



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

⑪ Número de publicación: **2 278 703**

⑮ Int. Cl.:
F25J 3/04 (2006.01)

⑫

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA MODIFICADA

T5

⑯ Número de solicitud europea: **01310153 .0**

⑯ Fecha de presentación : **04.12.2001**

⑯ Número de publicación de la solicitud: **1318367**

⑯ Fecha de publicación de la solicitud: **11.06.2003**

⑭ Título: **Proceso y aparato para la separación criogénica de aire.**

⑬ Titular/es: **AIR PRODUCTS AND CHEMICALS, Inc.**
7201 Hamilton Boulevard
Allentown, Pennsylvania 18195-1501, US

⑮ Fecha de publicación de la mención y de la
traducción de patente europea: **16.08.2007**

⑭ Inventor/es: **O Connor, Declan P.**

⑮ Fecha de la publicación de la mención de la
patente europea modificada BOPI: **17.03.2010**

⑭ Agente: **Elzaburu Márquez, Alberto**

⑮ Fecha de publicación de la traducción de patente
europea modificada: **17.03.2010**

DESCRIPCIÓN

Proceso y aparato para la separación criogénica de aire.

5 El presente invento se refiere al campo de la destilación criogénica de aire que emplea una unidad de separación de aire ("ASU") que comprende más de una columna de destilación criogénica. El presente invento tiene aplicación particular en una ASU que tiene un sistema de destilación de doble columna térmicamente integrado que comprende una columna de alta presión ("HP") y una columna de baja presión ("LP").

10 Las columnas de destilación de una ASU tienen una pluralidad de secciones de columna. La carga hidráulica de las diferentes secciones de columna puede variar considerablemente y resulta común utilizar dos o más diámetros diferentes para las secciones de columna, especialmente cuando en las columnas se emplean rellenos estructurados como elementos de transferencia de masa.

15 Normalmente, las secciones superiores de la columna LP de un sistema de doble columna determinan el diámetro más largo empleado en el sistema de columnas, dado que es en este punto donde el sistema de columnas típicamente presenta el flujo volumétrico de vapor más grande. Para un diámetro máximo de columna definido en el sistema de doble columna, las secciones superiores de la columna LP normalmente son el estrangulamiento para el valor límite de capacidad del sistema de columnas. La columna HP y las secciones inferiores de la columna LP permitirían 20 una capacidad de planta mayor si se aumentaran sus diámetros hasta el valor establecido de diámetro máximo. Si la capacidad de la columna doble pudiera aumentarse sin aumentar el diámetro máximo de sección de la columna doble, entonces la zona de recepción del sistema de columnas y las tuberías asociadas serían en gran medida invariables.

25 Una ventaja de reducir el estrangulamiento de flujo en las secciones superiores de la columna LP sería que la capacidad del sistema de doble columna podría aumentarse (bajo el condicionante de un diámetro máximo de columna particular y definido). Además, la operatividad de las columnas muy grandes normalmente viene determinada por el diámetro máximo de sección de la columna. Si el estrangulamiento de flujo anterior pudiera reducirse, entonces podría aumentarse la capacidad máxima de la columna doble de tren sencillo.

30 El documento US-A-5100448 (publicado el 31 de marzo de 1992) describe un sistema de columnas que utilizan un relleno estructurado, en el que se emplea un relleno estructurado de baja densidad (elevada capacidad) en las secciones de columna que tienen una elevada carga hidráulica y un relleno de alta densidad (baja capacidad) en las secciones que tienen baja carga hidráulica. Mientras que esto puede lograr el objetivo mencionado anteriormente, el relleno de 35 baja densidad presenta un rendimiento de transferencia de masa considerablemente más pobre que el relleno de alta densidad.

40 El documento US-A-6128921 (publicado el 10 de octubre de 2000) describe una disposición de columnas de LP múltiples para aumentar la capacidad de la planta, proporcionando cada columna LP parte del producto. No soluciona el problema de que únicamente las secciones superiores de la columna LP son las que determinan el estrangulamiento inicial de capacidad del sistema de columna doble.

45 El documento US-B-6227005 (publicado el 8 de mayo de 2001), el documento WO-A-84/04957 (publicado el 20 de diciembre de 1984), el documento GB-A-2057660 (publicado el 1 de abril de 1981) y un artículo de Richard Mason Publications en Research Disclosure titulado "Intermediate Pressure Column in Air Separation" (Nº. 425, septiembre de 1999, pp. 1185 a 1186, XP-000889172) describen procesos para la producción de oxígeno y nitrógeno empleando una sistema de columna de destilación que tiene al menos tres columnas de destilación, operando cada columna a presión diferente y presentando cada columna de presión intermedia al menos un intercambiador de calor/condensador.

50 El documento EP-A-1271081 (publicado el 2 de enero de 2003 pero presentando fecha de prioridad de 12 de junio de 2001) describe un proceso para separar un fluido multi-componente que comprende oxígeno y nitrógeno para producir nitrógeno. El proceso emplea una sistema múltiple de columnas de destilación que comprende una columna de presión elevada que opera a una primera presión, una columna de presión reducida que opera a una segunda presión más baja que la primera presión y una columna suplementaria que opera a una tercera presión mayor o igual que la segunda presión. En esta referencia, no se describe la determinación del caudal de vapor a través de la columna suplementaria, de manera que los diámetros de las secciones superiores de la columna de presión reducida no son mayores que los de cualquier otra sección del sistema múltiple de columnas de destilación.

60 Es un objeto del presente invento proporcionar una ASU que comprende un sistema múltiple de columnas de destilación que tienen una capacidad mejorada dentro del condicionante que supone un diámetro máximo de sección de columna. El inventor ha encontrado que es posible conseguirlo desviando una pequeña parte del flujo de vapor, que normalmente pasaría a través de las secciones de la columna LP superior, hacia una columna de separación auxiliar que está sometida a reflujo mediante una corriente líquida que procede de la columna HP. Normalmente, el caudal de vapor en la columna de auxiliar es menor que 25% aproximadamente, preferiblemente menor que 20% aproximadamente y 65 del modo más preferido menor que 15% aproximadamente, del caudal de vapor en las secciones de la columna LP superior. El líquido inferior de la columna auxiliar se devuelve a la columna LP en un punto intermedio por encima de la sección inferior.

ES 2 278 703 T5

De acuerdo con un primer aspecto del presente invento, se proporciona un proceso para la separación criogénica de aire empleando un sistema múltiple de columnas de destilación que comprende al menos una columna HP y una columna LP, presentando dicha columna LP un número de secciones de destilación, y comprendiendo dicho proceso:

5 introducir aire de alimentación enfriado en la columna HP para la separación en vapor de cabecera enriquecido en nitrógeno HP y oxígeno líquido en bruto (“CLOX”);

10 introducir al menos una corriente de alimentación de columna LP que comprende nitrógeno y oxígeno en la columna LP para la separación en vapor de cabecera enriquecido en nitrógeno de LP y oxígeno líquido (“LOX”);

15 someter a reflujo la columna de LP con una corriente líquida procedente de la columna LP;

15 introducir gas que contiene oxígeno que comprende no más de alrededor de 50% molar de oxígeno en una columna auxiliar de separación para la separación en vapor de cabecera enriquecido en nitrógeno de la columna auxiliar y líquido enriquecido en oxígeno; comprendiendo dicho gas que contiene oxígeno, gas retirado de un punto intermedio en la columna LP,

20 introducir el líquido enriquecido en oxígeno de la columna auxiliar en un punto intermedio de la columna LP; y

20 someter a reflujo la columna auxiliar con una corriente líquida procedente de la columna HP,

25 en la que la columna auxiliar de separación no se somete a intercambio de calor y se determina el caudal de vapor en la columna auxiliar de separación de forma que los diámetros de las secciones superiores de la columna LP no sean mayores que las de cualquier otra sección del sistema múltiple de columnas de destilación.

25 Normalmente, el caudal de vapor de la columna auxiliar es menor que 25% aproximadamente, preferiblemente menor que 20% aproximadamente y del modo más preferido menor que 15% aproximadamente del flujo de vapor en las secciones superiores de la columna LP.

30 El gas que contiene oxígeno puede comprender oxígeno de alrededor de 50 a alrededor de 10% molar.

30 Preferiblemente, el gas que contiene oxígeno se retira de un punto por debajo de las secciones superiores de la columna LP que tiene el flujo volumétrico más elevado de vapor en la columna LP.

35 El gas que contiene oxígeno de una o más fuentes puede introducirse en la columna auxiliar en cualquier momento. Por ejemplo, la columna auxiliar puede alimentarse con vapor instantáneo CLOX así como con gas que contiene oxígeno retirado de un punto intermedio de la columna LP.

40 Normalmente, la presión de operación de la columna auxiliar de separación es la misma que la presión de operación de la columna LP. Dicha relación de presión permite que el nitrógeno gaseoso (“GAN”), retirado de la parte superior de la columna LP, se combine con vapor de cabecera enriquecido en nitrógeno de la columna auxiliar, retirado de la columna auxiliar, sin ajuste de presión, para formar una corriente producto combinada de nitrógeno. No obstante, la presión de operación de la columna auxiliar de separación puede ser diferente de la presión de operación de la columna LP. Por tanto, podría ser necesario un ajuste de presión para cualquiera de las corrientes que viajan entre la columna LP y la columna de separación de presión auxiliar.

45 Preferiblemente, el proceso comprende además retirar el vapor de cabecera enriquecido en nitrógeno HP de la parte superior de la columna HP, condensar al menos una parte de ello en un intercambiador de calor/condensador localizado en la parte inferior de la columna LP y alimentar al menos una parte del nitrógeno condensado como reflujo en la columna HP. La columna LP y la columna auxiliar pueden someterse a reflujo con nitrógeno condensado producido en el intercambiador de calor/condensador o con fluido retirado de un punto intermedio de la columna HP. La fuente del reflujo para la columna LP no tiene que ser necesariamente la misma que la de la columna auxiliar. Normalmente, la columna auxiliar se somete a reflujo con nitrógeno condensado producido en el intercambiador de calor/condensador.

55 De manera opcional, el aire líquido puede también introducirse en la columna HP para determinados ciclos del proceso. Además, puede retirarse una parte del vapor de cabecera enriquecido en nitrógeno HP como producto HP-GAN. Además, puede retirarse una parte del nitrógeno condensado en el intercambiador de calor/condensador como producto de nitrógeno líquido (“LIN”).

60 El CLOX puede someterse a transferencia de calor o a destilación antes de ser introducido en la columna LP. Algunos procesos pueden requerir una alimentación de aire líquido y/o una alimentación de escape de mecanismo expansor de aire en la columna LP.

65 Las corrientes líquidas de alimentación en las columnas pueden subenfriarse.

De acuerdo con un segundo aspecto del presente invento, se proporciona un aparato para la separación criogénica de aire mediante el proceso de acuerdo con el primer aspecto, comprendiendo dicho aparato:

ES 2 278 703 T5

- una columna HP para separar aire de alimentación enfriado en vapor de cabecera enriquecido en nitrógeno HP y CLOX;
- 5 una columna LP para separar al menos una corriente de alimentación de columna LP que comprende nitrógeno y oxígeno en vapor de cabecera enriquecido en nitrógeno LP y LOX, presentando dicha columna LP un número de secciones de destilación;
- 10 tubos de comunicación para alimentar una corriente líquida procedente de la columna HP como reflujo en la columna LP;
- 15 una columna auxiliar de separación para separar gas que contiene oxígeno que comprende no más de alrededor de 50% molar de oxígeno en un vapor de cabecera enriquecido en nitrógeno de columna auxiliar y líquido enriquecido en oxígeno;
- 20 tubos de comunicación para alimentar gas que contiene oxígeno desde un punto intermedio en la columna LP a la columna auxiliar de separación;
- 25 tubos de comunicación para alimentar el líquido rico en oxígeno de la columna auxiliar en un punto intermedio de la columna LP; y
- 30 tubos de comunicación para alimentar la corriente líquida procedente de la columna HP como reflujo en la columna auxiliar, en la que la columna auxiliar de separación no tienen intercambiador de calor, y el tamaño de la columna auxiliar de separación es tal que dicha columna suministra una caudal de vapor determinado tal que los diámetros de las secciones superiores de la columna LP no son mayores que los de cualquier otra sección del sistema múltiple de columnas de destilación.
- 35 Normalmente, el tamaño de la columna auxiliar de separación es tal que la columna auxiliar puede suministrar un caudal de vapor menor que 25% aproximadamente, preferiblemente menor que 20% aproximadamente y del modo más preferido menor que 15% aproximadamente, del caudal de vapor en las secciones superiores de la columna LP.
- 40 El punto intermedio de la columna LP desde el que se retira el gas que contiene oxígeno debería estar por debajo de las secciones superiores de la columna LP que tienen el flujo volumétrico más elevado de vapor en la columna LP.
- 45 En general, el aparato comprenderá además:
- 40 un intercambiador de calor/condensador para condensar al menos una parte de dicho vapor de cabecera enriquecido en nitrógeno de HP mediante intercambio de calor indirecto con LOX en la parte inferior de la columna LP;
- 50 tubos de comunicación para alimentar el vapor enriquecido en nitrógeno de HP procedente de la parte superior de la columna HP en el intercambiador de calor/condensador; y
- 55 tubos de comunicación para alimentar al menos una parte del nitrógeno condensado como reflujo procedente del intercambiador de calor/condensador en la parte superior de la columna HP. El aparato puede comprender tubos de comunicación para alimentar nitrógeno condensado como reflujo en la columna LP, en la columna auxiliar de separación o en ambas columnas. El aparato puede comprender tubos de comunicación para alimentar un fluido retirado de un punto intermedio de la columna HP como reflujo en la columna LP, en la columna auxiliar de separación o en ambas columnas. Normalmente, el aparato comprende tubos de comunicación para alimentar nitrógeno condensado como reflujo en la columna auxiliar de separación.
- 60 La columna auxiliar de separación puede estar colocada en cualquier punto del sistema de destilación de columnas múltiples. Por conveniencia, preferiblemente la columna auxiliar se encuentra elevada de forma que el líquido rico en oxígeno de la parte inferior de la columna pueda ser alimentado en la columna LP por gravedad, aunque puede estar localizada a lo largo de la columna LP o incluso por debajo de la columna LP, y el líquido rico en oxígeno de la parte inferior pueda ser bombeado en la columna LP. En la mayoría de los sistemas de destilación criogénica de columnas múltiples, la columna auxiliar se localiza directamente por encima de la columna LP.
- 65 En los sistemas que implican la utilización de una sección de “cápsula superior” en la parte superior de la columna LP, la sección de cápsula superior y la columna auxiliar pueden integrarse para formar una columna dividida. En tales realizaciones, puede utilizarse cualquier geometría para dividir la sección transversal de las dos columnas. Por ejemplo, en realizaciones en las que la columna auxiliar se localiza a lo largo de la sección de cápsula superior, la columna auxiliar puede rodear la sección de cápsula superior o viceversa, en una configuración anular. De manera alternativa, las columnas pueden ser sectores o segmentos de una cubierta circular externa común o incluso una columna cuadrada en el interior de una columna. Puede emplearse cualquier configuración apropiada de columna dividida.
- 70 Normalmente, el caudal de vapor de la columna auxiliar es menor que 25% del caudal de vapor en las secciones superiores de la columna LP. De manera específica, la adición de la columna auxiliar aborda la situación de que

ES 2 278 703 T5

únicamente las secciones superiores de la columna LP son las que determinan el diámetro doble máximo de sección de columna. Mediante el uso del invento, es posible bien reducir el diámetro máximo de columna o bien aumentar la capacidad del sistema de doble columna. Además, puede usarse, en todas las secciones de las columnas, un relleno estándar de densidad más elevada que tiene excelentes características de transferencia de masa (al contrario que lo mostrado en el documento US-A-5100448).

La columna auxiliar es relativamente barata ya que presenta un diámetro normalmente menor que el de la columna LP y no requiere muchas etapas teóricas de transferencia de masa. Además, si se pretende adaptar los ciclos de la técnica anterior por medio del invento, no se precisan intercambiadores de calor o condensadores adicionales.

Mejor que emplear columnas LP múltiples para aumentar la capacidad de la planta (como en el documento US-A-6128921), la capacidad de un sistema típico de destilación de doble columna puede aumentarse considerablemente mediante la adición de una columna auxiliar que tenga un caudal de vapor normalmente menor que 25% del correspondiente a las secciones superiores de la columna LP. Además, típicamente la columna auxiliar tiene menos de 15 y preferiblemente alrededor de diez etapas teóricas de separación, lo que permite colocarla de forma que el aumento de capacidad de la columna múltiple se consiga al tiempo que se logra un impacto mínimo sobre el tamaño de la envolvente fría.

Lo siguiente es una descripción, a modo de ejemplo únicamente, y con referencia a los dibujos adjuntos, de las realizaciones preferidas del presente invento. En los dibujos:

La Figura 1 es una representación de un diagrama de un sistema criogénico típico de columna doble para la destilación de aire;

La Figura 2 es una representación de un diagrama de una realización del presente invento basada en el sistema típico de la Figura 1, en el que el gas que contiene oxígeno para la columna auxiliar se toma de un punto intermedio de la columna LP;

La Figura 3 es una representación de un diagrama de un sistema criogénico típico de columna doble para la destilación de aire, en el que la columna LP tiene una sección de "cápsula superior"; y

La Figura 4 es una representación de un diagrama de un ejemplo de cómo puede modificarse la realización del invento mostrada en la Figura 2 con sistemas de columnas del tipo que se muestra en la Figura 3.

Con respecto a la Figura 1, se alimenta aire comprimido enfriado 100 en la columna HP 10. De manera opcional, también puede alimentarse una corriente 102 de aire líquido en la columna HP 10 para algunos ciclos de proceso. En la columna HP 10, se lleva a cabo la separación para dar lugar a una corriente de cabecera enriquecida en nitrógeno, parte de la cual puede extraerse de manera opcional como producto HPGAN y el resto ser condensado en el intercambiador de calor 20. Parte del nitrógeno condensado es devuelto a la columna HP 10 como reflujo y el resto se extrae como corriente 110 para proporcionar reflujo a la columna LP 30 (y, de manera opcional, un producto LIN).

Se extrae una corriente CLOX 120 de la columna HP 10 y se pasa a un punto intermedio de la columna LP 30 (de manera opcional después de ser sometida a transferencia de calor o a destilación en columnas o intercambiadores no mostrados). Para algunos ciclos de columna doble, la columna LP 30 también puede tener una corriente de alimentación 104 de aire líquido y/o una corriente de alimentación 106 de escapa/descarga de un dispositivo expansor. De manera opcional, las corrientes líquidas que alimentan las columnas pueden subenfriarse, aunque dicho subenfriamiento no se muestra en las figuras.

En la columna LP 30, la separación se lleva a cabo para dar una corriente residual 130 de nitrógeno de cabecera y una corriente producto 140 de oxígeno de la parte inferior. Se muestra que la columna LP tiene tres secciones I, II, III, aunque si la corriente 106 del dispositivo expansor entrase en la columna en un punto diferente de la corriente CLOX 120, habría una sección más en el sistema de la Figura 1. También podría haber secciones adicionales en la zona inferior de la columna LP si el ciclo de proceso incluyese columnas adicionales o intercambiadores, que fueran usados para pretratar la alimentación de CLOX y/o para producir argón.

Nótese que en la Figura 1 las dos secciones superiores II, III típicamente tendrían el flujo volumétrico de vapor más elevado de la columna LP 30. En general, las cargas hidráulicas de columna requerirían que esas secciones tuvieran un diámetro considerablemente mayor que el de las secciones de la zona inferior de la columna LP 30, específicamente si el relleno estructurado se emplease como elemento de transferencia de masa.

En las figuras restantes, se usan los mismos números de referencia para referirse a las partes del aparato que corresponden con las mostradas en la Figura 1.

En la Figura 2, se extrae una corriente de vapor 150, que tiene una concentración de oxígeno de menos de 50% molar de O₂ aproximadamente pero más de 10% molar de O₂ aproximadamente, de la columna LP 30 por debajo de las secciones más cargadas II, III y se conduce hacia la parte inferior de la columna auxiliar de separación 40 donde se separa en un líquido rico en oxígeno y un vapor de cabecera rico en nitrógeno de columna auxiliar. Típicamente, el

ES 2 278 703 T5

caudal de la corriente 150 se determina de forma que las secciones superiores II, III de la columna LP 30 no tengan un diámetro mayor que ningún otro diámetro de sección de columna doble.

La columna auxiliar 40 está provista de al menos una corriente de reflujo 112 que se origina a partir de la columna 5 HP 10. El líquido rico en oxígeno de la columna auxiliar 40 se pasa de nuevo, como corriente 154, a un punto intermedio de la columna LP 30. La corriente 152 de vapor de cabecera de la columna auxiliar 40 se combina con la corriente gaseosa 130 de nitrógeno residual de la columna LP 30.

En la Figura 2, se muestra que la columna auxiliar 40 se encuentra localizada por encima de la columna LP, aunque 10 la columna auxiliar 40 puede estar situada en cualquier punto. Preferiblemente, la columna auxiliar 40 está elevada de forma que el líquido rico en oxígeno pueda pasar a la columna LP 40 por gravedad.

La Figura 3 describe un sistema de columna doble de la técnica anterior. El sistema de esta figura es diferente al de la Figura 1 en que hay una sección de "cápsula superior" adicional IV en la columna LP 30 para la producción de 15 producto LPGAN que es retirado como corriente 160. La sección de cápsula superior IV de la columna LP 30 es típica ya que tiene un diámetro menor que el de la sección III, debido a que parte del vapor de cabecera de la sección III se extrae como nitrógeno residual en la corriente 130. Igual que en la Figura 1, las secciones superiores de la columna LP II y III son las que presentan mayor carga y, de esta forma, son típicas ya que presentan diámetros mayores que el resto de las secciones de columna doble.

20 La Figura 4 describe una posible configuración en la que el sistema descrito en la Figura 3 ha sido adaptado para incluir la columna auxiliar 40. Como en la Figura 2, la columna auxiliar 40 procesa una parte del vapor que asciende por el interior de la columna LP 30 hacia las secciones II y III que no contienen carga. La columna auxiliar 40 que se muestra a lo largo de la sección de columna IV de cápsula superior, en forma de columnas divididas, pero entiéndase 25 que la columna auxiliar 40 podría rodear la sección IV de cápsula superior o viceversa en una configuración anular. Además, la columna auxiliar 40 puede estar localizada por encima o a lo largo de la columna LP 30.

Se apreciará que el invento no está restringido a los detalles descritos anteriormente con referencia a las realizaciones preferidas pero que es posible llevar a cabo numerosas modificaciones y variaciones sin alejarse del alcance del 30 invento definido por las reivindicaciones siguientes.

35

40

45

50

55

60

65

REIVINDICACIONES

1. Un proceso para la separación criogénica de aire empleando un sistema de destilación de columnas múltiples que comprende al menos una columna de alta presión (“HP”) (10) y una columna de baja presión (“LP”) (30), presentando dicha columna LP (30) un número de secciones de columna de destilación, comprendiendo dicho proceso:
- 5 alimentar (100) aire de alimentación enfriado en la columna HP (10) para separarlo en vapor de cabecera enriquecido en nitrógeno de HP y oxígeno líquido bruto (“CLOX”);
- 10 alimentar (104, 106, 120) al menos una corriente de alimentación de la columna LP que comprende nitrógeno y oxígeno en la columna LP (30) para separarla en vapor de cabecera rico en nitrógeno de LP y oxígeno líquido (“LOX”);
- 15 someter a reflujo la columna LP (30) con una corriente líquida (110) procedente de la columna HP (10);
- 20 alimentar (106, 120, 150) gas que contiene oxígeno que comprende no más que 50% molar de oxígeno aproximadamente en una columna auxiliar de separación (40) para separarlo en vapor de cabecera rico en nitrógeno de columna auxiliar y líquido rico en oxígeno, comprendiendo dicho gas que contiene oxígeno, gas retirado (150) de un punto intermedio en la columna LP (30);
- 25 alimentar (154) líquido rico en oxígeno procedente de la columna auxiliar (40) en un punto intermedio de la columna LP (30); y
- 30 someter a reflujo la columna auxiliar (40) con una corriente líquida (112) procedente de la columna HP (10), en el que el líquido de la columna auxiliar de separación (40) no se somete a intercambio de calor y el caudal de la columna auxiliar (40) se determina de forma que los diámetros de las secciones superiores (II, III) de la columna LP (30) no sean mayores que el de cualquier otra sección del sistema múltiple de columnas de destilación.
- 35 2. Un proceso de la reivindicación 1, en el que el caudal de vapor de la columna auxiliar (40) es menor que 25% aproximadamente del caudal de las secciones superiores de la columna LP (II, III).
3. Un proceso de acuerdo con la reivindicación 1 o con la reivindicación 2, en el que el gas que contiene oxígeno (106, 120, 150) comprende de alrededor de 50 a alrededor de 10% molar de oxígeno.
- 40 4. El proceso de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que el gas es retirado (150) de un punto por debajo de las secciones superiores (II, III) de la columna (30) que tiene el flujo volumétrico de vapor más elevado de la columna LP (30).
- 45 5. Un proceso de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en el que la presión de operación de la columna auxiliar de separación (40) es la misma que la presión de operación de la columna LP (30).
6. Un proceso de acuerdo con la reivindicación 5, en el que el nitrógeno gaseoso (“GAN”), retirado (130) de la parte superior de la columna LP (30), se combina con vapor de cabecera rico en nitrógeno de la columna auxiliar, retirado (152) de la columna auxiliar (40), para formar una corriente producto de nitrógeno combinado.
- 50 7. El proceso de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en el que la presión de operación de la columna auxiliar de separación (40) es diferente a la presión de operación de la columna LP (30).
8. El proceso de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7 que comprende además:
- 55 retirar vapor de cabecera enriquecido en nitrógeno de HP de la parte superior de la columna HP (10);
- condensar al menos una parte de él en un intercambiador de calor/condensador (20) localizado en la parte inferior de la columna LP (30); y
- alimentar al menos una parte del nitrógeno condensado como reflujo en la columna de HP (10).
- 60 9. Un proceso de acuerdo con la reivindicación 8, en el que la columna auxiliar (40) se somete a reflujo (112) con nitrógeno condensado producido en el intercambiador de calor/condensador (20).
10. Un proceso de acuerdo con la reivindicación 8 ó 9, en el que la columna auxiliar (40) se somete a reflujo con fluido retirado de un punto intermedio de la columna HP (10).
- 65 11. Aparato para la separación criogénica de aire mediante el proceso de acuerdo con la reivindicación 1, comprendiendo dicho aparato:

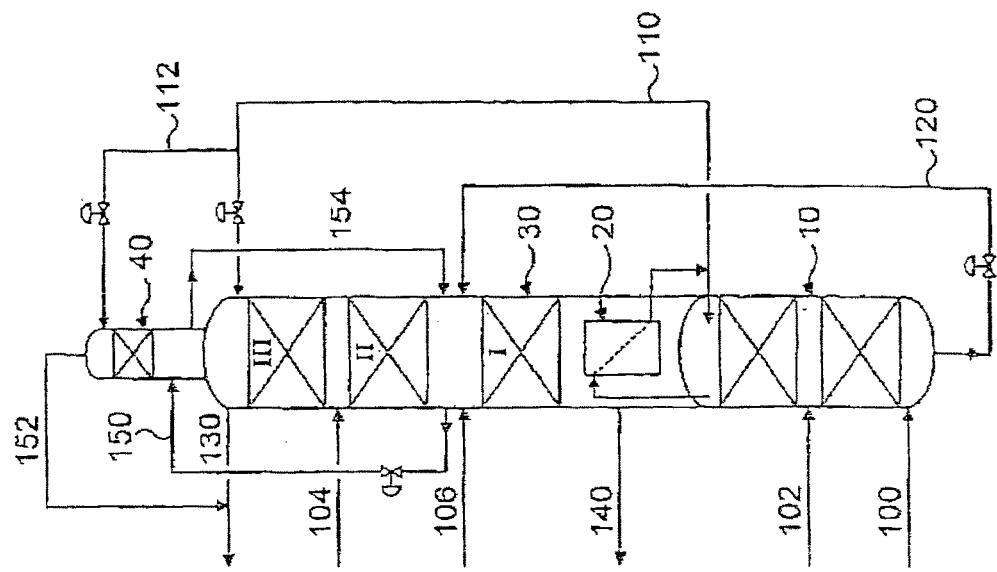
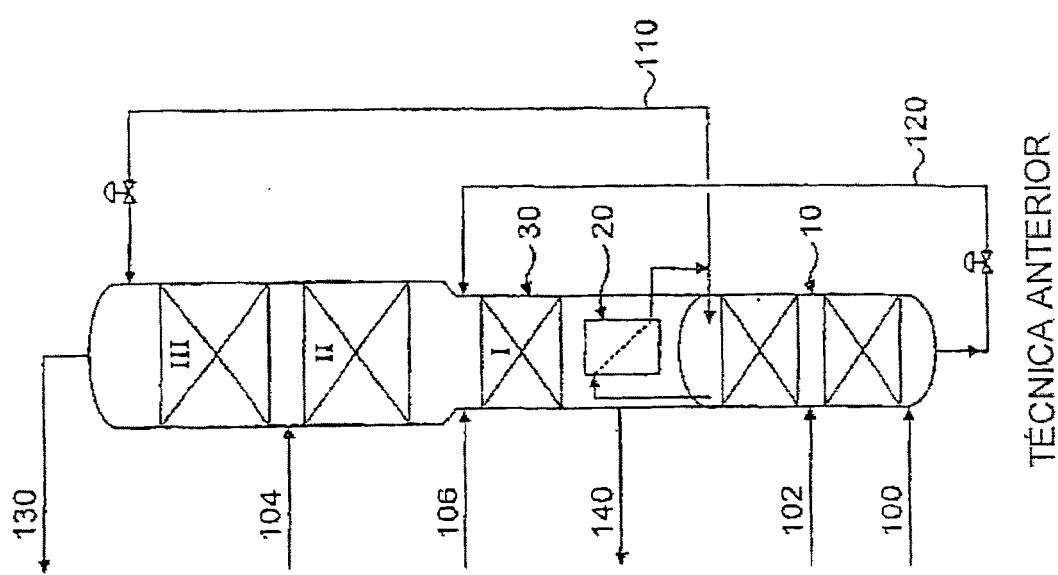
ES 2 278 703 T5

- una columna HP (10) para separar aire de alimentación enfriado (100) en vapor de cabecera enriquecido en nitrógeno de HP y CLOX;
- 5 una columna LP (30) para separar al menos una corriente de alimentación de columna LP (104, 106, 120) que comprende nitrógeno y oxígeno en vapor de cabecera rico en nitrógeno de LP y LOX, presentando dicha columna LP (30) un número de secciones de columna de destilación;
- 10 tubos de comunicación (110) para alimentar una corriente líquida procedente de la columna HP (10) como reflujo en la columna LP (30); y
- 15 una columna auxiliar de separación (40) para separar gas que contiene oxígeno (106, 120, 150) que comprende no más que alrededor de 50% molar de oxígeno en vapor de cabecera rico en nitrógeno de columna auxiliar y líquido rico en oxígeno;
- 20 tubos de comunicación (150) para alimentar gas que contiene oxígeno procedente de un punto intermedio de la columna LP (30) en la columna auxiliar de separación (40);
- 25 tubos de comunicación (154) para alimentar líquido rico en oxígeno de la columna auxiliar (40) en un punto intermedio de la columna LP (30);
- 30 tubos de comunicación (112) para alimentar una corriente líquida procedente de la columna HP (10) como reflujo en la columna auxiliar (40),
- en el que la columna auxiliar de separación (40) no tiene intercambiador de calor y el tamaño de la columna auxiliar de separación (40) es tal que dicha columna (40) admite un caudal de vapor determinado tal que los diámetros de las secciones superiores (II, III) de la columna LP (30) no sean mayores que el de cualquier otra sección del sistema múltiple de columnas de destilación.
- 35 12. El aparato de acuerdo con la reivindicación 11, en el que el tamaño de la columna auxiliar de separación (40) es tal que dicha columna (40) admite un caudal de vapor menor que 25% aproximadamente del caudal de vapor de las secciones superiores (II, III) de la columna LP (30).
- 40 13. Aparato de acuerdo con la reivindicación 11 ó 12, en el que el punto intermedio se encuentra por debajo de las secciones superiores (II, III) de la columna LP (30) que tiene el flujo volumétrico de vapor más elevado de la columna LP (30).
- 45 14. Aparato según una cualquiera de las reivindicaciones 11 a 13, que comprende además:
- 40 un intercambiador de calor/condensador (20) para condensar al menos una parte de dicho vapor de cabecera enriquecido en nitrógeno de HP mediante intercambio indirecto de calor frente a LOX en la parte inferior de la columna LP (30);
- 45 tubos de comunicación para alimentar el vapor enriquecido en nitrógeno de HP de la parte superior de la columna HP (10) en el intercambiador de calor/condensador (20); y
- 50 tubos de comunicación para alimentar al menos una parte del nitrógeno condensado como reflujo del intercambiador de calor/condensador (20) en la parte superior de la columna HP (10).
- 55 15. Aparato de acuerdo con la reivindicación 14 que comprende además tubos de comunicación (112) para alimentar el nitrógeno condensado de la columna HP (10) como reflujo en la columna auxiliar de separación (40).
- 60 16. El aparato según la reivindicación 14 ó 15 que además comprende tubos de comunicación para alimentar el fluido retirado de un punto intermedio de la columna HP (10) como reflujo en la columna auxiliar de separación (40).

55

60

65



TÉCNICA ANTERIOR

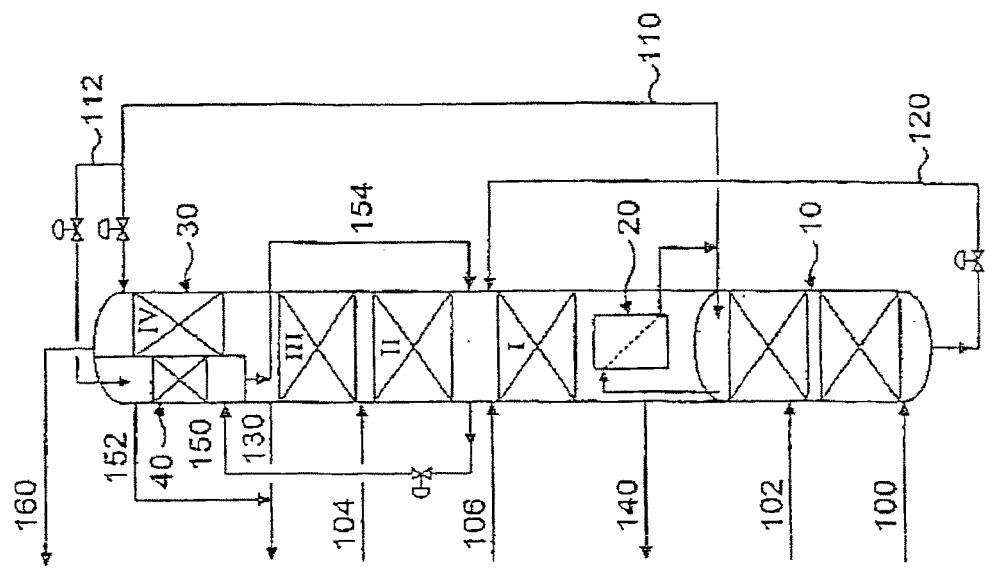


FIG. 4

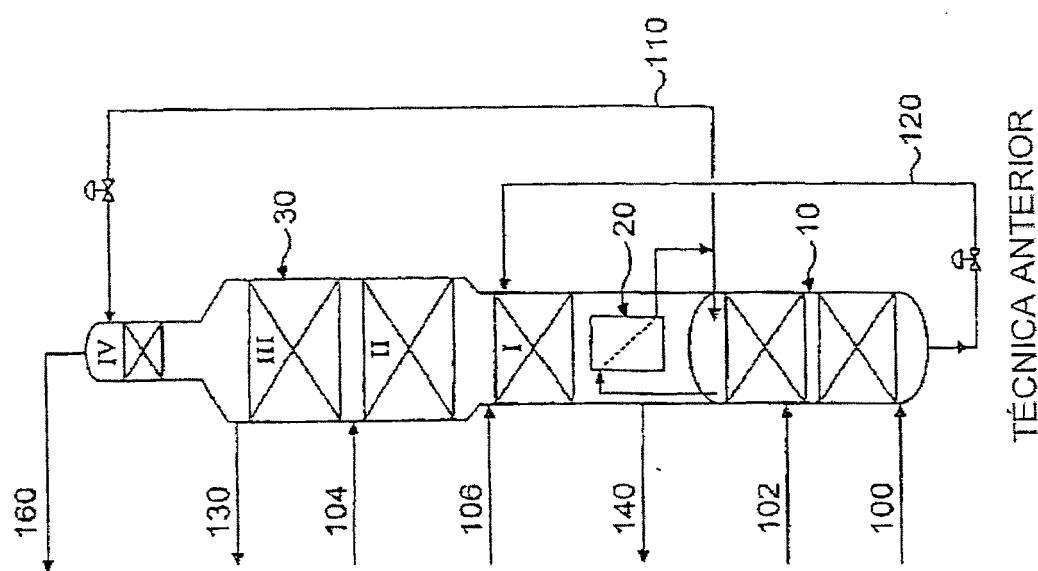


FIG. 3

TÉCNICA ANTERIOR