

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 746 755**

51 Int. Cl.:

**F25J 3/04** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **27.03.2014 PCT/EP2014/000832**

87 Fecha y número de publicación internacional: **02.10.2014 WO14154361**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **27.03.2014 E 14714174 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **17.07.2019 EP 2979051**

54 Título: **Método y dispositivo para producir oxígeno gaseoso comprimido con consumo variable de energía**

30 Prioridad:  
**28.03.2013 EP 13001637**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**06.03.2020**

73 Titular/es:  
**LINDE AG (100.0%)  
Klosterhofstraße 1  
80331 München, DE**

72 Inventor/es:  
**GOLOUBEV, DIMITRI**

74 Agente/Representante:  
**LEHMANN NOVO, María Isabel**

**ES 2 746 755 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

Método y dispositivo para producir oxígeno gaseoso comprimido con consumo variable de energía

5 La invención se refiere a un procedimiento para la generación variable de oxígeno gaseoso comprimido con consumo variable de energía según el preámbulo de la reivindicación 1 de la patente.

Procedimientos y dispositivos para la descomposición de aire a baja temperatura se conocen, por ejemplo, a partir de Hausen/Linde, Tieftemperaturtechnik, 2ª edición 1985, Capítulo 4 (páginas 281 a 337).

10 El sistema de columnas de destilación puede estar configurado como sistema de dos columnas (por ejemplo como sistema de dos columnas Linde clásico), o también como sistema de tres o más columnas. Puede presentar adicionalmente a las columnas para la separación de nitrógeno-oxígeno, otros dispositivos para la obtención de productos de alta pureza y/o de otros componentes del aire, en particular de gases nobles, por ejemplo una obtención de argón y/o una obtención de criptón-xenón.

15 Durante el proceso se evapora una corriente de producto de oxígeno llevada líquida a presión contra un portador de calor y se obtiene finalmente como producto gaseoso comprimido. Este método se designa también como compresión interna. Sirve para la obtención de oxígeno comprimido. Para el caso de una presión supercrítica, no tiene lugar ninguna transferencia de fases en sentido estricto, entonces la corriente de producto se "pseudo-evapora".

20 En contra de la corriente de producto (pseudo)evaporado se licua un portador de calor que está a alta presión (o bien se pseudo-licua, cuando está a presión supercrítica). El portador de calor se forma con frecuencia a través de una parte del aire, en el presente caso por la "segunda corriente parcial" del aire de aplicación comprimido; en ocasiones, esta corriente de llama también corriente de estrangulación, aunque en lugar de una válvula de mariposa, se puede expandir también en una turbina de líquido (DFE = dense fluid expander).

25 Se conocen procedimientos de compresión interior, por ejemplo, a partir de DE 830805, DE 901542 (= US 2712738/US 2784572), DE 952908, DE 1103363 (= US 3083544), DE 1112997 (= US 3214925), DE 1124529, DE 1117616 (= US 3280574), DE 1226616 (= US 3216206), DE 1229561 (= US 3222878), DE 1199293, DE 1187248 (= US 3371496), DE 1235347, DE 1258882 (= US 3426543), DE 1263037 (= US 3401531), DE 1501722 (= US 3416323), DE 1501723 (= US 3500651), DE 253132 (= US 4279631), DE 2646690, EP 93448 B1 (= US 4555256), EP 384483 B1 (= US 5036672), EP 505812 B1 (= US 5263328), EP 716280 B1 (= US 5644934), EP 842385 B1 (= US 5953937), EP 758733 B1 (= US 5845517), EP 895045 B1 (= US 6038885), DE 19803437 A1, EP 949471 B1 (= US 6185960 B1), EP 955509 A1 (= US 6196022 B1), EP 1031804 A1 (= US 6314755), DE 19909744 A1, EP 1067345 A1 (= US 6336345), EP 1074805 A1 (= US 6332337), DE 19954593 A1, EP 1134525 A1 (= US 6477860), DE 10013073 A1, EP 1139046 A1, EP 1146301 A1, EP 1150082 A1, EP 1213552 A1, DE 10115258 A1, EP 1284404 A1 (= US 2003051504 A1), EP 1308680 A1 (= US 6612129 B2), DE 10213212 A1, DE 10213211 A1, EP 1357342 A1 o DE 10238282 A1 DE 10302389 A1, DE 10334559 A1, DE 10334560 A1, DE 10332863 A1, EP 1544559 A1, EP 1585926 A1, DE 102005029274 A1 EP 1666824 A1, EP 1672301 A1, DE 102005028012 A1, WO 2007033838 A1, WO 2007104449 A1, EP 1845324 A1, DE 102006032731 A1, EP 1892490 A1, DE 102007014643 A1, A1, EP 2015012 A2, EP 2015013 A2, EP 2026024 A1, WO 2009095188 A2 o DE 102008016355 A1.

45 En muchas ocasiones, una necesidad oscilante de oxígeno obliga a diseñar una instalación de descomposición del aire en modo variable con producción variable de oxígeno. A la inversa, puede ser conveniente accionar de manera variable una instalación de descomposición del aire a pesar de la producción constante o esencialmente constante, estando previstos diferentes modos de funcionamiento, que presentan consumo de energía de diferente altura.

50 Debido a diferentes factores (no en último término, debido a la proporción cada vez mayor de energías renovables en la generación de corriente), las oscilaciones de la tarifa de la corriente en el sector de las instalaciones industriales es cada vez mayor. Influenciado por ciertas oscilaciones de la estación, la amplitud de la oscilación de la tarifa de la corriente se determina también a través del ciclo día-noche.

55 En el caso de una necesidad baja de corriente en la red (por ejemplo, durante la noche), puede existir un exceso de corriente. Pero este exceso debe consumirse y se ofrece, por lo tanto, a un precio más bajo. Si se eleva la necesidad de corriente en la red (por ejemplo, durante el día), se eleva también el precio de la corriente. Según la región y condiciones generales especiales, los precios de la corriente pueden variar en un lugar en el factor cinco o también más.

60 Por lo tanto, existe una necesidad de equipar las instalaciones de descomposición del aire con una adaptación rápida y eficiente de la carga. La parada de corta duración de tal instalación no es posible regularmente en virtud de que debe mantenerse siempre un suministro de oxígeno gaseoso comprimido.

Se conoce ya desde hace más de 30 años emplear procedimientos de almacenamiento alterno para compensar una oferta oscilante de energía (Springmann, "Energieeinsparung", Linde-Symposium "Luftzerlegungsanlagen", 4. Arbeitstagung der Linde AG del 15.-17.10.1980, Artículo H). Pero éstos necesitan un gasto relativamente alto de aparatos y de técnicas de regulación. Además, se conoce a partir del documento US 7272954 introducir, en el caso de alto precio de la corriente, líquido a baja temperatura en el sistema de columnas de destilación y consumir el frío excesivo por medio de un compresor de frío; pero también aquí es necesario un gasto adicional de aparatos.

Un procedimiento según el preámbulo de la reivindicación 1 de la patente se conoce a partir del documento US20060010912 A1.

La invención tiene el cometido de indicar un procedimiento del tipo mencionado al principio y un dispositivo correspondiente, que requieren un gasto de aparatos comparativamente reducido, a pesar de posibilitar un funcionamiento variable, en una zona especialmente amplia, de la instalación con respecto a su consumo de energía y de trabajar en este caso de una manera especialmente eficiente.

Este cometido se soluciona a través de las características de la parte de caracterización de las reivindicaciones 1 y 8.

En el caso de una oferta reducida de energía y alto precio de la corriente, se acciona la instalación en el segundo modo de funcionamiento. En este caso, a través de la alimentación de oxígeno líquido, tano se introduce frío en la instalación como también trabajo de separación ya prestado. El oxígeno, que se alimenta desde el exterior no tiene que ser generado ya en la instalación. También se puede reducirá la producción de frío, en el caso extremo a cero. Por lo tanto, se reduce la corriente de las turbinas (segunda corriente parcial) o incluso se desconecta totalmente. En este caso, la cantidad de producto de oxígeno gaseoso comprimido permanece igual o esencialmente igual. Por "esencialmente igual" se entiende una modificación inferior al 3 %, con preferencia inferior al 2 %.

En la invención se emplean dos compresores siguientes conectados en paralelo (llamados también BAC - "booster air compressor") para la segunda y la tercer corriente parcial del aire; expresado de otra manera, el compresor siguiente correspondiente está con figurado de dos secciones. Esto provoca una anchura de banda especialmente grande, en la que se puede variar toda la cantidad del aire empleado y, por lo tanto, el consumo de energía de la instalación. Frente a un primer modo de funcionamiento, que está configurado como caso de diseño con alta producción líquida, el consumo de energía en un segundo modo de funcionamiento se reduce al 50 %, en el que se desconecta uno de los dos compresores y el otro se acciona en carga baja (por ejemplo, 0 %). El compresor principal, en el que se comprime primero toda la corriente de aire, puede estar configurado igualmente de varias secciones o, dado el caso, de una sección. Los dos compresores siguientes presentan, por ejemplo, de 2 a 5 fases, especialmente de 3 a 4 fases. Evidentemente, en la invención se pueden emplear también tres o más compresores siguientes conectados en paralelo; el compresor siguiente está configurado entonces de tres o más secciones. Curso arriba o curso abajo del compresor siguiente de varias secciones se emplean otros compresores siguientes, que comprimen la segunda y tercera corrientes parciales individualmente o en común.

En el marco de la invención, a primera presión (primera corriente parcial, la llamada corriente de estrangulamiento) y la segunda presión alta (segunda corriente parcial, llamada corriente de la turbina) pueden ser iguales o diferentes. También se puede comprimir todo el aire a la primera o segunda presión alta; alternativamente, se comprime todo el aire a una presión más baja, por ejemplo a la presión de las columnas de alta presión más pérdidas de la línea, y se comprimen la primera y/o la segunda corriente parcial del aire. La segunda corriente parcial se introduce después de su expansión de prestación de trabajo, en general, al menos parcialmente, con preferencia totalmente o esencialmente totalmente en la columna de alta presión.

Por la "corriente total de aire" se entiende aquí la cantidad de aire, que se introduce en el efecto final en el sistema de columnas de destilación. Esto se realiza de varias maneras, en forma de dos, tres o más corrientes parciales, que circulan a través del intercambiador de calor principal sobre al menos una sección parcial.

El oxígeno líquido (segunda corriente de oxígeno) a alimentar al segundo modo de funcionamiento se puede producir durante el primer modo de funcionamiento en la propia instalación ("tercera corriente parcial de oxígeno" de la reivindicación 3 de la patente); la "fuente externa fuera del sistema de columnas de destilación" se forma entonces por un depósito de oxígeno líquido, en el que se introduce durante el modo normal al menos una parte de la tercera corriente de oxígeno. Alternativamente, la segunda corriente de oxígeno no se puede extraer total, parcial o temporalmente desde otra fuente, por ejemplo desde un depósito de líquido, que no se llena desde el sistema de columnas de destilación de la instalación, sino que desde una instalación vecina de descomposición del aire o desde una instalación vecina de descomposición del aire o desde vehículos cisterna.

En el modo normal de la instalación, en el sistema de columnas de destilación, además del oxígeno líquido, se generan otros productos líquidos como nitrógeno líquido y/o argón líquido.

Es favorable que en la invención se cumplan al menos una, con preferencia todas las condiciones mencionadas en la reivindicación 2 de la patente. Con preferencia, las corrientes en el segundo modo de funcionamiento (funcionamiento con oferta reducida de energía) se reducen con relación al primer modo de funcionamiento (funcionamiento normal con producción líquida) en un valor que está en los siguientes intervalos numéricos:

|   |  |                            |
|---|--|----------------------------|
| 5 | Cantidad total de aire                               | 3 % en mol a 30% en mol    |
|   | Cantidad de las turbinas (corriente de las turbinas) | 10 % en mol a 100 % en mol |

10 Regularmente, en el segundo modo de funcionamiento no se genera producto líquido, o bien en el caso de que esté prevista una obtención de argón, ningún producto líquido, salvo argón.

15 Se puede conseguir una adaptación especialmente eficaz a una oferta oscilante de energía en un procedimiento según la reivindicación 3 de la patente, en el que en el primer modo de funcionamiento (en el funcionamiento normal) se extrae una tercera corriente de oxígeno desde la columna de baja presión como producto líquido. En el segundo modo de funcionamiento (modo de ahorro de corriente) se obtiene menos oxígeno que producto líquido, con preferencia nada en absoluto. La segunda cantidad de oxígeno líquido (producto LOX) es con preferencia 50 % en mol a 100 % en mol menor que la primera cantidad de oxígeno líquido.

20 En el segundo modo de funcionamiento no se somete con preferencia ninguna de las corrientes del proceso del sistema de columnas de destilación a una compresión fría. En particular, en el segundo modo de funcionamiento, no se emplean máquinas giratorias, que no se utilizan tampoco en el primer modo de funcionamiento. El gasto de hardware para el funcionamiento variable es, por lo tanto, concebible reducido.

25 Por "compresión fría" se entiende aquí un proceso de compresión de gas, en el que el gas es alimentado a la compresión a una temperatura que está claramente por debajo de la temperatura ambiente, especialmente por debajo de 240 K.

30 De esta manera se puede realizar especialmente eficiente del procedimiento según la invención. Todo el frío, que se alimenta a través de la alimentación de líquido, se puede utilizar para reducir la cantidad de aire de las turbinas. Puesto que debe comprimirse correspondientemente menos aire o puesto que – en el procedimiento con compresión de todo el aire a una presión alta – se comprime todo el aire a una presión claramente más reducida.

35 Con preferencia, en el segundo modo de funcionamiento, la expansión de prestación de trabajo de la segunda corriente parcial se ajusta totalmente, es decir, que la segunda cantidad de la turbina es cero.

Los dos compresores siguientes pueden presentar, respectivamente, un refrigerador siguiente separado; alternativamente se retira su calor de compresión en un refrigerador siguiente común.

40 En principio, toda la corriente de aire puede estar constituida sólo por la primera corriente parcial (corriente de la turbina) y la segunda corriente parcial (corriente de estrangulamiento). Toda la corriente de aire puede comprender también otras corrientes parciales de aire, entre ellas una primera parte (aire directo), que se alimenta sin expansión de la turbina y en el estado esencialmente gaseoso al sistema de columnas de destilación, especialmente a la columna de alta presión. Como "esencialmente gaseoso" se designa aquí una corriente, que es totalmente gaseosa o contiene menos de 1-2 % en mol de líquido. Con preferencia, toda la corriente se distribuye exactamente en tres corrientes de aire, como se describe en la reivindicación 7 de la patente.

50 La invención se refiere, además, a un dispositivo según la reivindicación 8 de la patente. El dispositivo según la invención se puede completar con características del dispositivo, que corresponden a las características de las reivindicaciones dependientes del procedimiento.

El modo de funcionamiento variable según la invención no sólo se puede aplicar a instalaciones, que están diseñadas para tal modo variable. Más bien la invención se refiere, además, a un procedimiento para reequipar una instalación de descomposición del aire a baja temperatura existente según las reivindicaciones 9 a 11 de la patente.

55 En este caso, apenas hay que intervenir en el hardware del sistema de columnas de destilación existente. Si falta un conducto para la alimentación de oxígeno líquido a la columna de baja presión, éste debe reequiparse. En determinadas circunstancias se puede utilizar también un conducto existente; entonces sólo deben completarse las griferías y, dado el caso, una bomba. Por lo demás, hay que realizar una adaptación de la regulación, es decir, el software del sistema operativo. En particular, no debe reequiparse máquinas giratorias. Una excepción puede ser el segundo compresor siguiente, cuando la instalación existente sólo presenta un compresor siguiente de una sección.

60 La invención así como otros detalles de la invención se explican en detalle a continuación con la ayuda de ejemplos de realización representados esquemáticamente en los dibujos. En este caso:

## ES 2 746 755 T3

La figura 1 muestra un primer ejemplo de realización sin obtención de argón y

La figura 2 muestra un segundo ejemplo de realización con obtención de argón.

5 El compresor principal, la refrigeración previa del aire y la purificación del aire no se representan en la figura 1. Todo el aire purificado 1 entra en el primer modo de funcionamiento (modo normal / caso de diseño) bajo una presión de 5,8 bares. Una primera parte 2 se refrigera a esta presión en un intercambiador de calor principal 3 aproximadamente a temperatura de rocío y se introduce a través del conducto 4 en la columna de alta presión 5 de un sistema de columnas de destilación, que presenta, además, una columna de baja presión 6 y un condensador principal 7. Las dos columnas presentan en sus cabezas una presión operativa de 5,0 a 5,5 bares o bien 1,3 a 1,4 bares. Alternativamente, las presiones en ambas columnas se pueden elevar proporcionalmente a un nivel más alto.

15 Una segunda parte 8 del aire total 1 se comprime después de una pareja de compresores siguientes 9, 10 conectados en paralelo con refrigeradores siguientes 11 a 58 bares y se conducen como "primera corriente parcial" 13 y segunda corriente parcial" 16 al intercambiador de calor principal 3. La primera corriente parcial se conduce hasta el extremo frío del intercambiador de calor principal y en este caso se pseudo-licua. Después de la expansión en una válvula de mariposa 15 se introduce en estado predominantemente líquido en la columna de alta presión 5. La segunda corriente parcial es tomada a una temperatura intermedia a través del conducto 16 desde el intercambiador de calor principal 3, se expande en una turbina de expansión 17 con prestación de trabajo aproximadamente a la presión de las columnas de alta presión. Después de la separación de una porción líquida pequeña en un separador (separador de fases) 18 se conduce la segunda corriente parcial en común con la primera parte del aire de aplicación a través del conducto 4 a la columna de alta presión. La turbina 17 es frenada por un generador eléctrico G.

25 El líquido del sumidero 19 enriquecido con oxígeno de la columna de alta presión es refrigerado en una contra corriente de refrigeración 20 y es conducido a través del conducto 21 a la columna de baja presión 6 en un lugar intermedio. A través de los conductos 22 y 23 se extrae de nuevo al menos una parte del aire alimentado a la columna de alta presión y se conduce después de la refrigeración 20 a la columna de baja presión 6. El nitrógeno líquido 24 contaminado es igualmente refrigerado (20) y entonces es cedido a través del conducto 25 como retorno a la cabeza de la columna de baja presión 6.

35 Una primera parte 27 del nitrógeno gaseoso 26 de la cabeza de la columna de alta presión 5 se licua total o casi totalmente en el condensador principal 7. El nitrógeno líquido 28 obtenido en este caso es cedido en una primera parte 29 como retorno a la cabeza de la columna de alta presión 5. Una segunda parte 30, 32 se puede obtener después de la refrigeración 20 y la separación de gas rápido en un separador (separador de fases) 33 como producto líquido (LIN). Una segunda parte 39 del nitrógeno gaseoso de la cabeza 26 de la columna de alta presión 5 se calienta en el intercambiador de calor principal y se obtiene a través del conducto 40 como producto de nitrógeno gaseoso a presión (PGAN).

40 Desde el sumidero de la columna de baja presión (más exactamente: desde el espacio de evaporación del condensador principal 7) se extrae oxígeno líquido 34. Una primera parte del mismo circula como "primera corriente de oxígeno" 35 hacia una bomba 36 y se lleva allí en estado líquido a una presión elevada de 30 bares. La corriente de oxígeno 37 (subcrítico en el ejemplo) se conduce hacia el extremo frío del intercambiador de calor principal. En el intercambiador de calor principal 3 se evapora y se calienta aproximadamente a temperatura ambiente. A través del conducto 38 se obtiene la primera corriente de oxígeno finalmente como producto de oxígeno gaseoso comprimido (GOX IC).

50 Una segunda parte 44/45 del oxígeno líquido 34 se extrae - dado el caso después de la refrigeración 20 - a través del conducto 45 como "tercera corriente de oxígeno" y se obtiene como producto líquido. Se introduce especialmente en un depósito de oxígeno líquido (LOC a tanque).

55 Un conducto 46 sirve para la alimentación de una "segunda corriente de oxígeno" desde el tanque de oxígeno líquido hasta el sumidero de la columna de baja presión; pero está fuera de servicio en el primer modo de funcionamiento.

Nitrógeno gaseoso 41 contaminado desde la cabeza de la columna de baja presión 6 es calentado a contracorriente 20 de refrigeración y, además, en el intercambiador de calor principal 3 y es expulsado a través del conducto 42 a la atmósfera o introducido como gas regenerado en la instalación no representada para la purificación del aire.

60 En el primer modo de funcionamiento, la turbina de aire 17 está en servicio, el conducto de derivación 43 no es recorrido por la corriente. Igualmente se extrae a través del conducto 45 oxígeno líquido desde el sistema de columnas de destilación. Adicionalmente, se puede obtener nitrógeno como producto líquido (LIN) así como nitrógeno gaseoso puro desde la columna de baja presión (no representada).

En un segundo modo de funcionamiento (modo de ahorro de energía) se cierra el conducto 45, con preferencia no se produce tampoco nitrógeno líquido (LIN). A la inversa, a través del conducto 45 se alimenta oxígeno líquido desde fuera del sistema de columnas de destilación hasta la columna de baja presión, La cantidad de producto de nitrógeno gaseoso comprimido 28/GOX IC permanece en este caso igual. La cantidad total de aire 1 se reduce frente al primer modo de funcionamiento en aproximadamente 32 % en mol, la segunda parte 8/12 incluso en 65 % en mol, con preferencia uno de los dos compresores 9, 10 siguientes está fuera de servicio, el otro funciona con potencia reducida. La turbina 17 está parada, la derivación 43 está abierta y es recorrida por una corriente pequeña, que lava los pasos correspondientes del intercambiador de calor principal. La presión total del aire es sólo todavía 5,3 bares, la presión del aire curso abajo de los compresores 9, 10 siguientes es sólo todavía 53 bares. En este caso, en el segundo modo de funcionamiento se suministra la misma cantidad de producto de oxígeno gaseoso comprimido (GOX IC) a la misma presión que en el primer modo de funcionamiento. Estos números se aplican para el caso de que en el primer modo de funcionamiento se obtenga aproximadamente 25 % en mol del producto total de oxígeno como producto líquido y aproximadamente 75 % en mol como producto gaseoso comprimido (comprimido interior) aproximadamente a 30 bares. Además, en este caso se produce igualmente tanto nitrógeno líquido como oxígeno líquido. Aquí se refuerzan dos efectos y de esta manera posibilitan una reducción especialmente alta del consumo de energía en el compresor de aire principal (cantidad total de aire) y durante la compresión siguiente (primera y segunda corrientes parciales): por una parte, se reduce la cantidad total de aire, alimentando oxígeno líquido desde el exterior (y, por lo tanto, no debe generarse ya desde la cantidad de aire alimentada); por otra parte, los productos LOX y LIN no producidos reducen más la necesidad de aire y de frío. En el segundo ejemplo numérico representado más adelante para una instalación pura de gas, en cambio, sólo se describen modificaciones de la cantidad, que son provocadas sólo por la alimentación del LOX externo en el segundo modo de funcionamiento.

En el marco de la invención, a partir de la instalación para la generación de productos líquidos (primer modo de funcionamiento) se puede hacer una pura instalación de gas (segundo modo de funcionamiento) y en este caso se ahorra mucha energía en tiempos con altos precios de la corriente. El procedimiento sigue siendo eficiente, puesto que no se acciona ninguno de los compresores en derivación y las pérdidas durante el estrangulamiento de la corriente de las turbinas debido a la pequeña cantidad (necesaria predominantemente para el lavado de pasos de intercambiador de calor) y de la temperatura de entrada baja (esta temperatura es en el segundo modo de funcionamiento esencialmente inferior que en el primero) son relativamente reducida. Se posibilita en la práctica un modo de funcionamiento eficiente sin producción de líquido. Ahorro de energía adicional viene de la reducción de la cantidad total de aire (correspondiente a la energía de accionamiento reducida en el compresor de aire principal no representado). Debido a la potencia de frío innecesaria, se ahorra, además, energía de accionamiento durante la compresión siguiente 9/10.

En el marco de la invención, se puede reequipar también una instalación líquida existente según la figura 1, pero sin conducto 46 de manera correspondiente. A tal fin, sólo es necesaria la incorporación de este conducto 46, por lo demás todos los componentes permanecen iguales.

La invención se puede utilizar según el sentido también en procedimientos sin compresión siguiente, en los que el aire total se comprime claramente sobre la presión de columnas de alta presión (HAP - aire a alta presión). Independientemente de ello, la turbina 17 se puede frenar, en lugar del generador, por un compresor siguiente para aire de turbina. También es posible una aplicación de la invención en procedimientos con la llamada turbina de soplado (el aire desde el compresor de aire principal no se conduce después de la expansión a la columna de presión sino a la columna de baja presión) o con más de una turbina así como sobre turbinas con circuito de nitrógeno.

La figura 2 se diferencia de la figura 1 sólo por una obtención de argón añadida, que se representa aquí sólo de forma esquemática (caja de argón). Ésta está conectada en el lado habitual con columna de alta presión y columna de baja presión.

En un primer ejemplo numérico, la instalación según la figura 2 se puede accionar como en la figura 1. En este caso, en el segundo modo de funcionamiento, se obtiene una cantidad de argón líquido LAR, que se reduce proporcional a la cantidad de aire total.

Un segundo ejemplo numérico se desvía de aquél, puesto que (tampoco) en el primer modo de funcionamiento se obtiene producto de oxígeno líquido (y con preferencia tampoco producto de nitrógeno líquido LIN). También en este caso, la cantidad de producto de oxígeno gaseoso comprimido 38/GOX IC en el segundo modo de funcionamiento es igual que en el primer modo de funcionamiento. La cantidad total de aire se reduce en 10 % en mol frente al primer modo de funcionamiento, la segunda parte 8/12 se reduce en un 25 % en mol. Esto se puede realizar también con un único compresor siguiente (en lugar de los dos conectados en paralelo representado en los dibujos).

A diferencia de la representación en los dibujos, la corriente de las turbinas 16 se puede tomar también en una extracción intermedia de los dos compresores siguientes 9, 10, es decir, con una presión más reducida que la

## ES 2 746 755 T3

corriente de estrangulamiento 13, que se toma entonces desde la salida de los compresores siguientes 9, 10. En principio, la turbina 17 se puede frenar también con una fase de compresión siguiente, que comprime, además, una de las corrientes 13 y 16 o ambas.

**REIVINDICACIONES**

1.- Procedimiento para generar oxígeno gaseoso comprimido con consumo de energía variable a través de descomposición del aire a baja temperatura en un sistema de destilación de columnas, que presenta una columna de alta presión (5) y una columna de baja presión (6), en el que

- 5 - se refrigera aire de entrada en forma de una corriente total de aire (1) en un intercambiador de calor principal (3),
- 10 - se introduce al menos una parte del aire de aplicación refrigerado en la columna de alta presión (5),
- se lleva (36) una primera corriente de oxígeno (35) desde la columna de baja presión (6) en estado líquido a una presión elevada,
- se evapora o se pseudo-evapora la primera corriente de oxígeno (37) llevada a la presión elevada en el intercambiador de calor principal (3) y se calienta,
- 15 - se obtiene la primera corriente de oxígeno (38) caliente como producto de oxígeno gaseoso comprimido,
- se lleva una primera corriente parcial (13) del aire de aplicación antes de su entrada en el intercambiador de calor principal (3) a una primera presión alta, que es al menos 4 bares más alta que la presión operativa de la columna de alta presión (5),
- se licua o pseudo-licua la primera corriente parcial a la primera presión alta en el intercambiador de calor principal (3) y a continuación se introduce (14) en el sistema de columnas de destilación,
- 20 - se lleva (9, 10) una segunda corriente parcial (16) del aire de aplicación a una segunda presión alta, que es al menos 4 bares más alta que la presión operativa de la columna de alta presión (5),
- se refrigera la segunda corriente parcial en el intercambiador de calor principal (3) sólo a una temperatura intermedia,
- se expande (17) prestando trabajo la segunda corriente parcial (16) refrigerada a la temperatura intermedia y a continuación se introduce (4) en el sistema de columnas de destilación,
- 25 - en donde en un primer modo operativo
- se refrigera una primera cantidad total de aire en el intercambiador de calor principal (3),
- se conduce una primera cantidad de las turbinas como segunda corriente parcial (16) para la expansión de prestación de trabajo,
- 30 - y en donde en un segundo modo de funcionamiento
- se refrigera una segunda cantidad total de aire en el intercambiador de calor principal (3), que es menor que la primera cantidad total de aire y
- se conduce una segunda cantidad de las turbinas como segunda corriente parcial a la expansión de prestación de trabajo (17), que es menor que la primera cantidad de las turbinas
- 35 - y en donde
- se comprime toda la corriente de aire (1) surco arriba de su refrigeración en el intercambiador de calor principal (3) en un compresor del aire principal,
- en el segundo modo de funcionamiento se introduce una segunda corriente de oxígeno (46) desde una fuente externa fuera del sistema de columnas de destilación en estado líquido en la columna de baja presión (6), caracterizado por que
- 40 - en el primer modo de funcionamiento se comprimen la primera y la segunda corriente parcial (13, 16) en común (8, 12) en una pareja de compresores (9, 10) siguientes conectados en paralelo.

2. Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado por que se cumple al menos una de las siguientes condiciones:

- 45 - la segunda cantidad total de aire es al menos 5 % en mol menor que la primera cantidad total de aire,
- la segunda cantidad de las turbinas es al menos 10 % en mol menor, especialmente al menos 30 % en mol menor que la primera cantidad parcial.

3. Procedimiento según la reivindicación 1 ó 2, caracterizado por que

- 50 - en el primer modo de funcionamiento se extrae una tercera corriente de oxígeno desde la columna de baja presión en la periferia de una primera cantidad de oxígeno líquido como producto líquido y
- 55 - en el segundo modo de funcionamiento se extrae la tercera corriente de oxígeno en la periferia de una segunda cantidad de oxígeno líquido como producto líquido, que es menor que la primera cantidad de oxígeno líquido,
- en donde la segunda cantidad de oxígeno líquido es especialmente al menos 50 % en mol, especialmente 100 % menor que la primera cantidad de oxígeno líquido.

4. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado por que en el segundo modo de funcionamiento, ninguna de las corrientes del proceso del sistema de columnas de destilación se comete a una compresión fría.

5. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado por que la segunda cantidad de las turbinas es cero.

5 6. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizado por que los dos compresores (9, 10) siguientes, presentan un refrigerador (11) siguiente común o un refrigerador siguiente respectivo.

10 7. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 6, caracterizado por que la corriente total de aire se compone de una primera parte (2) y una segunda parte (8), en donde la segunda parte (8) se compone de la primera corriente parcial (13) y de la segunda corriente parcial (16) y especialmente la primera parte (2) es alimentada sin expansión de las turbinas en el estado esencialmente gaseoso al sistema de columnas de destilación, especialmente a la columna de alta presión (5).

15 8. Dispositivo para generar oxígeno gaseoso comprimido con consumo de energía variable a través de descomposición del aire a baja temperatura

- con un sistema de columnas de destilación, que presenta una columna de alta presión (5) y una columna de baja presión (6),
- con un intercambiador de calor principal (3) para refrigerar aire de aplicación en forma de una corriente de aire total (1),
- 20 - con medios para introducir al menos una parte del aire de aplicación refrigerado en la columna de alta presión (5),
- con medios (36) para llevar una primera corriente de oxígeno (35) desde la columna de baja presión (6) en estado líquido a una presión elevada,
- con medios para evaporar o pseudo-evaporar y calentar la primera corriente de oxígeno (37) llevada a la presión elevada en el intercambiador de calor principal (3),
- 25 - con medios para obtener la primera corriente de oxígeno caliente (38) como producto de oxígeno gaseoso comprimido,
- con medios (9, 10) para llevar una primera corriente parcial (13) del aire de aplicación antes de su entrada en el intercambiador de calor principal (3) a una primera presión alta, que es al menos 4 bares más alta que la presión operativa de la columna de alta presión (5),
- 30 - con medios para licuar o pseudo-licuar la primera corriente parcial a la primera presión alta en el intercambiador de calor principal (3),
- con medios (14) para introducir la primera corriente parcial (pseudo)licuada en el sistema de columnas de destilación,
- 35 - con medios (9, 10) para llevar una segunda corriente parcial (16) del aire de aplicación a una segunda presión alta, que es al menos 4 bares más alta que la presión operativa de la columna de alta presión (5),
- con medios para retirar la segunda corriente parcial en el intercambiador de calor principal (3) a una temperatura intermedia,
- con medios (17) para la expansión con prestación de trabajo de la segunda corriente parcial (16) refrigerada a la temperatura intermedia,
- 40 - con medios (4) para introducir (4) la primera corriente parcial expandida con prestación de trabajo en el sistema de columnas de destilación,
- con un compresor de aire principal para comprimir toda la corriente de aire (1) curso arriba de su refrigeración en el intercambiador de calor principal (3),
- 45 - con un medio para introducir una segunda corriente de oxígeno (46) en el estado líquido desde una fuente externa fuera del sistema de columnas de destilación en la columna de baja presión (6),
- con un dispositivo de regulación, a través del cual se ajustan los siguientes parámetros del proceso:
- en un primer modo de funcionamiento
- una primera cantidad total de aire, que es refrigerada en el intercambiador de calor principal (3),
- 50 - una primera cantidad de las turbinas, que se conduce como primera corriente parcial (16) a la expansión con prestación de trabajo,
- y en un segundo modo de funcionamiento
- se refrigera una segunda cantidad total de aire en el intercambiador de calor principal (3), que es menor que la primera cantidad total de aire,
- 55 - se conduce una segunda cantidad de las turbinas como primera corriente parcial de la expansión (17) con prestación de trabajo, que es menor que la primera cantidad de las turbinas,
- una cantidad de la segunda corriente de oxígeno, que se conduce a la columna de baja presión (6) en estado líquido, que es menor que la cantidad en el primer modo de funcionamiento, caracterizado por una pareja de compresores (9, 10) siguientes conectados en paralelo para la compresión siguiente común de la
- 60 primera y de la segunda corrientes parciales (13, 16).

9. Procedimiento para el reequipamiento de una instalación de descomposición del aire a baja temperatura para un funcionamiento según el procedimiento de una de las reivindicaciones 1 a 7, caracterizado por que se añaden medios para introducir la segunda corriente de oxígeno en la columna de baja presión.

10. Procedimiento según la reivindicación 9, caracterizado por que además de los medios para la introducción de la segunda corriente de oxígeno en la columna de baja presión y, dado el caso, el otro compresor (10) siguiente, no se realiza ninguna o ninguna modificación esencial en la instalación de descomposición del aire a baja temperatura.

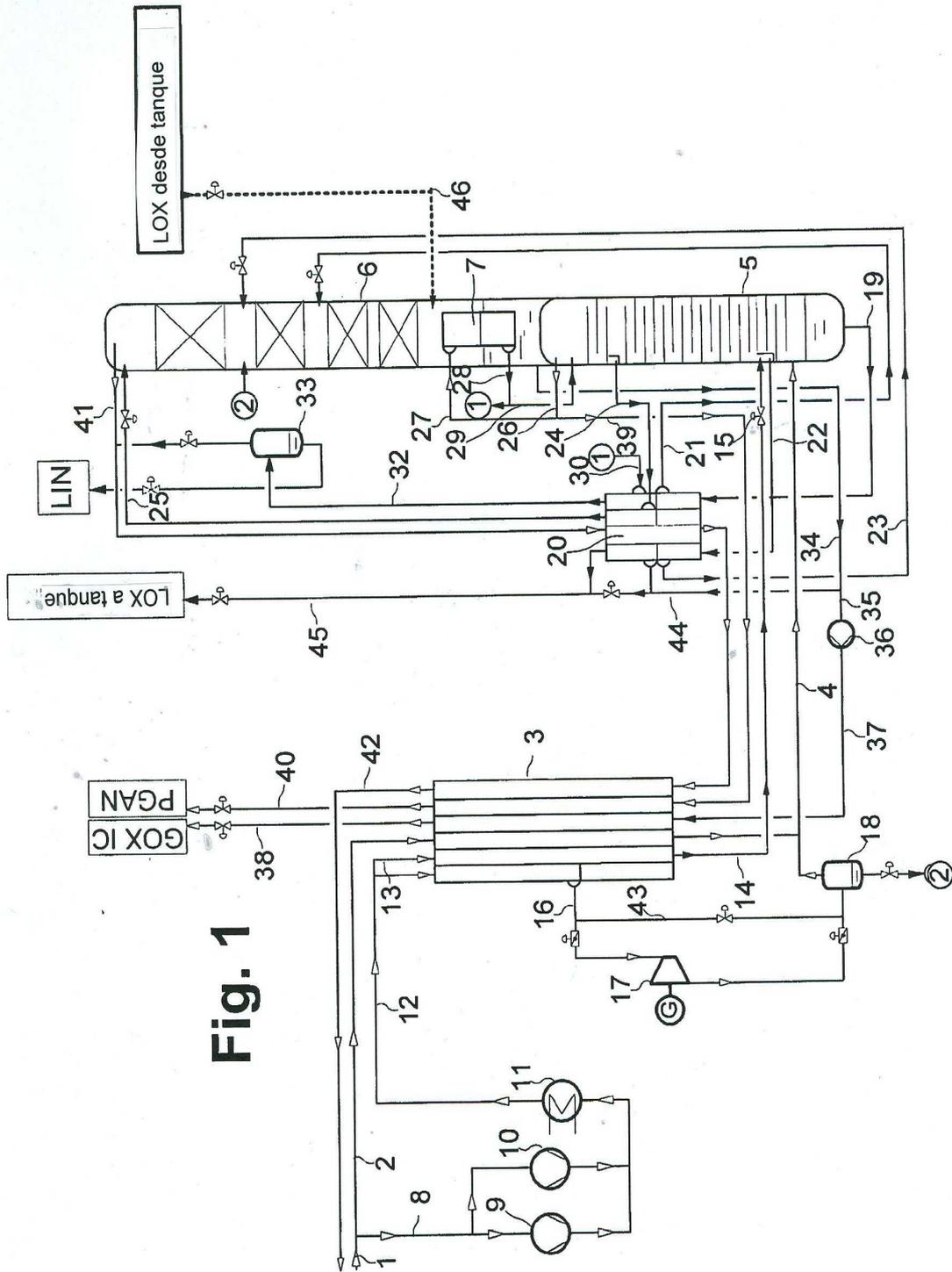


Fig. 1

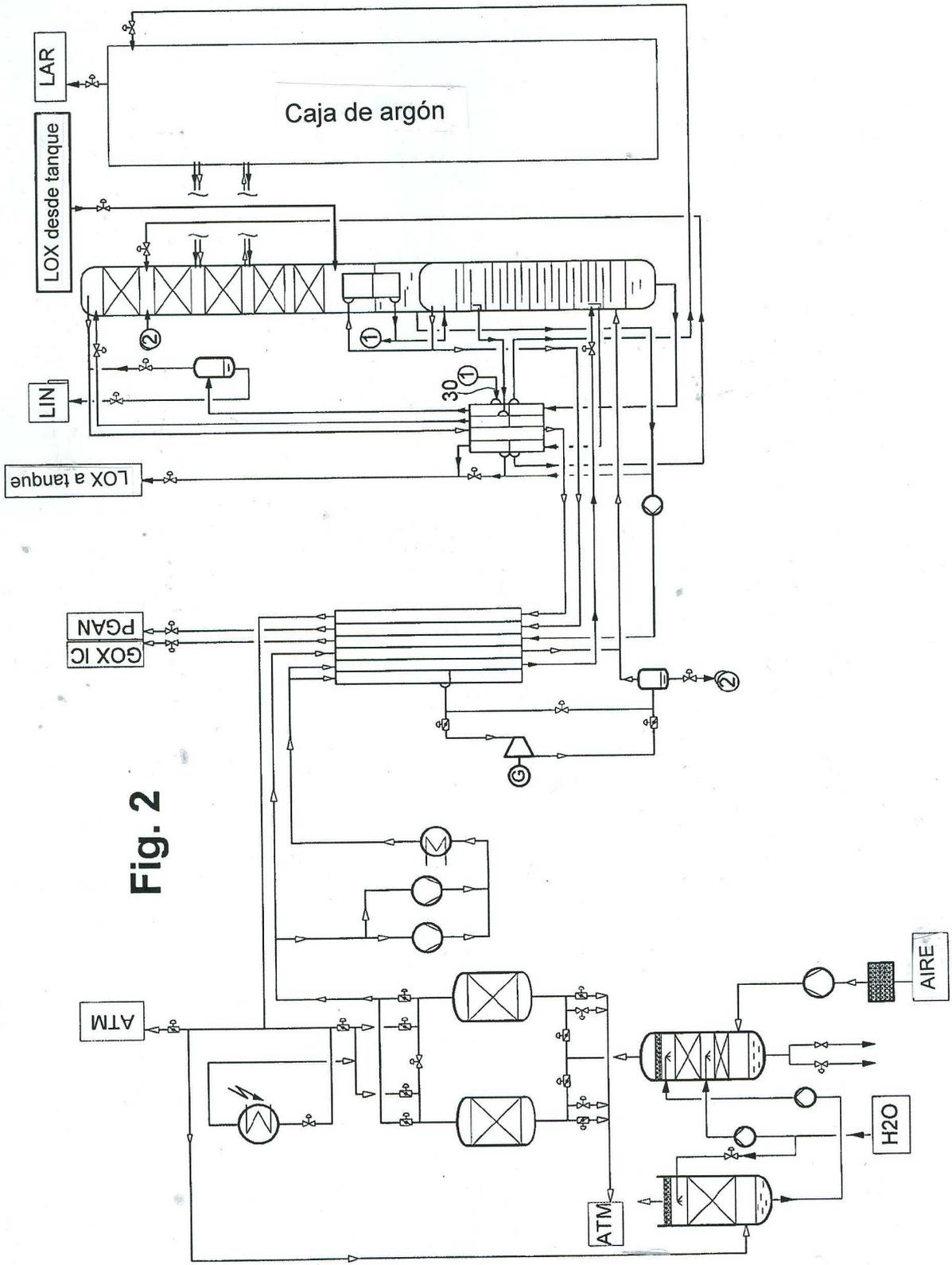


Fig. 2