) más alto que la solución de alimentación se puede hacer circular a través del segundo lado. La concentración de soluto/s permeable/s (y/o la combinación de solutos que incluye uno o más solutos permeables y/o uno o más solutos impermeables) en la corriente de extracción se puede usar para controlar la velocidad de permeación y, por lo tanto, la concentración del soluto permeable en el concentrado de la corriente de alimentación. En algunos ejemplos, la transferencia de agua de la

10 corriente de alimentación a la corriente de extracción (aproximadamente 1 LMH o mayor) reducirá la concentración de soluto permeable en la superficie de membrana, por lo que se puede usar un exceso de soluto permeable (y/o solutos impermeables) (al menos aproximadamente el 5 % de ABW más de soluto permeable en la corriente de extracción, por ejemplo). En algunos ejemplos, el/los soluto/s permeable/s se puede/pueden unir por hidrógeno con el agua y la permeación puede estar relacionada con la transferencia de agua, por lo que se puede usar un exceso adicional de

15 soluto/s permeable/s (y/o solutos impermeables) (al menos aproximadamente el 10 %, por ejemplo). La cantidad del exceso de soluto/s permeable/s en la corriente/solución de extracción se puede determinar experimentalmente mediante la desecación de una corriente/solución de alimentación y la medición de la concentración del soluto permeable en el concentrado de la corriente de alimentación en función de la concentración en la corriente de extracción. La velocidad de transferencia del soluto permeable puede depender de uno o más de las especies químicas

20 del/de los soluto/s permeable/s, la temperatura, el flujo de agua, los materiales y las propiedades de membrana, la turbulencia y el mezclado en la superficie de membrana, la presión, los caudales y la concentración de otras especies (contraiones y codisolventes). Por ejemplo, el aumento del caudal de la corriente de extracción con respecto al caudal de la corriente de permeado, al tiempo que se mantiene la concentración de soluto permeable de la corriente de extracción, disminuirá la dilución de la corriente de extracción y aumentará la transferencia neta de soluto permeable

25 de la corriente de alimentación a la corriente de extracción.

En algunas realizaciones, la solución de extracción puede incluir al menos la misma concentración de o un exceso de uno o más solutos permeables (por ejemplo, etanol) en la solución de alimentación. Por ejemplo, la solución de extracción (ya sea antes o después del ciclado a través del elemento de FO) puede incluir un contenido de alcohol al

30 menos igual al contenido de alcohol de la solución de alimentación, tal como al menos el 1 % de ABW más que la solución de alimentación, al menos aproximadamente el 5 % de ABW más, al menos aproximadamente el 10 % de ABW más, al menos aproximadamente el 15 % de ABW más, de aproximadamente el 1 % de ABW más a aproximadamente el 45 % de ABW más, de aproximadamente el 5 % de ABW más a aproximadamente el 35 % de ABW más, de aproximadamente el 10 % de ABW más a aproximadamente el 20 % de ABW más, de aproximadamente

35 el 1 % de ABW más a aproximadamente el 20 % de ABW más, de aproximadamente el 5 % de ABW más a aproximadamente el 25 % de ABW más o menos de aproximadamente el 40 % de ABW más que la solución de alimentación. Se debe comprender que el % de ABW es proporcional al % en peso y se puede usar indistintamente. En algunas realizaciones, la circulación de la solución de extracción puede incluir el uso de una solución de extracción que tenga un contenido de soluto/s permeable/s en la misma configurado para mantener el contenido de soluto/s

40 permeable/s en la solución (corriente) de alimentación. En algunas realizaciones, la circulación de la solución de extracción puede incluir el uso de una solución de extracción que tenga un contenido de uno o más solutos permeables (por ejemplo, una especie y cantidad) y/o solutos impermeables distintos del alcohol configurado para mantener el contenido (por ejemplo, la especie y cantidad) del uno o más solutos permeables en la solución de alimentación. Por ejemplo, la solución de extracción puede incluir aproximadamente el 10 % en peso más de etilen glicol que la solución

45 de alimentación y, durante la FO, el etilen glicol en la solución de alimentación se retiene en la misma debido, al menos en parte, a la presión osmótica (del potencial químico) inducida mediante el exceso de etilen glicol en la corriente de extracción. En algunas realizaciones, la corriente de extracción tiene una cantidad del uno o más solutos permeables y/o solutos impermeables más baja para inducir que el uno o más solutos permeables en la solución de alimentación atraviesen la membrana de FO en la solución de extracción.

50

En algunas realizaciones, además del alcohol, al menos uno o más solutos permeables o impermeables se pueden añadir a o presentar en la solución de extracción (por ejemplo, la corriente de extracción) para generar una presión osmótica y una fuerza impulsora adicionales para desecar la solución de alimentación (por ejemplo, la corriente de alimentación) hasta una concentración deseada. El/los soluto/s impermeable/s se puede/pueden implementar usando

55 al menos un compuesto que puede ser un aditivo inocuo para los alimentos que sea soluble en agua, pueda generar una presión osmótica adecuada con un flujo seleccionado (por ejemplo, al menos aproximadamente 1 litro/m²/h (LMH en inglés)), sea bien rechazado (no permeable o sustancialmente impermeable) mediante membranas de FO, RO o NF para reducir la pérdida de extracción en la alimentación y el permeado de NF o RO o combinaciones de los mismos. El al menos uno o más solutos impermeables pueden incluir una o más sales inorgánicas, por ejemplo, cloruro de sodio, cloruro de magnesio o sulfato de magnesio. El al menos uno o más solutos impermeables pueden incluir uno o

60 más alcoholes de azúcar, por ejemplo, sorbitol, manitol, maltitol, glicerol, eritritol, etc. En algunas realizaciones, el al menos uno o más solutos impermeables pueden incluir uno o más hidrolizados de almidón hidrogenados. En algunas realizaciones, el al menos uno o más solutos impermeables pueden incluir una o más proteínas. En algunas realizaciones, el al menos uno o más solutos impermeables pueden incluir uno o más VOC. Se pueden usar intervalos

65 idénticos de las cantidades de exceso de solutos impermeables, tales como aquellos desvelados en el presente documento en cuanto a los contenidos de alcohol en la solución de extracción, en los azúcares disueltos, las sales o

cualquier otro soluto en la solución de extracción en cualquier combinación y/o intervalo de los mismos.

La circulación de una solución de extracción que tiene uno o más solutos permeables en la misma a través de un segundo lado del sistema de ósmosis directa, teniendo la solución de extracción una concentración de soluto permeable mayor o igual que al menos una especie del uno o más solutos permeables en la solución de alimentación, puede incluir la circulación de la solución de extracción a través de cualquiera de los sistemas de FO o componentes de los mismos desvelados en el presente documento. La circulación de una solución de extracción que tiene uno o más solutos permeables en la misma a través de un segundo lado del sistema de ósmosis directa, teniendo la solución de extracción una concentración de soluto permeable mayor o igual que al menos una especie del uno o más solutos permeables en la solución de alimentación, puede incluir la circulación de la solución de extracción ya sea en una configuración a contracorriente o en una configuración a equicorriente a la solución de alimentación. La circulación de una solución de extracción que tiene uno o más solutos permeables en la misma a través de un segundo lado del sistema de ósmosis directa, teniendo la solución de extracción una concentración de soluto permeable mayor o igual que al menos una especie del uno o más solutos permeables en la solución de alimentación, puede incluir la circulación de la solución de extracción en el elemento de FO usando uno o más de una bomba, un conducto, una válvula, etc. La circulación de una solución de extracción que tiene uno o más solutos permeables en la misma a través de un segundo lado del sistema de ósmosis directa, teniendo la solución de extracción una concentración de soluto permeable mayor o igual que al menos una especie del uno o más solutos permeables en la solución de alimentación, puede incluir la circulación de la solución de extracción a una presión específica, tal como al menos aproximadamente 6.894,8 Pa (1 psi), de aproximadamente 6.894,8 Pa (1 psi) a aproximadamente 689,5 kPa (100 psi), de aproximadamente 68.947,8 Pa (10 psi) a aproximadamente 344,7 kPa (50 psi), de aproximadamente 103,4 kPa (15 psi) a aproximadamente 689,5 kPa (100 psi), de aproximadamente 68.947,8 Pa (10 psi) a aproximadamente 172,4 kPa (25 psi), de aproximadamente 172,4 kPa (25 psi) a aproximadamente 344,7 kPa (50 psi), de aproximadamente 517,1 kPa (75 psi) a aproximadamente 689,5 kPa (100 psi), menos de aproximadamente 689,5 kPa (100 psi), de aproximadamente 6.894,8 Pa (1 psi) a aproximadamente 68.947,8 Pa (10 psi), de aproximadamente 6.894,8 Pa (1 psi) a aproximadamente 103,4 kPa (15 psi), de aproximadamente 68.947,8 Pa (10 psi) a aproximadamente 137,9 kPa (20 psi), de aproximadamente 103,4 kPa (15 psi) a aproximadamente 344,7 kPa (50 psi), menos de aproximadamente 344,7 kPa (50 psi) o menos de aproximadamente 68.947,8 Pa (10 psi). La circulación de una solución de extracción que tiene uno o más solutos permeables en la misma a través de un segundo lado del sistema de ósmosis directa, teniendo la solución de extracción una concentración de soluto permeable mayor o igual que al menos una especie del uno o más solutos permeables en la solución de alimentación, puede incluir la circulación de una solución de extracción regenerada, reconstituida o recirculada a través del sistema de FO.

La disposición 1030 para generar una solución de extracción diluida en el segundo lado del sistema de ósmosis directa, teniendo la solución de extracción diluida una concentración de agua más alta que la solución de extracción, puede incluir el uso de una membrana de FO en el elemento de FO que puede permitir que al menos algo de agua atraviese del primer lado al segundo lado del elemento de FO mediante la membrana. La generación de una solución de extracción diluida en el segundo lado del sistema de ósmosis directa puede incluir la emisión de la solución de extracción diluida a uno o más componentes de extracción aguas abajo, tales como cualquiera de aquellos desvelados en el presente documento (por ejemplo, el/los aparato/s de regeneración, las bombas, los tanques, los conductos, las válvulas, etc.). En algunas realizaciones, la generación de una solución de extracción diluida incluye la retirada de al menos algo de agua de la solución de alcohol, al tiempo que se deja al menos algo o la totalidad del alcohol en la misma, mediante la membrana de FO.

La disposición 1040 para producir una corriente de producto que incluye una solución de alimentación concentrada del primer lado del sistema de ósmosis directa, teniendo la solución de alimentación concentrada una concentración de la al menos una especie del uno o más solutos permeables mayor o igual que la concentración de la al menos una especie en la solución de alimentación, puede incluir la producción de una corriente de producto (por ejemplo, una corriente de alimentación concentrada) que tenga una concentración de uno o más solutos permeables (por ejemplo, alcohol) más alta y/o una concentración de agua más baja en la misma que la corriente de alimentación. Por ejemplo, la producción de una corriente de producto que incluye una solución de alimentación concentrada del primer lado del sistema de ósmosis directa, teniendo la solución de alimentación concentrada una concentración de la al menos una especie del uno o más solutos permeables mayor o igual que la concentración de la al menos una especie en la solución de alimentación, puede incluir la producción de una corriente de producto que tenga al menos aproximadamente el 5 % de ABW más de alcohol en la misma que la corriente de alimentación, tal como de aproximadamente el 5 % de ABW a aproximadamente el 50 % de ABW más, de aproximadamente el 10 % de ABW a aproximadamente el 40 % de ABW más, de aproximadamente el 15 % de ABW a aproximadamente el 35 % de ABW más, o de aproximadamente el 20 % de ABW a aproximadamente el 30 % de ABW más de alcohol que la corriente de alimentación. La producción de una corriente de producto que incluye una solución de alimentación concentrada del primer lado del sistema de ósmosis directa, teniendo la solución de alimentación concentrada una concentración de la al menos una especie del uno o más solutos permeables mayor o igual que la concentración de la al menos una especie en la solución de alimentación, puede incluir la emisión de una solución (corriente) de alimentación concentrada a uno o más componentes de producto aguas abajo, tales como uno o más conductos, bombas, válvulas, refrigeradores, aparatos de distribución, medios de almacenamiento (por ejemplo, tanques de almacenamiento), empaquetados de puntos de venta (por ejemplo, bebidas alcohólicas concentradas empaquetadas), o un medio de administración, tal como un camión, una canalización, un tanque, etc. En algunas realizaciones, la producción de una

corriente de producto puede incluir la retención de al menos parte del uno o más solutos permeables (por ejemplo, alcohol) y/o uno o más solutos impermeables (por ejemplo, azúcares, etc.) en la corriente de alimentación.

5 En algunas realizaciones, el método 1000 puede incluir, además, el mantenimiento del contenido de soluto permeable (por ejemplo, alcohol, etilen glicol, etc.) y/o el contenido de soluto impermeable de la solución de extracción. Por ejemplo, el método 1000 puede incluir, además, la regeneración de la solución de extracción a partir de la solución de extracción diluida. La regeneración de la solución de extracción a partir de la solución de extracción diluida puede incluir la reconstitución (por ejemplo, la regeneración de la solución de extracción) mediante uno o más de al menos un aparato de destilación o al menos un elemento de RO (por ejemplo, RO de bajo rechazo y/o RO convencional) o al menos una adición de soluto/s permeable/s (por ejemplo, alcohol) y/o solutos impermeables (por ejemplo, glicerol o fructosa) de al menos una segunda fuente a la solución de extracción diluida. En algunas realizaciones, el método 1000 puede incluir, además, la producción de una corriente de permeado o un destilado a partir de la solución de extracción diluida. En algunas realizaciones, la producción de la corriente de permeado o el destilado a partir de la solución de extracción diluida puede incluir la producción de la corriente de permeado mediante ósmosis inversa o destilación. En algunas realizaciones, la corriente de permeado o el destilado incluye agua sustancialmente pura.

20 En algunas realizaciones, el contenido de soluto/s permeable/s de la corriente de alimentación puede ser ligeramente más alto que el contenido de soluto/s permeable/s del concentrado de la corriente de alimentación diana (por ejemplo, el % de ABW diana), lo que representa la concentración, para evitar la destilación o la adición de soluto/s permeable/s (por ejemplo, etanol) a la solución de extracción o corriente de extracción diluida. En algunos ejemplos, el/los soluto/s permeable/s (por ejemplo, etanol) perdido/s en el permeado (no retenido/s en el concentrado de la corriente de alimentación) se puede/pueden destilar y usar como combustible.

25 En algunas realizaciones, la solución de alimentación se puede introducir en el elemento de FO (por ejemplo, concentrarse) a bajas temperaturas (por ejemplo, de -5 °C a 15 °C), lo que puede mejorar la retención de VOC y moléculas pequeñas para conservar los nutrientes y sabores del concentrado de la corriente de alimentación. En algunas realizaciones, la solución de alimentación se puede concentrar a temperatura ambiente (por ejemplo, de 15 °C a 35 °C) o una más alta (por ejemplo, de 35 °C a 80 °C) para mejorar el rechazo y reducir los costes del enfriamiento de la solución de alimentación o el concentrado de la misma. En algunas realizaciones, el gradiente de temperatura a través de la membrana de FO (por ejemplo, un primer lado más frío o un primer lado más caliente) puede aumentar la eficacia de la membrana de FO o reducir los costes del enfriamiento o calentamiento de la solución de alimentación o el concentrado de la misma. En algunas realizaciones, la solución de alimentación se puede concentrar a una temperatura y extraer la composición, donde la relación de permeación de agua respecto a permeación de etanol es la más alta.

35 Los métodos desvelados en el presente documento se pueden emplear para proporcionar bebidas alcohólicas concentradas adecuadas para la reconstitución (por ejemplo, rehidratación) mediante la adición de agua en un momento seleccionado. En un ejemplo, se introduce una solución alcohólica que tiene aproximadamente el 5 % de ABW en un elemento de FO como solución de alimentación inicial (por ejemplo, corriente de alimentación). La concentración final deseada de la solución alcohólica desecada en este ejemplo es del 30 % de ABW (por ejemplo, concentración 6X). Las salidas primarias de algunos sistemas y/o métodos desvelados en el presente documento podrían incluir la corriente de alimentación concentrada que tiene aproximadamente el 30 % de ABW y la corriente de permeado que incluye una corriente de agua casi pura (aproximadamente el <1 % de ABW). A continuación, la corriente de alimentación concentrada (solución de alimentación concentrada) se puede comercializar como concentrado del 30 % de ABW para su dilución por parte del consumidor (o punto de venta al por menor, etc.) para producir un producto del 5 % de ABW tras la reconstitución. En algunos ejemplos, el sistema se puede operar para producir un producto concentrado (por ejemplo, una corriente de alimentación) del 15 % de ABW para producir un producto del 2,5 % de ABW después de su dilución por parte de un consumidor. En algunos ejemplos, el sistema se puede operar para producir una corriente de rechazo del 2,5 % de ABW para producir un producto del 0,4 % de ABW después de su dilución. En algunos ejemplos, el sistema se puede operar para producir una corriente de alimentación concentrada del producto de cualquier % de ABW. En algunas realizaciones, los métodos en el presente documento se pueden usar para concentrar una solución alcohólica en 2X o más por encima de la concentración inicial de alcohol en la misma, tal como aproximadamente de 2X a aproximadamente 10X, de aproximadamente 3X a aproximadamente 8X, de aproximadamente 4X a aproximadamente 6X, de aproximadamente 2X a aproximadamente 5X, más de aproximadamente 5X o menos de aproximadamente 10X.

60 En algunas realizaciones, el método 1000 puede incluir la reconstitución de la solución de alimentación concentrada, tal como mediante la adición de una cantidad de agua correspondiente al nivel de concentración de la solución de alimentación concentrada. Por ejemplo, una solución de alimentación concentrada que tenga una concentración 5X de alcohol y otros solutos en la misma se puede diluir mediante la combinación de aproximadamente 5X el peso de la solución de alimentación concentrada en agua, con la solución de alimentación concentrada.

65 La FIG. 11 es un diagrama de flujo de un método 1100 para la desecación de una solución alcohólica usando ósmosis directa. El método 1100 incluye una disposición 1110 para introducir una bebida alcohólica en un primer lado de un sistema de ósmosis directa; una disposición 1120 para hacer circular una solución de extracción en un segundo lado del sistema de ósmosis directa, teniendo la solución de extracción una concentración de alcohol mayor o igual que la

bebida alcohólica; una disposición 1130 para generar una solución de extracción diluida en el segundo lado del sistema de ósmosis directa, teniendo la solución de extracción diluida una concentración de agua más alta que la solución de extracción; una disposición 1140 para producir una corriente de producto que incluye una bebida alcohólica concentrada del primer lado del sistema de ósmosis directa; una disposición 1050 para regenerar la solución de extracción a partir de la solución de extracción diluida; y una disposición 1050 para producir una corriente de permeado a partir de la solución de extracción diluida.

La disposición 1110 para introducir una bebida alcohólica en un primer lado de un sistema de ósmosis directa puede incluir la introducción de uno o más de cerveza, vino, bebidas alcohólicas de alta graduación destiladas (licor), una bebida de malta, cualquier otra solución alcohólica o combinaciones de los mismos en el primer lado de un sistema de FO. La disposición 1110 para introducir una bebida alcohólica en un primer lado de un sistema de FO puede ser similar o idéntica a la disposición 1010 descrita anteriormente en uno o más aspectos. Por ejemplo, la disposición 1110 puede incluir la introducción de una bebida alcohólica en cualquiera de los sistemas de FO desvelados en el presente documento. En algunas realizaciones, la introducción de una bebida alcohólica en un primer lado de un sistema de ósmosis directa puede incluir el uso de una membrana de ósmosis directa que tenga un soporte de poliamida para separar el primer lado del segundo lado.

La disposición 1120 que hace circular una solución de extracción en un segundo lado del sistema de ósmosis directa, teniendo la solución de extracción un contenido de alcohol mayor o igual que la bebida alcohólica, puede incluir hacer circular una solución de extracción configurada para permitir/provocar la retirada selectiva de uno o más componentes de la solución de alimentación. La disposición 1120 que hace circular una solución de extracción en un segundo lado del sistema de ósmosis directa, teniendo la solución de extracción un contenido de alcohol mayor o igual que la bebida alcohólica, puede ser similar o idéntica a la disposición 1020 descrita anteriormente en uno o más aspectos. Por ejemplo, la circulación de una solución de extracción en un segundo lado del sistema de ósmosis directa, teniendo la solución de extracción un contenido de alcohol mayor o igual que la bebida alcohólica, puede incluir hacer circular una solución de extracción que tenga un exceso de uno o más solutos en la solución de alimentación, incluyendo un contenido de alcohol, que sea de al menos el 1 % de ABW más que la solución de alimentación, al menos aproximadamente el 5 % de ABW más, al menos aproximadamente el 10 % de ABW más, al menos aproximadamente el 15 % de ABW más, de aproximadamente el 1 % de ABW más a aproximadamente el 45 % de ABW más, de aproximadamente el 5 % de ABW más a aproximadamente el 35 % de ABW más, de aproximadamente el 10 % de ABW más a aproximadamente el 20 % de ABW más, de aproximadamente el 1 % de ABW más a aproximadamente el 20 % de ABW más, de aproximadamente el 5 % de ABW más a aproximadamente el 25 % de ABW más o menos de aproximadamente el 40 % de ABW más que la solución de alimentación.

La disposición 1130 para generar una solución de extracción diluida en el segundo lado del sistema de ósmosis directa, teniendo la solución de extracción diluida una concentración de agua más alta que la solución de extracción, puede incluir el uso de una membrana de FO en el elemento de FO que puede permitir que al menos algo de agua atraviese del primer lado al segundo lado del elemento de FO mediante la membrana. La generación de una solución de extracción diluida en el segundo lado del sistema de ósmosis directa puede incluir la emisión de la solución de extracción diluida a uno o más componentes de extracción aguas abajo, tales como cualquiera de aquellos desvelados en el presente documento (por ejemplo, el/los aparato/s de regeneración, las bombas, los tanques, los conductos, las válvulas, etc.). En algunas realizaciones, la generación de una solución de extracción diluida incluye la retirada de al menos algo de agua de la bebida alcohólica, al tiempo que se deja al menos algo del alcohol en la misma, mediante la membrana de FO.

La disposición 1140 para producir una corriente de producto que incluye una bebida alcohólica concentrada del primer lado del sistema de ósmosis directa puede incluir la producción de una corriente de producto (por ejemplo, una corriente de alimentación concentrada) que tenga una concentración de alcohol más alta y/o una concentración de agua más baja en la misma que la corriente de alimentación 112. Por ejemplo, la producción de una corriente de producto que incluye una bebida alcohólica concentrada puede incluir la producción de una corriente de producto que tenga al menos aproximadamente el 5 % de ABW más de alcohol que la corriente de alimentación, tal como de aproximadamente el 5 % de ABW a aproximadamente el 50 % de ABW más, de aproximadamente el 10 % de ABW a aproximadamente el 40 % de ABW más, de aproximadamente el 15 % de ABW a aproximadamente el 35 % de ABW más, o de aproximadamente el 20 % de ABW a aproximadamente el 30 % de ABW más de alcohol que la corriente de alimentación. La producción de una corriente de producto que incluye una bebida alcohólica concentrada puede incluir la emisión de la corriente de alcohol concentrada a uno o más componentes de producto aguas abajo, tales como uno o más conductos, bombas, válvulas, refrigeradores, aparatos de distribución, medios de almacenamiento (por ejemplo, tanques de almacenamiento), empaquetados de puntos de venta (por ejemplo, bebidas alcohólicas concentradas empaquetadas), o un medio de administración, tal como un camión, una canalización, un tanque, etc. Las disposiciones 1130 y 1140 se pueden llevar a cabo de manera concurrente o simultánea.

La disposición 1150 para regenerar la solución de extracción a partir de la solución de extracción diluida puede incluir dirigir la solución de extracción diluida a través de uno o más aparatos de regeneración, tales como cualquiera de aquellos desvelados en el presente documento. Por ejemplo, la regeneración de la solución de extracción a partir de la solución de extracción diluida puede incluir dirigir la solución de extracción diluida a través de al menos un elemento de RO y/o al menos un aparato de destilación. La regeneración de la solución de extracción a partir de la solución de

extracción diluida puede incluir la reconstitución (por ejemplo, la regeneración) de la solución de extracción mediante uno o más de al menos un aparato de destilación o al menos un elemento de RO (por ejemplo, RO de bajo rechazo y/o RO convencional) o al menos una adición de alcohol de al menos una segunda fuente a la solución de extracción diluida. En algunas realizaciones, la regeneración de la solución de extracción incluye la destilación de la solución de extracción diluida. En algunas realizaciones, la regeneración de la solución de extracción incluye la realización de la ósmosis inversa y destilación en la solución de extracción diluida. En algunas realizaciones, la regeneración de la solución de extracción incluye la realización de uno o más de ósmosis inversa de bajo rechazo, ósmosis inversa o destilación en la corriente de extracción diluida o un derivado de la misma. En algunas realizaciones, la regeneración de la solución de extracción incluye el ciclado de la solución de extracción diluida a través de un primer proceso de ósmosis inversa, seguido de un segundo proceso de ósmosis inversa.

La disposición 1160 para producir una corriente de permeado a partir de la solución de extracción diluida puede incluir la producción de la corriente de permeado mediante ósmosis inversa o destilación. En algunas realizaciones, la corriente de permeado o el destilado incluye agua sustancialmente pura (por ejemplo, el <1 % de ABW). En algunas realizaciones, la producción de una corriente de permeado a partir de la solución de extracción diluida incluye la producción de una corriente de permeado de agua sustancialmente pura.

El método 1100 puede incluir, además, la recirculación de la solución de extracción regenerada a través del segundo lado del sistema de FO. El método 1100 puede incluir cualquier disposición y/o aspecto del mismo desvelado en el presente documento, tal como con respecto al método 1000.

En una realización, un método de desecación de una solución puede incluir una disposición para introducir una solución de alimentación que tiene uno o más solutos permeables en un primer lado de un sistema de ósmosis directa. El método de desecación de una solución puede incluir una disposición que hace circular una solución de extracción que tiene uno o más solutos permeables y uno o más solutos impermeables en la misma a través de un segundo lado del sistema de ósmosis directa. El método de desecación de una solución puede incluir una disposición que genera una solución de extracción diluida en el segundo lado del sistema de ósmosis directa, teniendo la solución de extracción una concentración de agua más alta que la solución de extracción. El método de desecación de una solución puede incluir una disposición para producir una corriente de producto que incluye una solución de alimentación concentrada del primer lado del sistema de ósmosis directa, teniendo la solución de alimentación concentrada una concentración deseada de la al menos una especie del uno o más solutos permeables; en donde la presión osmótica combinada del uno o más solutos permeables y el uno o más solutos impermeables en la solución de extracción es mayor que la presión osmótica de la solución de alimentación concentrada.

El uno o más solutos permeables pueden incluir cualquier soluto permeable desvelado en el presente documento, tal como etanol, y el uno o más solutos impermeables pueden incluir cualquiera de los solutos impermeables desvelados en el presente documento, tales como glicerol. La solución de alimentación puede incluir cualquier solución de alimentación desvelada en el presente documento, tal como cerveza, cerveza sin alcohol, vino, bebida de malta, bebidas alcohólicas de alta graduación destiladas o combinaciones de los mismos. El al menos un soluto permeable en la corriente de alimentación puede incluir cualquier soluto permeable desvelado en el presente documento, tal como un alcohol.

En algunas realizaciones, la solución de extracción puede tener una concentración combinada del uno o más solutos permeables y uno o más solutos impermeables igual o mayor que la concentración de uno o más solutos permeables en la solución de alimentación, tal como al menos aproximadamente el 1 % en peso mayor, al menos aproximadamente el 5 % en peso mayor o al menos el 10 % en peso mayor. En algunas realizaciones, la solución de extracción puede tener una concentración combinada del uno o más solutos permeables y uno o más solutos impermeables igual o mayor que la concentración de uno o más solutos permeables en la solución de alimentación concentrada, tal como al menos aproximadamente el 1 % en peso mayor, al menos aproximadamente el 5 % en peso mayor o al menos el 10 % en peso mayor. La concentración combinada del uno o más solutos permeables y el uno o más solutos impermeables en la solución de extracción puede inducir una presión osmótica combinada que sea mayor que la presión osmótica de la solución de alimentación concentrada o solución de alimentación.

En algunas realizaciones, el método puede incluir, además, la regeneración de la solución de extracción a partir de la solución de extracción diluida, tal como mediante cualquier técnica o combinación de técnicas desveladas en el presente documento. Por ejemplo, la regeneración de la solución de extracción a partir de la solución de extracción diluida puede incluir la separación de al menos algunos del uno o más solutos permeables (por ejemplo, etanol) en la corriente de extracción diluida de al menos algunos de los solutos impermeables (por ejemplo, glicerol) en la corriente de extracción diluida. En algunas realizaciones, la regeneración de la solución de extracción a partir de la solución de extracción diluida puede incluir, además, la concentración de los al menos algunos del uno o más solutos permeables (por ejemplo, etanol) o al menos algunos de los solutos impermeables (por ejemplo, glicerol), tal como mediante operaciones de RO y/o destilación/destilaciones.

Los métodos y sistemas descritos anteriormente se pueden usar para formar cerveza concentrada, vino, bebidas malteadas, licor u otras soluciones alcohólicas. Los métodos y sistemas también pueden incluir disposiciones y componentes para reconstituir la cerveza concentrada, el vino, las bebidas malteadas, el licor u otras soluciones

alcohólicas mediante la adición controlada de al menos agua a los mismos.

REIVINDICACIONES

1. Un método para la desecación de una solución, comprendiendo el método:
 - 5 introducir una solución de alimentación que comprende agua y un soluto permeable en un primer lado (115) de un sistema de ósmosis directa (100);
hacer circular una solución de extracción a través de un segundo lado (125) del sistema de ósmosis directa (100), teniendo la solución de extracción una concentración de dicho soluto permeable mayor o igual que la concentración de dicho soluto permeable en la solución de alimentación;
 - 10 generar una solución de extracción diluida en el segundo lado (125) del sistema de ósmosis directa (100), teniendo la solución de extracción diluida una concentración de agua más alta que la solución de extracción; y
producir una corriente de producto que incluye una solución de alimentación concentrada del primer lado (115) del sistema de ósmosis directa (100), teniendo la solución de alimentación concentrada una concentración de dicho soluto permeable mayor o igual que la concentración de dicho soluto permeable en la solución de alimentación.
 - 15
 2. El método de la reivindicación 1, en donde la generación de una solución de extracción diluida y la producción de una corriente de producto incluye la retirada de al menos algo de agua de la solución de alimentación, al tiempo que se retiene sustancialmente la totalidad de la al menos una especie del uno o más solutos permeables en la misma, mediante una membrana de ósmosis directa (130).
 - 20
 3. El método de la reivindicación 1, en donde la generación de una solución de extracción diluida y la producción de una corriente de producto incluye la retirada de al menos algo de agua de la solución de alimentación, al tiempo que se produce una corriente de producto con una concentración de soluto permeable que es menor que la concentración de soluto permeable en la solución de extracción, mediante una membrana de ósmosis directa (130).
 - 25
 4. El método de la reivindicación 1, en donde la solución de alimentación incluye cerveza, vino, bebida de malta, bebidas alcohólicas de alta graduación destiladas o combinaciones de los mismos y el uno o más solutos permeables incluyen un alcohol.
 - 30
 5. El método de la reivindicación 1, en donde la solución de extracción tiene una concentración de al menos aproximadamente el 1 % en peso del uno o más solutos permeables mayor que la solución de alimentación.
 - 35
 6. El método de la reivindicación 1, que comprende, además, regenerar la solución de extracción a partir de la solución de extracción diluida.
 7. El método de la reivindicación 1, donde la solución de extracción incluye una mezcla del uno o más solutos permeables y al menos un soluto impermeable a una concentración seleccionada para producir un producto de alimentación que tiene una concentración de soluto permeable seleccionada.
 - 40
 8. El método de la reivindicación 7, en donde el al menos un soluto impermeable es glicerol.
 9. El método de la reivindicación 7, que comprende, además, producir una corriente de permeado a partir de la solución de extracción diluida, en donde la corriente de permeado es agua sustancialmente pura.
 - 45
 10. Un sistema (100) para la desecación de una solución de alcohol, comprendiendo el sistema:
 - un elemento de ósmosis directa (110) que incluye al menos una membrana de ósmosis directa (130) selectivamente permeable que separa un primer lado (115) del elemento de ósmosis directa (110) de un segundo lado (125) del elemento de ósmosis directa (110);
 - 50 una solución de alcohol que comprende alcohol y agua en el primer lado (115); y
una solución de extracción en el segundo lado (125), teniendo la solución de extracción una concentración de alcohol igual o mayor que la de la solución de alcohol en el primer lado (115).
 - 55
 11. El sistema (100) de la reivindicación 10, que comprende, además, un conducto de salida acoplado operativamente al primer lado (115), configurado el conducto de salida para recibir una solución de alcohol concentrada del primer lado (115), que se produjo mediante el procesamiento de ósmosis directa de la solución de alcohol.
 - 60
 12. El sistema (100) de la reivindicación 10, que comprende, además, al menos un aparato de regeneración acoplado operativamente al segundo lado (125) y configurado para recibir una salida del mismo.
 13. El sistema (100) de la reivindicación 12, que comprende, además, una fuente de solución de extracción acoplada operativamente al primer lado (115), en donde un lado de producto de al menos un aparato de regeneración se acopla operativamente a la fuente de solución de extracción.
 - 65
 14. El sistema (100) de la reivindicación 10, que comprende, además, un primer elemento de ósmosis inversa (150a) configurado para recibir una solución de extracción diluida del elemento de ósmosis directa.

15. El sistema de la reivindicación 14, que comprende, además, al menos un segundo elemento de ósmosis inversa (150b) que se configura para recibir una salida del primer elemento de ósmosis inversa.

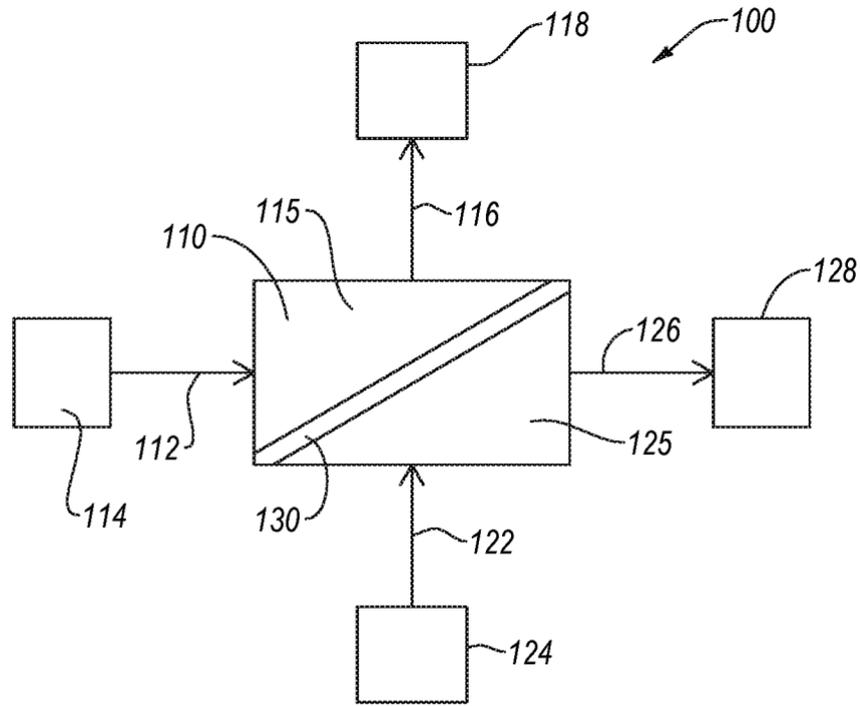


FIG. 1

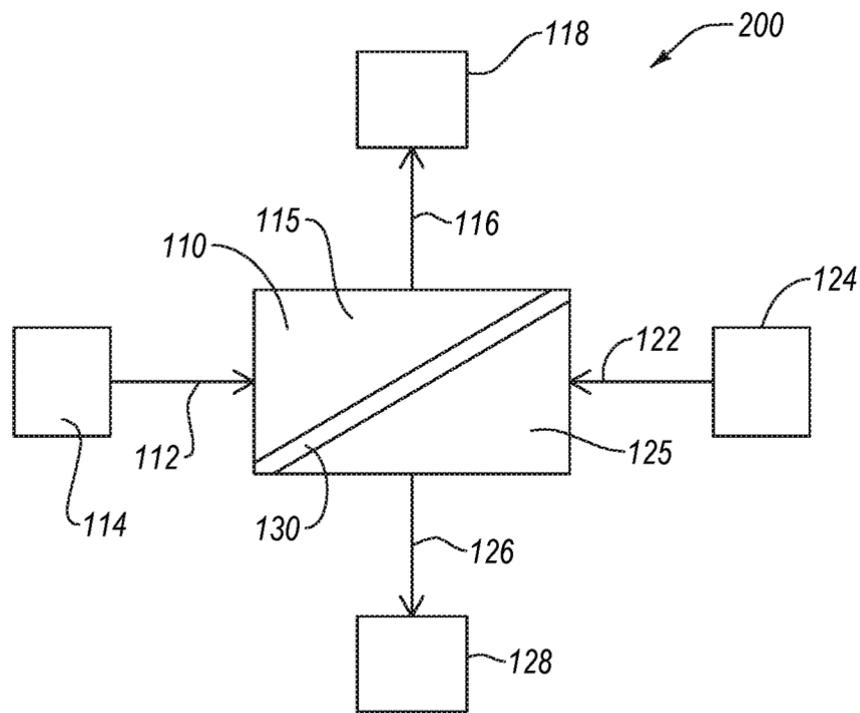


FIG. 2

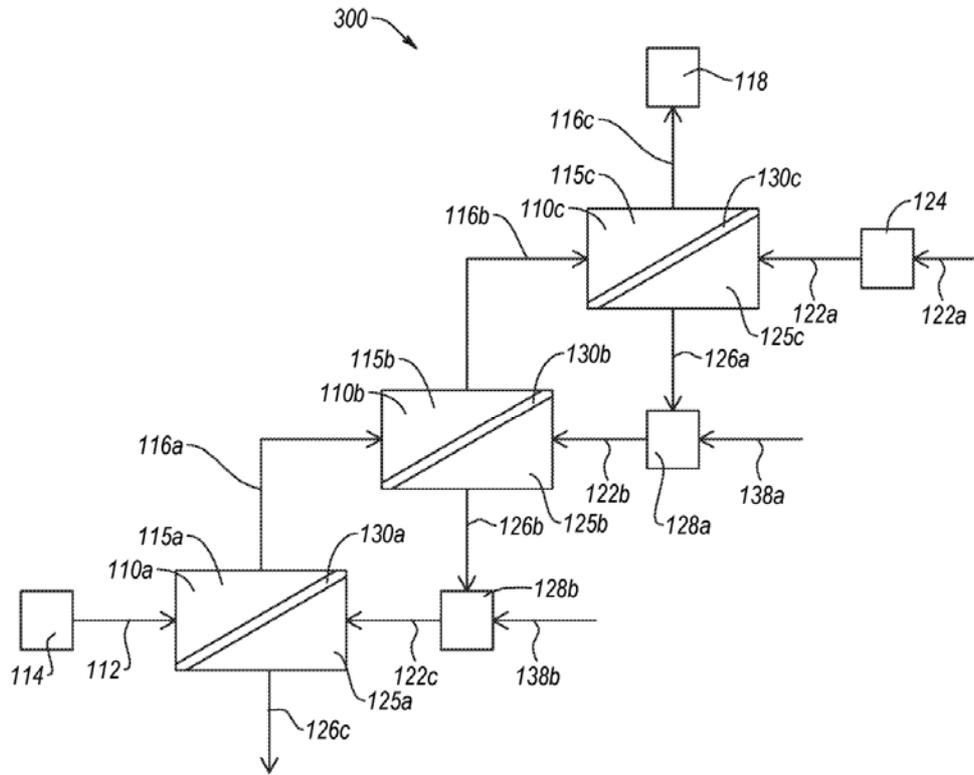


FIG. 3

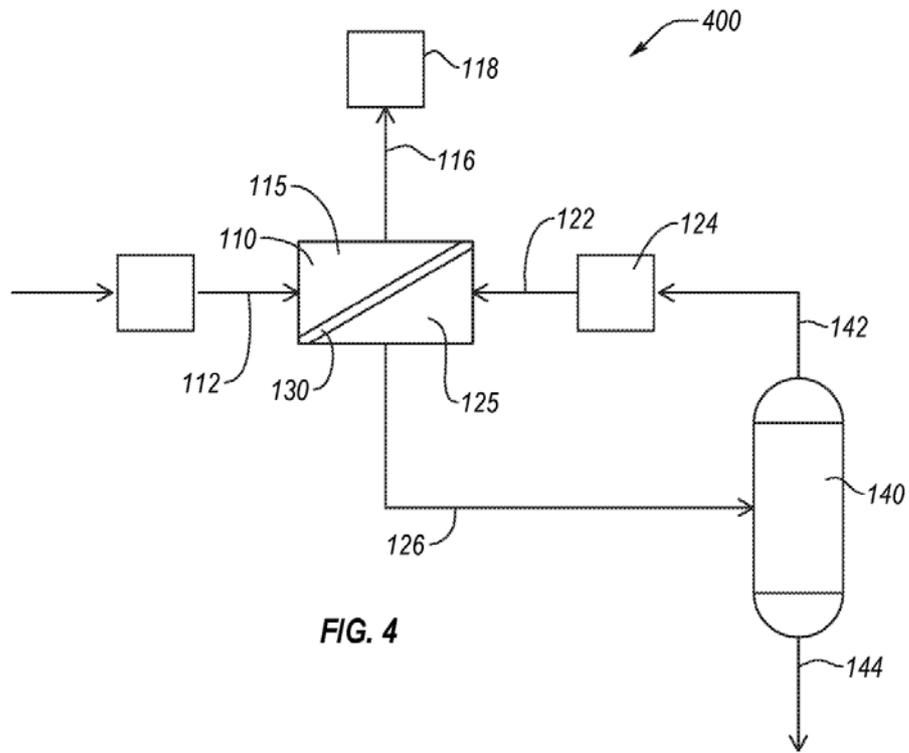


FIG. 4

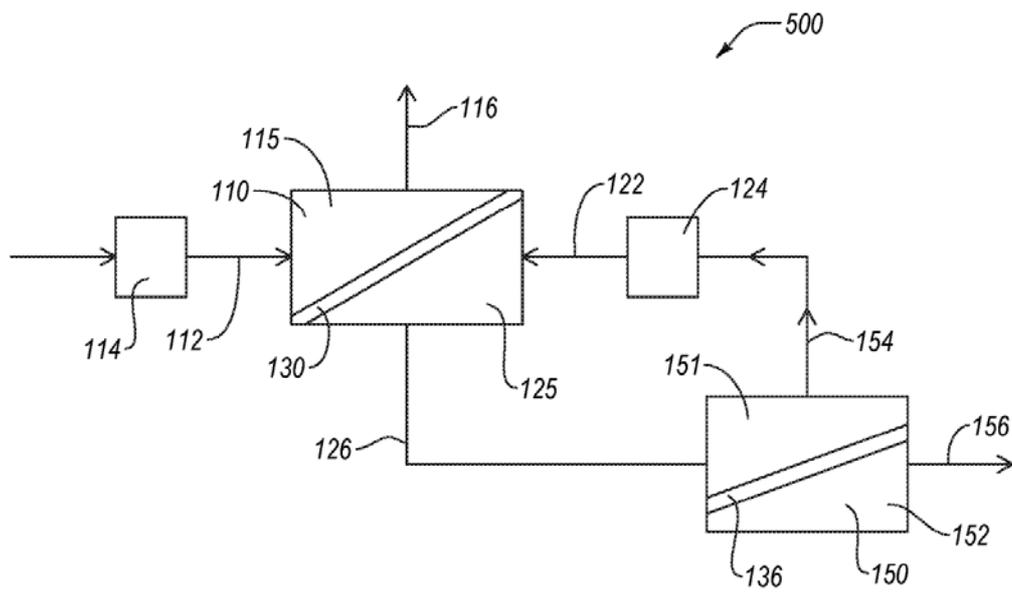


FIG. 5

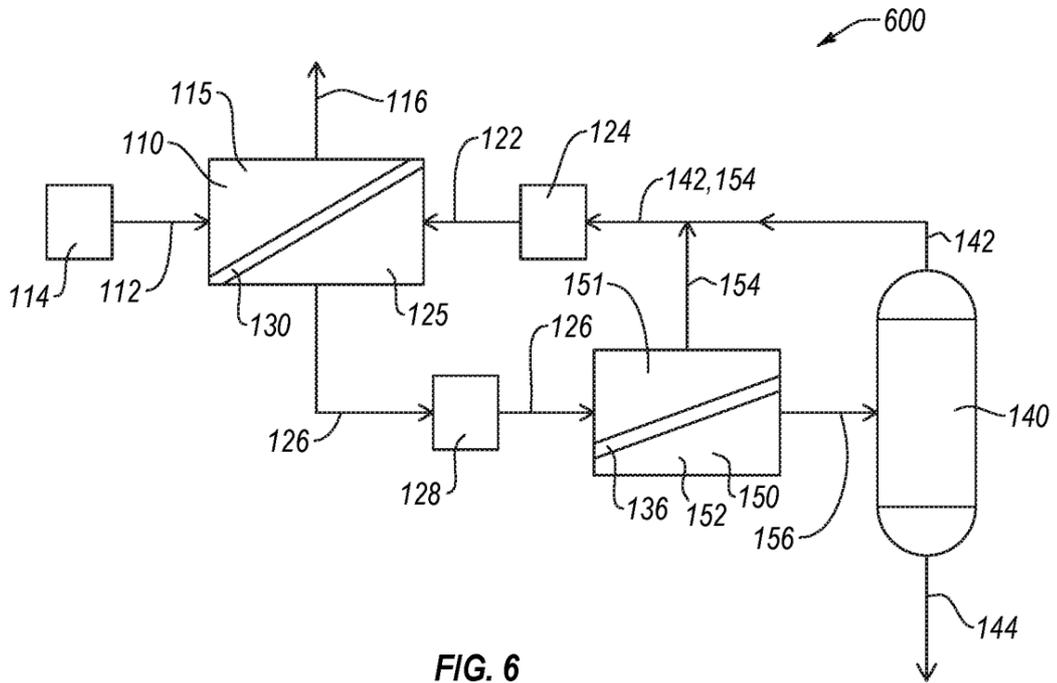


FIG. 6

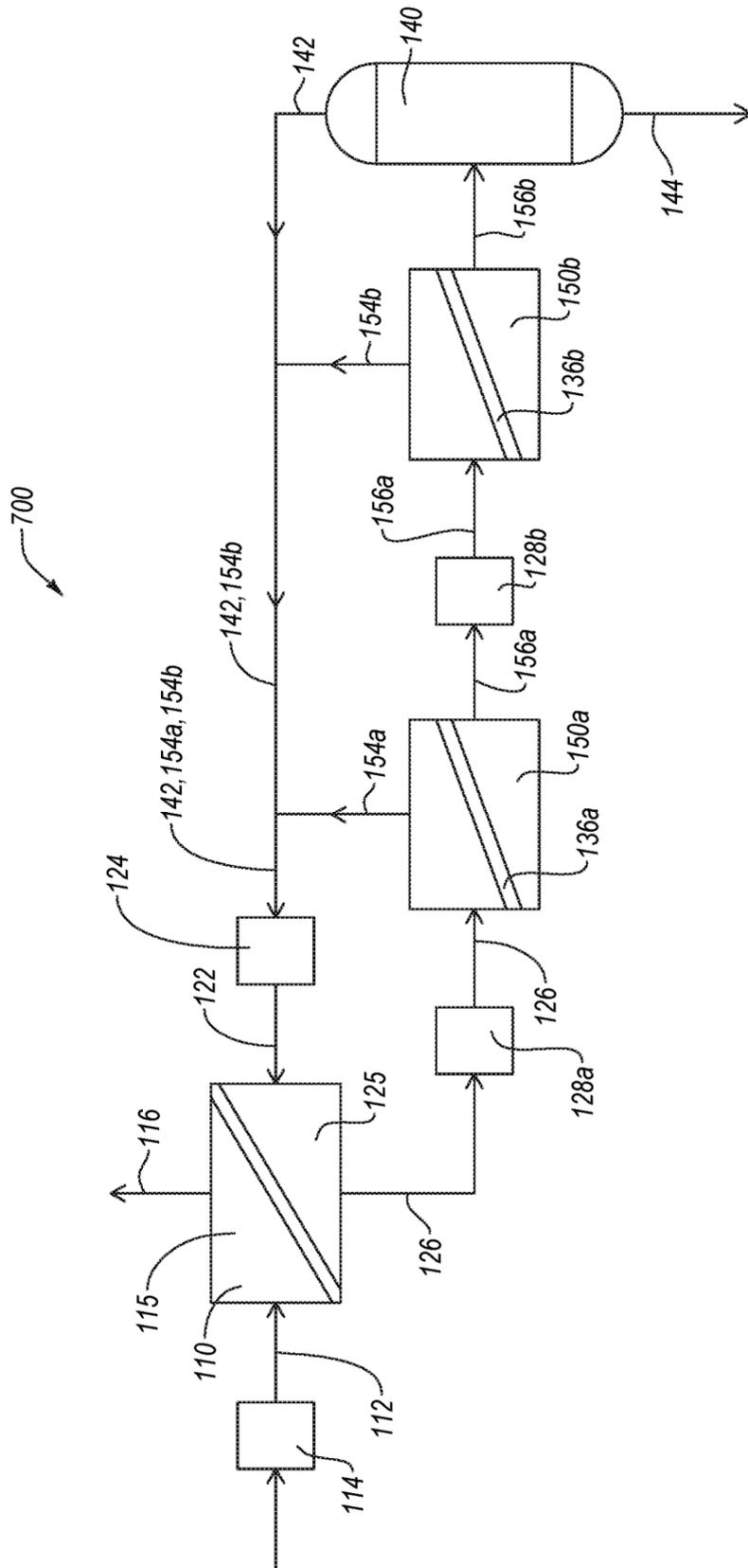


FIG. 7

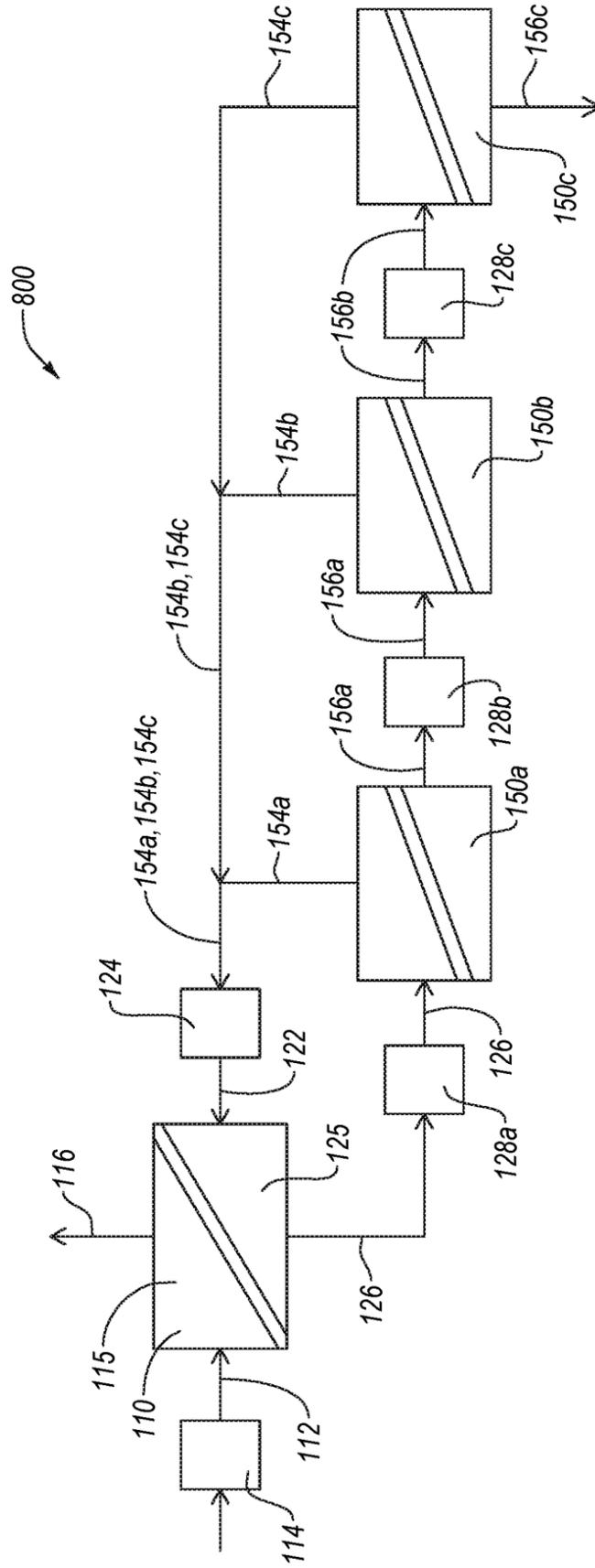


FIG. 8

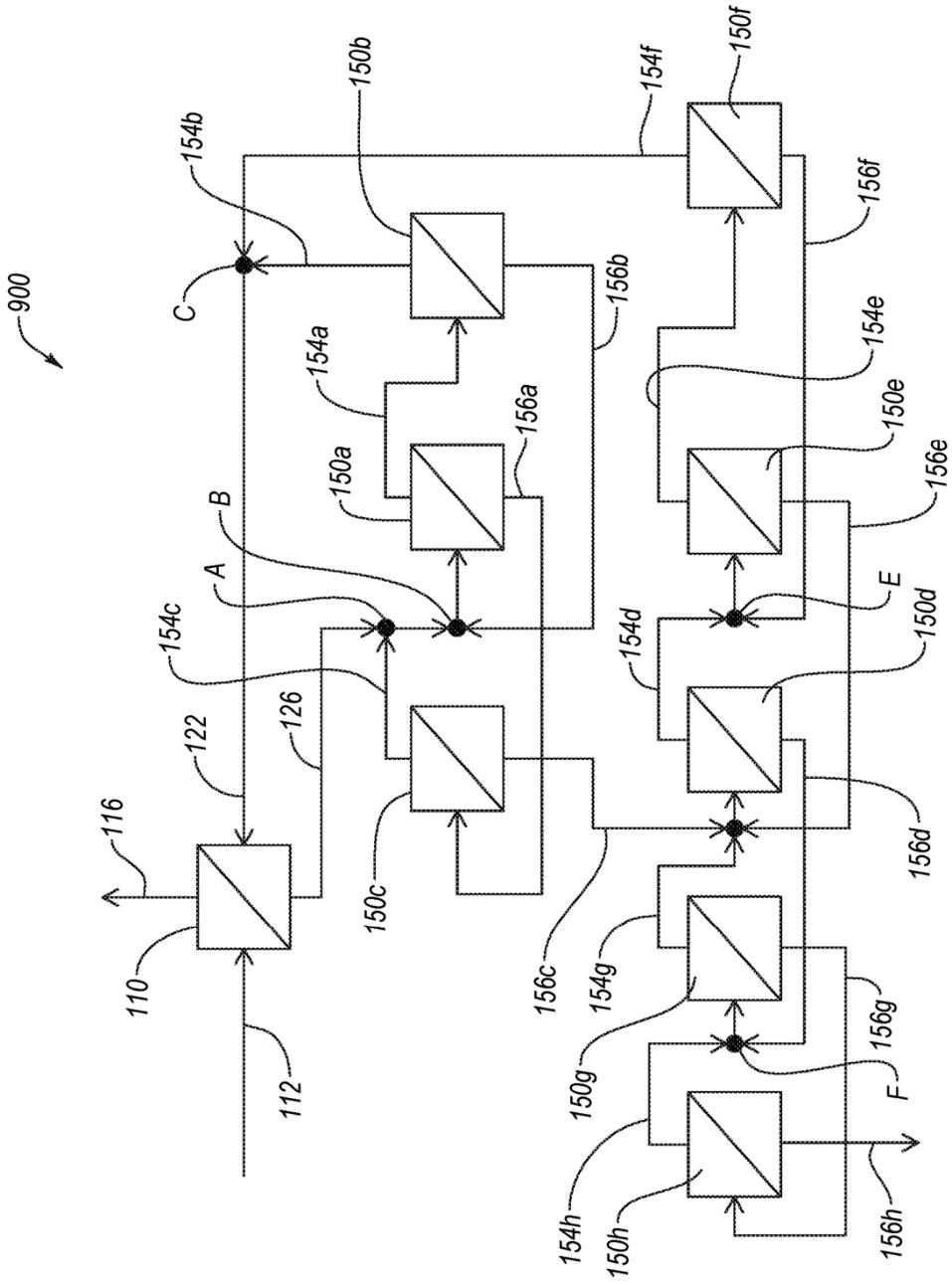


FIG. 9

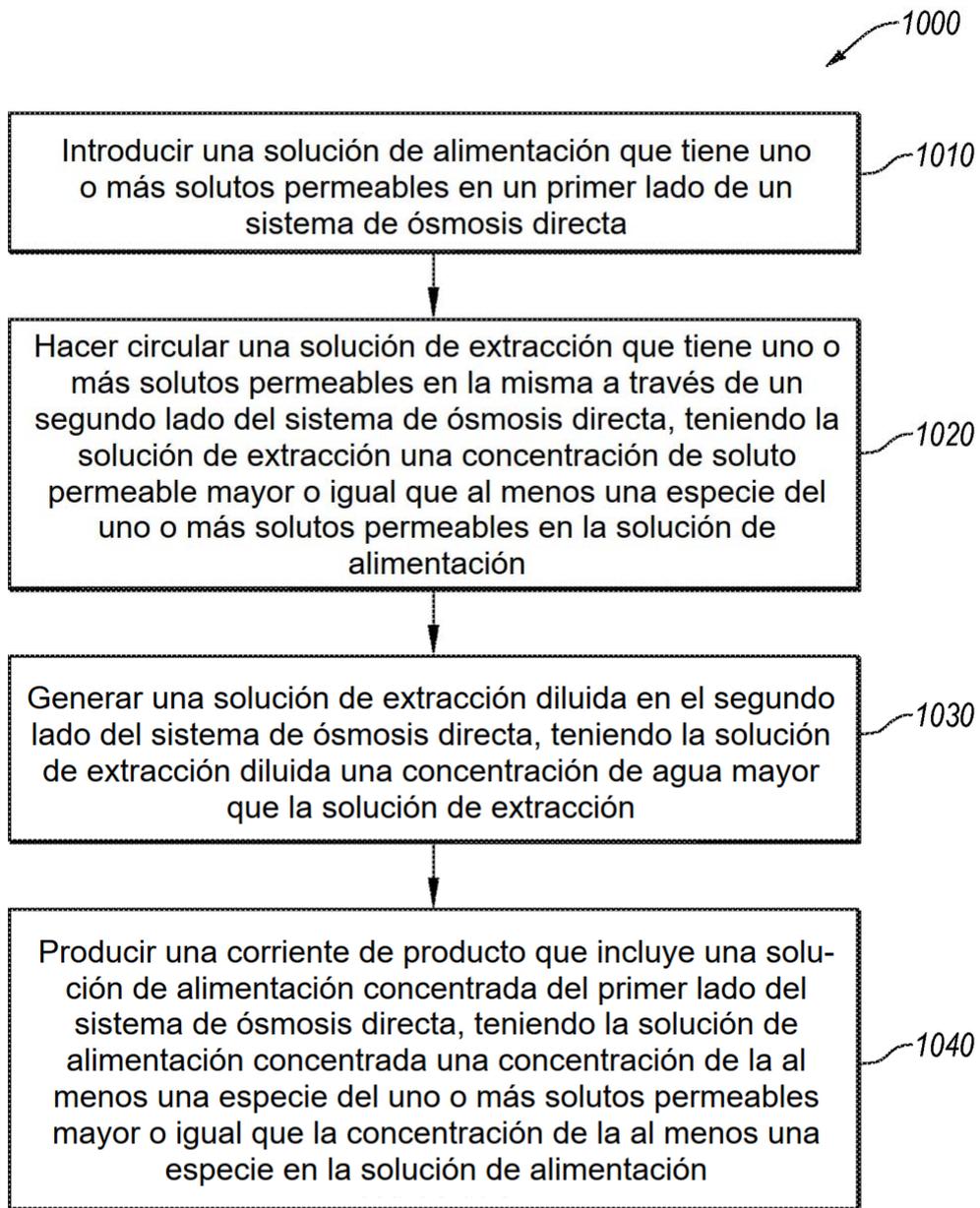


FIG. 10

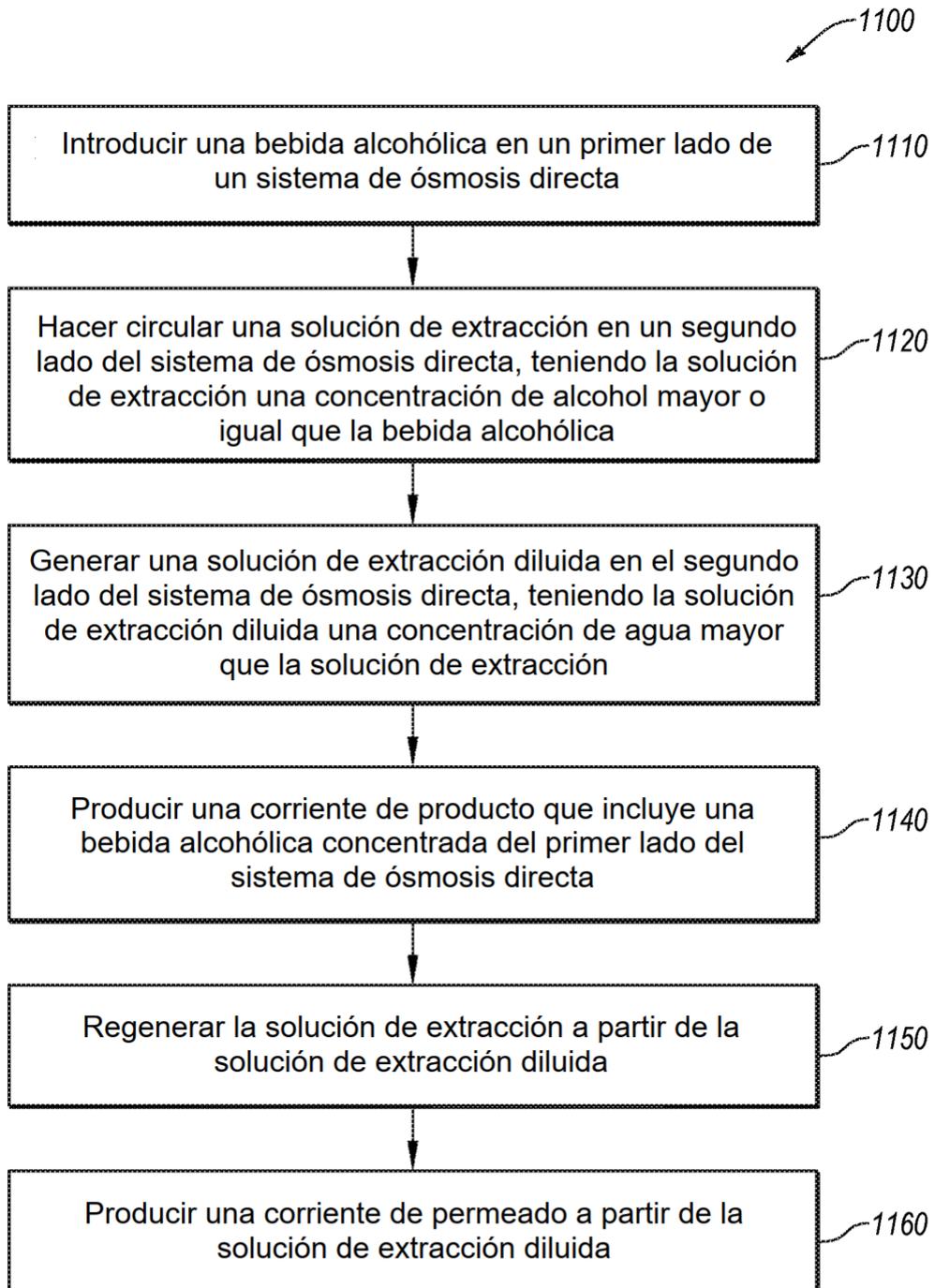


FIG. 11