

**PROCESO Y SISTEMA PARA ELIMINAR NITRÓGENO DE GAS NATURAL
LICUADO**

Campo de la Invención

5 La presente invención se relaciona en general con procesos y sistemas para recuperar gas natural licuado ("LNG", por sus siglas en inglés) a partir de un gas que contiene hidrocarburos. Más particularmente, la presente invención se relaciona en general con procesos y sistemas
10 para eliminar nitrógeno de un gas que contiene hidrocarburos y producir una corriente de LNG.

Antecedentes de la Invención

Debido a la demanda creciente por metano, se han utilizado cada vez más fuentes de gas no convencionales como
15 corrientes de alimentación para producir LNG. Sin embargo, las fuentes de gas no convencionales pueden contener altas concentraciones de nitrógeno, lo cual puede provocar problemas de operación severos cuando los gases son sometidos a licuefacción en una instalación de LNG. Por ejemplo, la
20 presencia de altas concentraciones de nitrógeno en las corrientes de alimentación de gas puede impedir que el metano se condense por completo y puede afectar negativamente la calidad de la corriente de LNG producida.

Debido al valor comercial del metano, puede ser deseable
25 en algunos casos eliminar por lo menos una porción del

nitrógeno de las corrientes de alimentación de gas durante el procesamiento. Sin embargo, algunos procesos convencionales para eliminar nitrógeno solo pueden ser comercialmente viables para ciertos tipos de corrientes de alimentación dependiendo de su concentración de nitrógeno. Adicionalmente, muchos de los procesos convencionales de eliminación de nitrógeno no están particularmente adaptados para eliminar concentraciones más pequeñas de nitrógeno de corrientes de alimentación de gas durante el procesamiento. Además, puede ser difícil regular la temperatura y otras condiciones de operación durante muchos de estos procesos convencionales de eliminación de nitrógeno, lo cual puede impactar negativamente la capacidad de eliminar nitrógeno con efectividad de la corriente de LNG resultante y producir un producto de LNG de especificación.

Por lo tanto, existe una necesidad por procesos y sistemas que puedan eliminar con más efectividad concentraciones más bajas de nitrógeno de gases que contienen hidrocarburos cuando se produce LNG.

Breve Descripción de la Invención

Una o más modalidades descritas en la presente se relacionan con un proceso para recuperar metano a partir de un gas que contiene hidrocarburos. El proceso comprende: (a) enfriar y condensar por lo menos parcialmente una corriente de alimentación que comprende el gas que contiene

hidrocarburos para proporcionar así una corriente de alimentación enfriada, en donde el gas que contiene hidrocarburos comprende nitrógeno en el intervalo de 0.5 a 30 por ciento molar; (b) fraccionar por lo menos una porción de la corriente de alimentación enfriada en una columna de destilación para formar así una corriente de fondo pobre en nitrógeno y una corriente de destilado rica en nitrógeno, en donde el fraccionamiento ocurre a una presión en el intervalo de 1 a 8 MPa y la corriente de destilado rica en nitrógeno comprende por lo menos 75 por ciento del nitrógeno originalmente presente en el gas que contiene hidrocarburos; y (c) recuperar por lo menos una porción de la corriente de fondo pobre en nitrógeno para formar así una corriente rica en LNG.

Una o más modalidades descritas en la presente se relacionan con un proceso para recuperar metano a partir de un gas que contiene hidrocarburos. El proceso comprende: (a) enfriar y condensar por lo menos parcialmente una corriente de alimentación que comprende el gas que contiene hidrocarburos para proporcionar así una corriente de alimentación enfriada, en donde el gas que contiene hidrocarburos comprende nitrógeno en el intervalo de 0.5 a 30 por ciento molar; (b) fraccionar por lo menos una porción de la corriente de alimentación enfriada en una columna de destilación para formar así una corriente de fondo pobre en

nitrógeno y una corriente de destilado rica en nitrógeno, en donde la corriente de destilado rica en nitrógeno comprende por lo menos 75 por ciento del nitrógeno originalmente presente en el gas que contiene hidrocarburos; (c) enfriar
5 por lo menos una porción de la corriente de destilado rica en nitrógeno para formar así una corriente de destilado rica en nitrógeno enfriada; (d) separar la corriente de destilado rica en nitrógeno enfriada en una corriente de reflujo líquido y un subproducto de vapor; (e) introducir por lo
10 menos una porción de la corriente de reflujo líquido en la columna de destilación; y (f) enfriar por lo menos una porción de la corriente de fondo pobre en nitrógeno para formar así una corriente rica en LNG.

Una o más modalidades descritas en la presente se
15 relacionan con una instalación para recuperar metano a partir de un gas que contiene hidrocarburos. La instalación comprende: (a) un intercambiador de calor primario que tiene un primer paso de enfriamiento en donde el primer paso de enfriamiento está configurado para enfriar el gas que
20 contiene hidrocarburos para obtener un gas que contiene hidrocarburos enfriado; (b) una columna de destilación en comunicación fluida con el primer paso de enfriamiento, en donde la columna de destilación comprende una primera entrada para recibir el gas que contiene hidrocarburos enfriado, en
25 donde la columna de destilación está configurada para separar

el gas que contiene hidrocarburos enfriado en una corriente de destilado rica en nitrógeno y una corriente de fondo pobre en nitrógeno; (c) un segundo paso de enfriamiento dispuesto en el intercambiador de calor primario en comunicación fluida con la columna de destilación, en donde el segundo paso de enfriamiento está configurado para enfriar la corriente de fondo pobre en nitrógeno para obtener una corriente líquida rica en LNG; (d) un tercer paso de enfriamiento dispuesto en el intercambiador de calor primario en comunicación fluida con la columna de destilación, en donde el tercer paso de enfriamiento está configurado para enfriar la corriente de destilado rica en nitrógeno para obtener una corriente de destilado rica en nitrógeno enfriada; (e) un sistema de reflujo en comunicación fluida entre el tercer paso de enfriamiento y la columna de destilación, en donde el sistema de reflujo está configurado para separar la corriente rica en nitrógeno enfriada en una corriente de reflujo líquido y un subproducto de vapor; y (f) un ciclo de refrigeración mixto de circuito cerrado simple dispuesto por lo menos parcialmente en el intercambiador de calor primario.

Breve Descripción de las Figuras

Modalidades de la presente invención se describen aquí con referencia a las siguientes figuras de dibujos, en donde:

La figura 1 proporciona una ilustración esquemática de una instalación de recuperación de LNG configurada de

conformidad con una modalidad de la presente invención, particularmente ilustrando el uso de un sistema de refrigerante mixto de circuito cerrado simple para recuperar metano a partir de una corriente de gas de alimentación.

5

Descripción Detallada de la Invención

La siguiente descripción detallada de modalidades de la invención hace referencia al dibujo adjunto. Las modalidades tienen como objeto describir varios aspectos de la invención suficientemente detallados para permitir que aquellos con
10 experiencia en la técnica practiquen la invención. Pueden utilizarse otras modalidades y hacerse cambios sin alejarse del alcance de las reivindicaciones. Por lo tanto, la siguiente descripción detallada no debe considerarse en un sentido limitante. El alcance de la presente invención está
15 definido solo por las reivindicaciones, junto con el alcance total de equivalentes al cual tienen derecho tales reivindicaciones.

La presente invención está dirigida en general con procesos y sistemas para eliminar nitrógeno de un gas que
20 contiene hidrocarburos y recuperar una corriente de LNG que comprende metano. Como se describe más adelante, estos procesos y sistemas pueden utilizar un sistema de refrigerante para ayudar en la eliminación de nitrógeno y recuperación de metano a partir de los gases que contienen
25 hidrocarburos. Aunque la figura 1 ilustra este sistema de

refrigerante que comprende un ciclo de refrigeración mixto de circuito cerrado simple, una persona con experiencia en la técnica apreciaría que puede usarse otro sistema de refrigeración en el proceso y sistema que se describe más adelante. Por ejemplo, el sistema de refrigeración puede comprender una sola corriente de refrigerante mixto en un ciclo de refrigeración de circuito cerrado, un ciclo dual de refrigerante mixto, o un ciclo de refrigeración en cascada. Tales sistemas de refrigeración se describen en la patente de los EE.UU. No. 3,763,658, la patente de los EE.UU. No. 5,669,234, la patente de los EE.UU. No. 6,016,665, la patente de los EE.UU. No. 6,119,479, la patente de los EE.UU. No. 6,289,692 y la patente de los EE.UU. No. 6,308,531, cuyas descripciones se incorporan aquí como referencia en su totalidad.

Con referencia ahora a la figura 1, se proporciona una ilustración esquemática de una instalación de recuperación de LNG 10 configurada de conformidad con una o más modalidades de la presente invención. La instalación de recuperación de LNG 10 puede operarse para eliminar o recuperar una porción sustancial de la cantidad total de metano en la corriente entrante de gas que contiene hidrocarburos enfriando el gas con un ciclo de refrigeración de circuito cerrado simple 12 y separar los líquidos condensados resultantes en una zona de separación de LNG 14. Detalles adicionales con respecto a la

configuración y operación de la instalación de recuperación de LNG 10, de conformidad con modalidades de la presente invención, se describen abajo con referencia a la figura 1.

Como se muestra en la figura 1, una corriente de alimentación de gas que contiene hidrocarburos puede introducirse inicialmente en la instalación de recuperación de LNG 10 por medio del conducto 110. El gas que contiene hidrocarburos puede ser convenientemente una corriente de fluido que contiene hidrocarburos, tal como, por ejemplo, una corriente de gas natural, una corriente de gas de síntesis, una corriente de gas craqueado, gas asociado de la producción de petróleo, o combinaciones de los mismos. La corriente de gas que contiene hidrocarburos en el conducto 110 puede originarse a partir de una variedad de fuentes de gas (no se muestran), incluyendo, pero sin limitarse a, una red de distribución de tubería de gas natural; un pozo de producción petrolera; una unidad de procesamiento de refinería, tal como un desintegrador catalítico fluido (FCC, por sus siglas en inglés) o una coquizadora de petróleo; o una unidad de procesamiento de petróleos pesados, tal como un mejorador de arenas petrolíferas. En ciertas modalidades, el gas que contiene hidrocarburos en el conducto 110 puede comprender o consistir de gas de síntesis.

Dependiendo de su fuente, el gas que contiene hidrocarburos puede comprender cantidades variables de

metano, nitrógeno, hidrógeno, monóxido de carbono y otros hidrocarburos. Por ejemplo, el gas que contiene hidrocarburos puede comprender por lo menos 1, 5, 10, 15, o 25 y/o no más de 90, 80, 70, 60, 50, o 40 por ciento molar de metano. Más particularmente, el gas que contiene hidrocarburos puede comprender metano en el intervalo de 1 a 90, 5 a 70, 10 a 60, 15 a 50, o 25 a 40 por ciento molar. Debe apreciarse que todos los porcentajes molares se basan en moles totales del gas que contiene hidrocarburos.

Adicionalmente, en varias modalidades, el gas que contiene hidrocarburos puede comprender por lo menos 0.5, 1, 2, 3, o 5 y/o no más de 40, 35, 30, 20, o 15 por ciento molar de nitrógeno. Más particularmente, el gas que contiene hidrocarburos puede comprender nitrógeno en el intervalo de 0.5 a 40, 1 a 35, 2 a 30, 3 a 20, o 5 a 15 por ciento molar. En ciertas modalidades, el gas que contiene hidrocarburos comprende concentraciones menores de nitrógeno con el fin de facilitar mejor el proceso de eliminación de nitrógeno descrito más adelante.

Adicionalmente o alternativamente, el gas que contiene hidrocarburos puede comprender por lo menos 25, 40, o 50 y/o no más de 99, 90, o 75 por ciento molar de hidrógeno. Más particularmente, el gas que contiene hidrocarburos puede comprender hidrógeno en el intervalo de 25 a 99, 40 a 90, o 50 a 70 por ciento molar. En ciertas modalidades, el gas que

contiene hidrocarburos comprende poco o nada de hidrógeno. Por ejemplo, el gas que contiene hidrocarburos puede comprender menos de 10, 5, 1, o 0.5 por ciento molar de hidrógeno.

5 En varias modalidades, el gas que contiene hidrocarburos puede comprender poco o nada de monóxido de carbono. Por ejemplo, el gas que contiene hidrocarburos puede comprender no más de 20, 10, 5, o 1 por ciento molar de monóxido de carbono.

10 Adicionalmente, el gas que contiene hidrocarburos puede comprender cierta cantidad de componentes C_2-C_5 , los cuales incluyen sus isómeros parafínicos y olefínicos. Por ejemplo, el gas que contiene hidrocarburos puede comprender menos de 15, 10, 5, o 2 por ciento molar de componentes C_2-C_5 .

15 Como se muestra en la figura 1, el gas que contiene hidrocarburos en el conducto 110 puede dirigirse inicialmente a una zona de pretratamiento 16, en donde uno o más constituyentes no deseados pueden eliminarse del gas antes del enfriamiento. En una o más modalidades, la zona de
20 pretratamiento 16 puede incluir uno o más recipientes de separación vapor-líquido (no se muestran) para eliminar agua líquida o componentes hidrocarbonados del gas de alimentación. Opcionalmente, la zona de pretratamiento 16 puede incluir una o más zonas de eliminación de gas (no se
25 muestran), tales como, por ejemplo, una unidad de amina o un

tamiz molecular, para eliminar dióxido de carbono o compuestos que contienen azufre de la corriente de gas en el conducto 110.

La corriente de gas tratado que sale de la zona de pretratamiento 16 a través del conducto 112 puede dirigirse después a una unidad de deshidratación 18, en donde sustancialmente toda el agua residual puede eliminarse de la corriente de gas de alimentación. La unidad de deshidratación 18 puede utilizar cualquier sistema de eliminación de agua conocido, tal como, por ejemplo, lechos de tamiz molecular. Una vez seca, la corriente de gas en el conducto 114 puede tener una temperatura de por lo menos 5, 10 o 15 °C y/o no más de 100, 75 o 40 °C. Más particularmente, la corriente de gas en el conducto 114 puede tener una temperatura en el intervalo de 5 a 100 °C, 10 a 75 °C, o 15 a 40 °C. Adicionalmente o alternativamente, la corriente de gas en el conducto 114 puede tener una presión de por lo menos 1.5, 2.5, 3.5, o 4 y/o no más de 9, 8, 7.5, o 7 MPa. Más particularmente, la corriente de gas en el conducto 114 puede tener una presión en el intervalo de 1.5 a 9, 2.5 a 8, 3.5 a 7.5, o 4 a 7 MPa.

Como se muestra en la figura 1, la corriente de alimentación que contiene hidrocarburos en el conducto 114 puede introducirse en un primer paso de enfriamiento 22 de un intercambiador de calor primario 20. El intercambiador de

calor primario 20 puede ser cualquier intercambiador de calor o una serie de intercambiadores de calor que operan para enfriar y condensar por lo menos parcialmente la corriente de gas de alimentación en el conducto 114 vía un intercambio de calor indirecto con una o más corrientes de enfriamiento. En una o más modalidades, el intercambiador de calor primario 20 puede ser un intercambiador de calor de aluminio cobresoldado que comprende un solo paso de enfriamiento y calentamiento (por ejemplo, un núcleo) o una pluralidad de pasos de enfriamiento y calentamiento (por ejemplo, núcleos) dispuestos en el mismo para facilitar el intercambio de calor indirecto entre una o más corrientes de proceso y una o más corrientes de refrigerante. Aunque en la figura 1 se ilustra en general comprendiendo un solo núcleo o "coraza", debe entenderse que el intercambiador de calor primario 20 puede, en algunas modalidades, comprender dos o más núcleos o corazas separadas, incluidas opcionalmente por una "caja fría" para minimizar la ganancia de calor del ambiente de los alrededores.

La corriente de gas de alimentación que contiene hidrocarburos que pasa a través del paso de enfriamiento 22 del intercambiador de calor primario 20 puede enfriarse y condensarse por lo menos parcialmente mediante intercambio de calor indirecto con refrigerante y/o corrientes de gas residual en los pasos respectivos 26 y 42, los cuales se

describen más adelante más detalladamente. Durante el enfriamiento, una porción sustancial de los componentes de metano en la corriente de gas de alimentación puede condensarse a partir de la fase vapor para proporcionar así una corriente de gas de dos fases enfriada en el conducto 116. En una o más modalidades, por lo menos 10, 25, 50, 60, 70, 80, o 90 por ciento de la cantidad total de metano introducido en el intercambiador primario 20 a través del conducto 114 puede condensarse en el paso de enfriamiento 22.

La corriente de gas enfriada en el conducto 116 puede tener una temperatura de -5, -10, -20, o -30 °C y/o no más frío que -200, -150, -100, o -75 °C. Más particularmente, la corriente de gas enfriada en el conducto 116 puede tener una temperatura en el intervalo de -5 a -200 °C, -10 a -150 °C, -20 a -100 °C, o -30 a -75 °C. En ciertas modalidades, la corriente de gas enfriada en el conducto 116 puede tener una temperatura de aproximadamente -33 °C. Adicionalmente o alternativamente, la corriente de gas enfriada en el conducto 116 puede tener una presión de por lo menos 1.5, 2.5, 3.5, o 4 y/o no más de 9, 8, 7.5, o 7 MPa. Más particularmente, la corriente de gas en el conducto 116 puede tener una presión en el intervalo de 1.5 a 9, 2.5 a 8, 3.5 a 7.5, o 4 a 7 MPa.

Como se muestra en la figura 1, la corriente de gas enfriada en el conducto 116 puede transferirse a por lo menos un rehervidor 28 para funcionar opcionalmente como medio de

calentamiento para la columna de destilación 30. El rehervidor 28 puede usarse para calentar y vaporizar por lo menos parcialmente una corriente de líquido extraída de la columna de destilación 30 a través del conducto 118. El rehervidor 28 puede calentar la corriente de líquido del conducto 118 por intercambio de calor indirecto con una corriente de fluido de calentamiento, tal como, por ejemplo, la corriente de gas enfriada en el conducto 116. Aunque se ilustra en general incluyendo un solo rehervidor 28, debe entenderse que puede emplearse cualquier número de rehervidores, operables para extraer corrientes en las mismas etapas de transferencia de masa o en etapas diferentes en la columna de destilación 30, con el fin de mantener la temperatura deseada y/o el perfil de composición en la misma.

Mientras se encuentra el rehervidor 28, la corriente de gas enfriada del conducto 116 puede enfriarse más mediante la corriente de líquido del conducto 118. Por ejemplo, mientras se encuentra en el rehervidor 28, la temperatura de la corriente de gas del conducto 116 puede descenderse por lo menos 10, 20, 30, 40, o 50 °C y/o no más de 100, 80, 70, o 60 °C. Más particularmente, mientras se encuentra en el rehervidor 28 la temperatura de la corriente de gas enfriada del conducto 116 puede descenderse en el intervalo de 20 a 100 °C, 30 a 80 °C, 40 a 70 °C, o 50 a 60 °C.

Al salir del rehervidor 28, la corriente de gas enfriada

en el conducto 120 puede tener una temperatura de al menos -30, -50, -65, o -80 °C y/o no más fría que -200, -175, -150, o -100 °C. Más particularmente, la corriente de gas enfriada en el conducto 120 puede tener una temperatura en el
5 intervalo de -30 a -200 °C, -50 a -175 °C, -65 a -150 °C, o -80 a -100 °C.

Adicionalmente, en varias modalidades, la corriente de gas enfriada en el conducto 120 puede tener una presión de por lo menos 1.5, 2.5, 3.5, o 4.5 y/o no más de 9, 8, 7, o 6
10 MPa. Más particularmente, la corriente de gas en el conducto 120 puede tener una presión en el intervalo de 1.5 a 9, 2.5 a 8, 3.5 a 7, o 4.5 a 6 MPa. Debe apreciarse que la única caída de presión en este punto en el sistema puede atribuirse generalmente a ineficiencias asociadas con la tubería, el
15 intercambiador de calor, y otras unidades de procesamiento.

Haciendo referencia nuevamente a la figura 1, por lo menos una porción de la corriente de gas enfriada en el conducto 120 puede dirigirse a un paso de enfriamiento 32 dispuesto en el intercambiador de calor primario 20, en donde
20 la corriente de gas puede enfriarse y condensarse por lo menos parcialmente mediante intercambio de calor indirecto con el refrigerante y/o las corrientes de gas residual en los pasos respectivos 26 y 42. Durante el enfriamiento, una porción sustancial de los componentes de metano en la
25 corriente de gas enfriada del conducto 120 puede condensarse

a partir de la fase vapor para proporcionar así una corriente de gas de dos fases más enfriada en el conducto 122. En una o más modalidades, por lo menos 50, 60, 70, 80, o 90 por ciento de la cantidad total de metano introducido en el intercambiador primario 20 a través del conducto 120 es decir en forma de vapor puede condensarse en el paso de enfriamiento 32.

La corriente de gas enfriada en el conducto 122 puede tener una temperatura de al menos -30, -50, -80, o -100 °C y/o no más fría que -200, -175, -150, o -120 °C. Más particularmente, la corriente de gas enfriada en el conducto 122 puede tener una temperatura en el intervalo de -30 a -200 °C, -50 a -175 °C, -80 a -150 °C, o -100 a -120 °C. En ciertas modalidades, la corriente de gas enfriada en el conducto 122 puede tener una temperatura de aproximadamente -110 °C. Adicionalmente o alternativamente, la corriente de gas enfriada en el conducto 122 puede tener una presión de por lo menos 1.5, 2.5, 3.5, o 4.5 y/o no más de 9, 8, 7, o 6 MPa. Más particularmente, la corriente de gas en el conducto 122 puede tener una presión en el intervalo de 1.5 a 9, 2.5 a 8, 3.5 a 7, o 4.5 a 6 MPa.

Como se muestra en la figura 1, la corriente de gas enfriada preferentemente de dos fases en el conducto 122 puede introducirse a la columna de destilación 30 y someterse a fraccionamiento. La columna de destilación 30 puede ser

cualquier recipiente de separación vapor-líquido capaz de separar más el metano del hidrógeno, monóxido de carbono y nitrógeno. En una o más modalidades, la columna de destilación 30 puede ser una columna de destilación de etapas múltiples que comprende por lo menos 2, 5, 10 ó 12 y/o no más de 50, 40 30 ó 20 etapas de separación reales o teóricas. Cuando la columna de destilación 30 comprende una columna de etapas múltiples, pueden usarse uno o más tipos de internos de columna con el fin de facilitar la transferencia de calor y/o de masa entre las fases vapor y líquido. Ejemplos de internos de columna adecuados pueden incluir, pero no se limitan a, bandejas de contacto vapor-líquido, empaques estructurados, empaques aleatorios, y cualquier combinación de los mismos.

En varias modalidades, la columna de destilación 30 puede operarse para separar por lo menos 65, 75, 85, 90, o 99 por ciento del metano presente en las corrientes de fluido introducidas en la misma. La columna de destilación 30 puede operar a una presión de por lo menos 1, 1.5, 2, o 2.4 y/o no más de 7, 6, 5, o 4.2 MPa. Más particularmente, la columna de destilación 30 puede operar a una presión en el intervalo de 1 a 7, 1.5 a 6, 2 a 5, o 2.4 a 4.2 MPa. En ciertas modalidades, la columna de destilación 30 puede operar a una presión de aproximadamente 2.6 MPa o a una presión de aproximadamente 4.2 MPa dependiendo del contenido de

nitrógeno del gas que contiene hidrocarburos utilizado como la corriente de alimentación.

La temperatura de la columna de destilación 30 puede variar dependiendo del contenido del gas que contiene hidrocarburos introducido en el sistema. En varias modalidades, la parte media superior de la columna de destilación 30 puede operar a una temperatura de al menos -75, -100, -120, o -155 °C y/o no más fría que -215, -200, -190, o -180 °C. Más particularmente, la parte media superior de la columna de destilación 30 puede operar a una temperatura en el intervalo de -75 a -215 °C, -100 a -200 °C, -120 a -190 °C, o -155 a -180 °C. Adicionalmente, la parte media inferior de la columna de destilación 30 puede operar a una temperatura de al menos -35, -50, -65, o -85 °C y/o no más fría que -200, -175, -150, o -110 °C. Más particularmente, la parte media inferior de la columna de destilación 30 puede operar a una temperatura en el intervalo de -35 a -200 °C, -50 a -175 °C, -65 a -150 °C, o -85 a -110 °C.

Como se ilustra en la figura 1, una corriente de fondo pobre en nitrógeno sale de la columna de destilación 30 a través del conducto 124 y una corriente de destilado rica en nitrógeno sale de la columna de destilación 30 a través del conducto 126.

Tal como se usa aquí, "pobre en nitrógeno" y "rico en

nitrógeno" se refiere al contenido de nitrógeno de los componentes separados en relación con el contenido de nitrógeno del componente original del cual se derivan los componentes separados. Por lo tanto, un componente rico en nitrógeno contiene un porcentaje molar mayor de nitrógeno que el componente del cual se deriva, mientras que un componente pobre en nitrógeno contiene un porcentaje molar menor de nitrógeno que el componente del cual se deriva. En el presente caso, la corriente de destilado rica en nitrógeno contiene un porcentaje molar mayor de nitrógeno en comparación con la corriente del conducto 122, mientras que la corriente de fondo pobre en nitrógeno contiene un porcentaje molar menor de nitrógeno en comparación con la corriente del conducto 122. Las cantidades de la corriente de destilado rica en nitrógeno y la corriente de fondo pobre en nitrógeno pueden variar dependiendo del contenido del gas que contiene hidrocarburos en el conducto 110 y las condiciones de operación de la columna de destilación 30.

La corriente de fondo pobre en nitrógeno en el conducto 124 puede estar en forma de un líquido y comprender una cantidad significativa de metano. Por ejemplo, la corriente de fondo pobre en nitrógeno en el conducto 124 puede comprender por lo menos 60, 75, 80, 85, 90, 95, 96, o 97.5 por ciento molar de metano. Adicionalmente o alternativamente, la corriente de fondo pobre en nitrógeno en

el conducto 124 puede comprender no más de 99.9, 99, o 98 por ciento molar de metano.

Debido al fraccionamiento en la columna de destilación 30, la corriente de fondo pobre en nitrógeno en el conducto 124 puede contener cantidades residuales de nitrógeno. Por ejemplo, la corriente de fondo pobre en nitrógeno en el conducto 124 puede comprender por lo menos 50, 60, 70, 80, 85, 90 o 95 por ciento menos nitrógeno que el gas que contiene hidrocarburos con base en el porcentaje molar de nitrógeno. En varias modalidades, la corriente de fondo pobre en nitrógeno en el conducto 124 puede comprender menos de 10, 8, 6, 5, 4, 3, 2, o 1 por ciento molar de nitrógeno.

La corriente de fondo pobre en nitrógeno en el conductor 124 también puede comprender algo de hidrógeno residual y monóxido de carbono. Por ejemplo, la corriente de fondo pobre en nitrógeno en el conducto 124 puede comprender menos de 1, 0.5, 0.1, o 0.01 por ciento molar de hidrógeno. Adicionalmente o alternativamente, la corriente de fondo pobre en nitrógeno en el conducto 124 puede comprender menos de 1, 0.5, 0.1, o 0.01 por ciento molar de monóxido de carbono. En ciertas modalidades, la corriente de fondo pobre en nitrógeno en el conducto 124 no comprende sustancialmente nada de hidrógeno y/o monóxido de carbono.

Adicionalmente, en varias modalidades, la corriente de fondo pobre en nitrógeno en el conducto 124 puede comprender

por lo menos 0.5, 1, 1.5, o 2 y/o no más de 20, 10, 8, 6, o 4 por ciento molar de hidrocarburos C_2-C_6 . Más particularmente, la corriente de fondo pobre en nitrógeno en el conducto 124 puede comprender hidrocarburos C_2-C_6 en el intervalo de 0.5 a 20, 1 a 10, 1.5 a 6, o 2 a 4 por ciento molar.

Como se muestra la figura 1, la corriente de fondo pobre en nitrógeno en el conducto 124 puede dirigirse a un paso de enfriamiento 34 dispuesto en el intercambiador de calor primario 20, en donde la corriente de gas puede enfriarse y condensarse por lo menos parcialmente mediante intercambio de calor indirecto con el refrigerante y/o las corrientes de gas residual en los pasos respectivos 26 y 42. La corriente enfriada que sale del paso de enfriamiento 34 a través del conducto 128 puede ser un producto rico en LNG. Tal como se usa en la presente, "rico en LNG" significa que la composición particular comprende por lo menos 50 por ciento molar de metano. Debe apreciarse que este producto rico en LNG generalmente tiene la misma composición que la corriente de fondo pobre en nitrógeno en el conducto 124 descrita arriba. Por lo tanto, todas las propiedades e intervalos de composiciones discutidos arriba con respecto a la corriente de fondo pobre en nitrógeno en el conducto 124 también pueden aplicar al producto rico en LNG en el conducto 128. El producto rico en LNG en el conducto 128 puede tener una temperatura de al menos -120, -130, -140, o -145 °C y/o no

más fría que -200, -190, -180, o -165 °C. Más particularmente, el producto rico en LNG en el conducto 128 puede tener una temperatura en el intervalo de -120 a -200 °C, -130 a -190 °C, -140 a -180 °C, o -145 a -165 °C. En 5 ciertas modalidades, el producto rico en LNG en el conducto 128 puede tener una temperatura de aproximadamente -156 °C.

Con referencia nuevamente a la corriente de destilado rica en nitrógeno en el conducto 126, esta corriente puede estar en forma de un vapor y puede contener la mayoría del 10 nitrógeno originalmente encontrado en el gas que contiene hidrocarburos en el conducto 110. Por ejemplo, la corriente de destilado rica en nitrógeno en el conducto 126 puede comprender por lo menos 60, 75, 80, 85, 90, 95, o 98 por ciento del nitrógeno originalmente presente en el gas que 15 contiene hidrocarburos. En varias modalidades, la corriente de destilado rica en nitrógeno en el conducto 126 puede comprender por lo menos 5, 10, 25, 50, 75, 80, 85, 90 o 95 por ciento molar de nitrógeno.

Adicionalmente, la corriente de destilado rica en 20 nitrógeno en el conducto 126 puede comprender la mayoría del hidrógeno y/o monóxido de carbono originalmente encontrados en el gas que contiene hidrocarburos. Por ejemplo, la corriente de destilado rica en nitrógeno en el conducto 126 puede comprender por lo menos 40, 55, 75, 85, o 99 por ciento 25 del hidrógeno y/o monóxido de carbono originalmente presentes

en el gas que contiene hidrocarburos.

En varias modalidades, la corriente de destilado rica en nitrógeno en el conducto 126 puede comprender por lo menos 5, 15, 25 ó 30 y/o no más de 75, 65, 50 o 40 por ciento molar de hidrógeno. Alternativamente, la corriente de destilado rica en nitrógeno en el conducto 126 puede comprender sustancialmente nada de hidrógeno. Por ejemplo, la corriente de destilado rica en nitrógeno en el conducto 126 puede comprender menos de 25, 15, 10, 5, o 1 por ciento molar de hidrógeno. Adicionalmente o alternativamente, la corriente de destilado rica en nitrógeno en el conducto 126 puede comprender menos de 25, 15, 10, 5, o 1 por ciento molar de monóxido de carbono.

Además la corriente de destilado rica en nitrógeno en el conducto 126 puede comprender algo de metano residual. Por ejemplo, la corriente de destilado rica en nitrógeno en el conducto 126 puede comprender menos de 10, 5, 4, 3, 2, o 1 por ciento molar de metano.

Como se muestra la figura 1, la corriente de destilado rica en nitrógeno en el conducto 126 puede dirigirse a un paso de enfriamiento 36 dispuesto en el intercambiador de calor primario 20, en donde la corriente puede enfriarse y condensarse por lo menos parcialmente mediante intercambio de calor indirecto con el refrigerante y/o las corrientes de gas residual en los pasos respectivos 26 y 42. La corriente de

gas enfriada que sale del paso de enfriamiento 36 a través del conducto 130 puede tener una temperatura de al menos -120, -130, -140, o -145 °C y/o no más fría que -200, -190, -180, o -165 °C. Más particularmente, la corriente enfriada en el conducto 130 puede tener una temperatura en el intervalo de -120 a -200 °C, -130 a -190 °C, -140 a -180 °C, o -145 a -165 °C. En ciertas modalidades, la corriente enfriada en el conducto 130 puede tener una temperatura de aproximadamente -156 °C.

La corriente enfriada en el conducto 130 puede dirigirse después a un tambor de condensador de reflujo 38, en donde por lo menos una porción de la corriente enfriada en el conducto 130 puede dividirse en una corriente de reflujo líquido pobre en nitrógeno y una corriente superior rica en nitrógeno. La corriente de reflujo líquido pobre en nitrógeno sale del tambor de condensador de reflujo 38 a través del conducto 132 y la corriente superior rica en nitrógeno sale del tambor de condensador de reflujo 38 a través del conducto 134.

El tambor de condensador de reflujo 38 puede separar la corriente enfriada en el conducto 130 a una presión de por lo menos 1, 1.5, 2, o 2.4 y/o no más de 8, 6, 5, o 4.2 MPa. Más particularmente, el tambor de condensador de reflujo 38 puede operar a una presión en el intervalo de 1 a 8, 1.5 a 6, 2 a 5, o 2.4 a 4.2 MPa. En ciertas modalidades, la presión en el

tambor de condensador de reflujo 38 puede ser la misma o sustancialmente la misma que la presión en la columna de destilación 30. Tal como se usa en la presente, "sustancialmente la misma que" significa que la presión varía
5 en menos de 5 por ciento.

La corriente de reflujo líquido pobre en nitrógeno en el conducto 132 puede comprender la mayor parte del metano originalmente presente en la corriente enfriada en el conducto 130. Por ejemplo, la corriente de reflujo líquido
10 pobre en nitrógeno en el conducto 132 puede comprender por lo menos 50, 65, 75 ó 95 por ciento del metano originalmente presente en la corriente enfriada en el conducto 130. En varias modalidades, la corriente de reflujo líquido pobre en nitrógeno en el conducto 132 puede comprender por lo menos
15 10, 25, 40 ó 65 y/o no más de 99, 95, 85 o 80 por ciento molar de metano. Más particularmente, la corriente de reflujo líquido pobre en nitrógeno en el conducto 132 puede comprender metano en el intervalo de 10 a 99, 25 a 95, 40 a 85, o 65 a 80 por ciento molar.

20 Adicionalmente o alternativamente, la corriente de reflujo líquido pobre en nitrógeno en el conducto 132 puede comprender cantidades residuales de nitrógeno. Por ejemplo, la corriente de reflujo líquido pobre en nitrógeno en el conducto 132 puede comprender menos de 40, 25, 15, 5, o 2 por
25 ciento molar de nitrógeno.

Adicionalmente, en ciertas modalidades, la corriente de reflujo líquido pobre en nitrógeno en el conducto 132 puede comprender hidrógeno, cuando está presente en el gas que contiene hidrocarburos original. Por ejemplo, la corriente de reflujo líquido pobre en nitrógeno en el conducto 132 puede comprender por lo menos 0.1, 0.5, 1 ó 3 y/o no más de 20, 15, 10 ó 5 por ciento molar de hidrógeno. Más particularmente, la corriente de reflujo líquido pobre en nitrógeno en el conducto 132 puede comprender hidrógeno en el intervalo de 0.1 a 20, 0.5 a 15, 1 a 10, o 3 a 5 por ciento molar. En ciertas modalidades, la corriente de reflujo líquido pobre en nitrógeno en el conducto 132 no comprende sustancialmente nada de hidrógeno.

Por lo menos una porción de la corriente de reflujo líquido pobre en nitrógeno en el conducto 132 puede bombearse por medio de la bomba de reflujo 40 al conducto 136 en donde puede transferirse a la columna de destilación 30 para ser utilizada como corriente de reflujo. El uso de la corriente de reflujo líquido pobre en nitrógeno en el conducto 132 como corriente de reflujo puede ayudar a minimizar las pérdidas de metano en la instalación 10. Adicionalmente, el uso de la corriente de reflujo líquido pobre en nitrógeno en el conducto 132 como una corriente de reflujo puede permitir mayor control en las condiciones de temperatura en la columna de destilación 30, lo cual puede aumentar la eficiencia de

separación de nitrógeno y metano en la columna de destilación 30.

Con referencia de nuevo a la figura 1, la corriente superior rica en nitrógeno en el conducto 134 puede comprender la mayor parte del nitrógeno originalmente presente en la corriente enfriada en el conducto 130. Por ejemplo, la corriente superior rica en nitrógeno en el conducto 134 puede comprender por lo menos 50, 65, 75 ó 95 por ciento del nitrógeno originalmente presente en la corriente enfriada en el conducto 130. En varias modalidades, la corriente superior rica en nitrógeno en el conducto 134 puede comprender por lo menos 10, 25, 50, 65, 80 o 95 por ciento molar de nitrógeno.

Adicionalmente, la corriente superior rica en nitrógeno en el conducto 134 puede comprender cantidades residuales de metano. Por ejemplo, la corriente superior rica en nitrógeno en el conducto 134 puede comprender menos de 10, 6, 5, 3, 2, o 1 por ciento molar de metano.

Adicionalmente o alternativamente, la corriente superior rica en nitrógeno en el conducto 134 puede comprender hidrógeno si está presente en el gas que contiene hidrocarburos. Por ejemplo, la corriente superior rica en nitrógeno en el conducto 134 puede comprender por lo menos 15, 25, 35 ó 50 y/o no más de 99, 95, 85 o 80 por ciento molar de hidrógeno. Más particularmente, la corriente

superior rica en nitrógeno en el conducto 134 puede comprender hidrógeno en el intervalo de 15 a 99, 25 a 95, 35 a 85, o 50 a 80 por ciento molar. En ciertas modalidades, la corriente superior rica en nitrógeno en el conducto 134 puede
5 comprender sustancialmente nada de hidrógeno.

Como se muestra la figura 1, la corriente superior rica en nitrógeno en el conducto 134 puede dirigirse a un paso de calentamiento 42 del intercambiador de calor primario 20, en donde la corriente puede calentarse por intercambio de calor
10 indirecto con los pasos 22, 24, 32, 34 y 36. La corriente de vapor calentada resultante en el conducto 138 puede comprimirse opcionalmente por medio del compresor de gas residual 44 antes de ser dirigido fuera de la instalación de recuperación de LNG 10 a través del conducto 140. Una vez
15 removida de la instalación de recuperación de LNG 10, la corriente de gas comprimido en el conducto 140 puede dirigirse para uso adicional, procesamiento, y/o almacenamiento.

Con referencia ahora al ciclo de refrigeración 12 de la
20 instalación de recuperación de LNG 10 ilustrada en la figura 1, este ciclo de refrigeración adicional se describe más detalladamente en la patente de los EE.UU. No. 5,657,643, la cual se incorpora como referencia en su totalidad. El ciclo de refrigeración de circuito cerrado 12 se ilustra
25 comprendiendo en general un compresor de refrigerante 46, un

enfriador interetapas opcional 48 y un acumulador interetapas 50, un condensador de refrigerante 52, un acumulador de refrigerante 54, y un tambor de succión de refrigerante 56. Como se muestra en la figura 1, una corriente de refrigerante mixto extraída del tambor de succión 56 a través del conducto 142 puede dirigirse a una entrada de succión del compresor de refrigerante 46, en donde puede aumentarse la presión de la corriente de refrigerante. Cuando el compresor de refrigerante 46 comprende una compresión de etapas múltiples que tiene dos o más etapas de compresión, como se muestra en la figura 1, una corriente de refrigerante parcialmente comprimida que sale de la primera etapa (de baja presión) del compresor 46 puede dirigirse a través del conducto 144 al enfriador interetapas 48, en donde la corriente puede enfriarse y condensarse por lo menos parcialmente por medio de intercambio de calor indirecto con un medio de enfriamiento (por ejemplo, agua o aire de enfriamiento).

La corriente de dos fases resultante en el conducto 146 puede introducirse en el acumulador interetapas 50, en donde las porciones de vapor y líquido pueden separarse. Una corriente de vapor extraída del acumulador 50 a través del conducto 148 puede dirigirse a la entrada de la segunda etapa (de alta presión) del compresor de refrigerante 46, en donde la corriente puede comprimirse adicionalmente. La corriente de vapor de refrigerante comprimido resultante puede

recombinarse con una porción del refrigerante de fase líquida extraído del acumulador interetapas 50 a través del conducto 150 y bombearse a presión mediante la bomba de refrigerante 58, como se muestra en la figura 1.

5 La corriente de refrigerante combinada en el conducto 152 puede dirigirse después al condensador de refrigerante 52, en donde la corriente de refrigerante presurizada puede enfriarse y condensarse por lo menos parcialmente por medio de intercambio de calor indirecto con un medio de enfriamiento (por ejemplo, agua de enfriamiento) antes de
10 introducirse al acumulador de refrigerante 54 a través del conducto 154. Como se muestra en la figura 1, las porciones de vapor y líquido de la corriente de refrigerante de dos fases en el conducto 154 pueden separarse y extraerse por
15 separado del acumulador de refrigerante 54 a través de los conductos respectivos 156 y 158. Opcionalmente, una porción de la corriente líquida en el conducto 158, presurizada por medio de la bomba de refrigerante 60, puede combinarse con la corriente de vapor en el conducto 156 justo antes de o en un
20 paso de enfriamiento de refrigerante 24 dispuesto en el intercambiador primario 20, como se muestra en la figura 1. En una modalidad, la recombinación de una porción de las porciones de vapor y líquido del refrigerante comprimido de esta manera puede ayudar a asegurar una distribución de
25 fluido apropiada en el paso de enfriamiento de refrigerante

24.

Al fluir el refrigerante comprimido a través del paso de enfriamiento de refrigerante 24, la corriente se condensa y subenfria, de tal manera que la temperatura de la corriente de refrigerante líquido extraída del intercambiador de calor primario 20 a través de conducto 160 está muy por debajo del punto de burbuja de la mezcla de refrigerante. La corriente de refrigerante subenfriado en el conducto 160 puede expandirse entonces al pasar a través de un dispositivo de expansión 62 (ilustrado aquí como una válvula de Joule-Thompson 62, aunque pueden usarse otros tipos de dispositivos de expansión), en donde la presión de la corriente puede reducirse, enfriando y vaporizando por lo menos parcialmente de esta manera la corriente de refrigerante. La corriente de refrigerante de dos fases enfriada en el conducto 162 puede dirigirse a través de un paso de calentamiento de refrigerante 26, en donde una porción sustancial de la refrigeración generada por la expansión del refrigerante puede recuperarse como enfriamiento para una o más corrientes de proceso, incluyendo la corriente de refrigerante que fluye a través del paso de enfriamiento 24, como discutió detalladamente arriba. La corriente de refrigerante calentada extraída del intercambiador de calor primario 20 a través del conducto 164 puede dirigirse entonces al tambor de succión de refrigerante 56 antes de comprimirse y reciclarse a través

del ciclo de refrigerante de circuito cerrado 12 como se discutió anteriormente.

De conformidad con varias modalidades, durante cada paso del ciclo de refrigeración discutido anteriormente, la temperatura del refrigerante puede mantenerse de tal manera que por lo menos una porción, o una porción sustancial del metano originalmente presente en la corriente de gas de alimentación puede condensarse en el intercambiador primario 20. Por ejemplo, en varias modalidades, por lo menos 50, 65, 75, 80, 85, 90, o 95 por ciento del metano total originalmente presente en la corriente de gas de alimentación introducida en el intercambiador primario 20 puede condensarse. En algunas modalidades, la operación del ciclo de refrigeración 12 a temperaturas más calientes puede disminuir la formación de uno o más subproductos no deseados en la corriente de gas de alimentación, tales como, por ejemplo gomas de nitrógeno (por ejemplo, gomas de NO_x) las cuales pueden formarse a temperaturas inferiores a aproximadamente -100°C . De conformidad con modalidades de la presente invención, la formación de tales subproductos puede minimizarse o casi eliminarse.

En una modalidad, el refrigerante utilizado en el ciclo de refrigeración de circuito cerrado 12 puede ser un refrigerante mixto. Tal como se usa en la presente, el término "refrigerante mixto" se refiere a una composición de

refrigerante que comprende dos o más constituyentes. En una modalidad, el refrigerante mixto utilizado por el ciclo de refrigeración 12 puede comprender dos o más constituyentes seleccionados del grupo que consiste de metano, etileno, etano, propileno, propano, isobutano, n-butano, isopentano, n-pentano, y combinaciones de los mismos. En algunas modalidades, la composición de refrigerante puede comprender metano, etano, propano, butano normal, e isopentano y puede excluir sustancialmente ciertos componentes, incluyendo, por ejemplo, nitrógeno o hidrocarburos halogenados. De conformidad con una o más modalidades, la composición de refrigerante puede tener un punto de ebullición inicial de por lo menos -80, -85, o -90 °C y/o no más de -50, -55, o -60 °C. Se contemplan varias composiciones de refrigerante específicas de conformidad con modalidades de la presente invención. La siguiente tabla 1 resume intervalos amplios, intermedios y estrechos para varias mezclas de refrigerante de ejemplo.

Tabla 1: Composiciones de refrigerante mixto de ejemplo

Componente	Intervalo amplio, % molar	Intervalo intermedio, % molar	Intervalo estrecho, % molar
metano	0 a 50	5 a 40	10 a 30
etileno	0 a 50	5 a 40	10 a 30

5

etano	0 a 50	5 a 40	10 a 30
propileno	0 a 50	5 a 40	5 a 30
propano	0 a 50	5 a 40	5 a 30
i-butano	0 a 10	0 a 5	0 a 2
n-butano	0 a 25	1 a 20	5 a 15
i-pentano	0 a 30	1 a 20	2 a 15
n-pentano	0 a 10	0 a 5	0 a 2

En algunas modalidades de la presente invención, puede ser deseable ajustar la composición del refrigerante mixto para alterar de esta manera su curva de enfriamiento y, por lo tanto, su potencial de refrigeración. La modificación puede utilizarse para acomodar, por ejemplo, cambios en la composición y/o la velocidad de flujo de la corriente de gas de alimentación introducida en la instalación de recuperación de LNG 10. En una modalidad, la composición del refrigerante mixto puede ajustarse de tal manera que la curva de calentamiento del refrigerante que se evapora coincide más estrechamente con la curva de enfriamiento de la corriente de gas de alimentación. Un método para la coincidencia de curva se describe detalladamente en la patente de los EE.UU. No. 4,033,735, cuya descripción se incorpora aquí como referencia en su totalidad.

25 Por lo tanto, los procesos y sistemas antes

mencionados pueden utilizarse para eliminar nitrógeno de un gas que contiene hidrocarburos, permitiendo con ello la recuperación de una corriente de LNG.

Las formas preferidas de la invención descritas arriba
5 deben usarse solo como ilustración, y no deben usarse en un sentido limitante para interpretar el alcance de la presente invención. Aquellos con experiencia en la técnica podrían realizar con facilidad modificaciones a las modalidades de ejemplo, presentadas arriba, sin alejarse
10 del espíritu de la presente invención.

Los inventores declaran su intención de basarse en la Doctrina de Equivalentes para determinar y evaluar razonablemente el alcance justo de la presente invención que se relaciona con cualquier aparato que no se aleje
15 materialmente del alcance literal de la invención como se establece en las siguientes reivindicaciones.

Definiciones

Debe entenderse que lo siguiente no pretende ser una lista exclusiva de términos definidos. Pueden
20 proporcionarse otras definiciones en la descripción anterior, tales como, por ejemplo, cuando acompañan al uso de un término definido en el contexto.

Tal como se usa en la presente, los términos "un", "uno" o "una" y "el" o "la" significan uno o más.

25 Tal como se usa en la presente, el término "y/o"

cuando se usa en una lista de dos o más elementos, significa que cualquiera de los elementos enumerados pueden emplearse solos o en cualquier combinación de dos o más de los elementos enumerados. Por ejemplo, si una
5 composición se describe conteniendo los componentes A, B y/o C, la composición puede contener A solo; B solo; C solo; A y B combinados; A y C combinados, B y C combinados; o A, B y C combinados.

Tal como se usan en la presente, los términos
10 "comprendiendo", "comprende" y "comprenden" son términos de transición abiertos utilizados para cambiar de un objeto mencionado antes del término a uno o más elementos mencionados después del término, en donde el elemento o los elementos enumerados después del término de transición
15 no son necesariamente los únicos elementos que constituyen al objeto.

Tal como se usan en la presente, los términos
"teniendo", "tiene" y "tienen" tienen el mismo significado abierto que "comprendiendo", "comprende" y "comprenden"
20 antes mencionados.

Tal como se usan en la presente, los términos
"incluyendo", "incluye" e "incluyen" tienen el mismo significado abierto que "comprendiendo", "comprende" y
"comprenden" antes mencionados.

25 Tal como se usan en la presente, las referencias a

"una modalidad", o a "modalidades" significan que la característica o las características a las que se refieren están incluidas en al menos una modalidad de la tecnología. Las referencias separadas a "una modalidad" o a "modalidades" en la presente descripción no se refieren necesariamente a la misma modalidad y tampoco son mutuamente exclusivas a menos que así se establezca y/o excepto como será evidente para aquellos con experiencia en la técnica a partir de la descripción. Por lo tanto, la presente invención puede incluir una variedad de combinaciones y/o integraciones de las modalidades descritas en la presente.

Tal como se usa en la presente, el término "aproximadamente" significa que el valor asociado puede variar en 10 por ciento de su valor indicado.

Intervalos numéricos

La presente descripción utiliza intervalos numéricos para cuantificar ciertos parámetros que se relacionan con la invención. Debe entenderse que cuando se proporcionan intervalos numéricos, se considerará que tales intervalos proporcionan un apoyo literal para limitaciones de reivindicaciones que solo mencionan el valor inferior del intervalo así como limitaciones de reivindicaciones que solo mencionan el valor superior del intervalo. Por ejemplo, un intervalo numérico descrito de 10 a 100

proporciona un apoyo literal para una reivindicación que menciona "mayor que 10" (sin límites superiores) y una reivindicación que menciona "menor que 100" (sin límites inferiores).

5 Se hace constar que con relación a esta fecha, el mejor método conocido por la solicitante para llevar a la práctica la citada invención, es el que resulta claro de la presente descripción de la invención.

10

15

20

25