

13 MAR. 1963

P.- 23.910

Serie 975/993/1041  
Nº P.V. 883.934,  
894.365 y 913.755



283897

283897

MEMORIA DESCRIPTIVA

que se presenta para unir a la solicitud

de

P A T E N T E D E I N V E N C I O N

formulada el 4 de Enero de 1963, con el Nº 283.897

en

E S P A Ñ A

por VEINTE años

a nombre de L'AIR LIQUIDE SOCIETE ANONYME POUR L'ETUDE ET  
L'EXPLOITATION DES PROCESSES GEORGES CLAUDE, entidad fran-  
cesa, establecida en 75 Quai d'Orsay, Paris, Francia, por:

"PROCEDIMIENTO DE FABRICACION DE AIRE ENRIQUECIDO  
EN OXIGENO"

-----

El presente invento se refiere a un procedimiento de fa-  
bricación de aire enriquecido en oxígeno por licuación y rec-  
tificación a baja temperatura, en el cual por lo menos una par-  
te del aire a separar es comprimida, purificada y enfriada en  
5 la proximidad de su punto de rocío, y luego sometida a una  
condensación fraccionada a reflujo, y la fracción líquida enri-  
quecida en oxígeno obtenida es expandida, luego vaporizada por  
cambio indirecto de calor con el aire en curso de condensación,  
mientras que el nitrógeno gaseoso residual es igualmente ex-

283897



pandido, y luego recalentado a cerca de la temperatura ambiente y evacuado.

Procedimientos de esta clase, llamados "procedimientos con retorno hacia atrás", son conocidos hace tiempo; han constituido especialmente el objeto de la patente francesa número 324.460 y de su primer certificado de adición número 1.089 a nombre de Georges Claude. Después han sido abandonados a favor de la separación en columnas de rectificación, que permite obtener oxígeno y nitrógeno puros. Se ha estimado hasta ahora, incluso cuando se deseaba obtener solamente aire enriquecido en oxígeno, utilizable especialmente para el enriquecimiento en oxígeno del viento de altos hornos, que era más económico fabricar por rectificación oxígeno sensiblemente puro, y luego mezclarlo con aire, más bien que preparar directamente aire enriquecido por condensación fraccionada.

El procedimiento del invento tiene por objeto permitir la obtención directa de aire enriquecido en oxígeno, cuyo contenido en oxígeno puede alcanzar de 40 a 45% en volumen, sin utilizar columna de rectificación y con un gasto de energía frigorífica notablemente inferior a la que sería necesaria si se preparara de modo intermediario en columnas de rectificación oxígeno sensiblemente puro, o si se utilizara el aparato de "retorno hacia atrás" de la patente francesa número 324.460. Este resultado se obtiene no comprimiendo el aire más que a una presión relativamente baja, de aproximadamente 2,3 a 3 atmósferas absolutas, notablemente inferior a la presión requerida en los procedimientos conocidos. La instalación de puesta en práctica es extremadamente sencilla y relativamente poco costosa; no incluye necesariamente, además del compresor de aire y de los cambiadores de calor, de ellos un cambiador de reflujo, más que

283897



una máquina de expansión, de preferencia una turbina, a causa de la poca caída de presión y del caudal elevado del gas a expandir.

5 El procedimiento del invento se caracteriza por que la fracción líquida enriquecida en oxígeno es subenfriada antes de su expansión por cambio de calor con el nitrógeno residual previamente expandido.

10 Se obtiene de esta manera un líquido extremadamente frío, que permite por su vaporización progresiva en contracorriente del aire bajo presión en curso de condensación fraccionada una retención casi total del oxígeno en la fracción líquida y la separación en el extremo frío del cambiador a reflujo de un gas constituido por nitrógeno casi puro.

15 La descarbonatación del aire a separar puede efectuarse de cualquier manera conocida, por vía química (absorción del gas carbónico por una solución de sosa), por simple congelación en un cambiador sometido a descongelaciones periódicas, o por adsorción. Es preferible sin embargo, conforme al invento, efectuarla en un cambiador de calor con permutación periódica  
20 de las corrientes gaseosas (regenerador o cambiador de inversiones) por congelación del gas carbónico en el curso de la refrigeración, y luego vaporización de éste en las dos fracciones separadas, manteniendo a un valor suficientemente pequeño para permitir la vaporización completa del gas carbónico la diferencia de temperatura en el extremo frío del cambiador en el  
25 cual se deposita, recalentando una corriente gaseosa auxiliar por paso en contracorriente del aire a refrigerar a un compartimiento suplementario de este cambiador. Esta corriente gaseosa auxiliar está constituida ventajosamente, según una primera variante de realización, por una parte del nitrógeno ga-  
30

283897



seoso bajo presión que procede del condensador a reflujo, que se reúne luego con la otra parte antes de su expansión con trabajo exterior.

5 Esta puede ser igualmente, según una segunda variante de realización, una corriente de nitrógeno que circule en circuito cerrado, la cual después de su recalentamiento en el compartimento suplementario del cambiador es recalentada a cerca de la temperatura ambiente, comprimida, enfriada de nuevo a una temperatura próxima a su temperatura de salida del  
10 compartimento suplementario, luego expandida con trabajo exterior y reintroducida por el extremo frío del compartimento suplementario. Esto requiere, sin embargo, el empleo de un compresor y de una máquina de expansión suplementarios, así como de otro cambiador, o la incorporación de compartimentos  
15 de cambio suplementarios en un cambiador existente.

La corriente gaseosa auxiliar puede ser también una fracción del aire a separar tomada en el extremo frío del cambiador en el cual se deposita el gas carbónico, y luego expandida después de su recalentamiento y reunida con el nitrógeno  
20 separado a baja presión en el extremo frío de este cambiador.

Una instalación de puesta en práctica del procedimiento del invento comprende en lo esencial un compresor de aire a baja presión (2,3 a 3 atm. absolutas), un dispositivo de cambio de calor llamado "caliente" en la zona de temperatura que  
25 va de la ambiente a  $-180^{\circ}\text{C}$ . aproximadamente, luego un dispositivo de cambio de calor llamado "frío" en la zona de temperatura de  $-180^{\circ}\text{C}$ . aproximadamente a cerca del punto de rocío del aire a la presión considerada, un dispositivo de condensación a reflujo, que asegura la condensación fraccionada del  
30 aire, la subrefrigeración y la vaporización del líquido enri-

283897

13



quecido en oxígeno, y una turbina de expansión. Estos diferentes dispositivos de cambio de calor pueden ser cambiadores tubulares de tipo habitual, regeneradores o cambiadores de inversiones.

5           En particular se puede asegurar la condensación fraccionada del aire con ayuda de un condensador de reflujo del tipo descrito en la patente francesa número 1.123.353 a nombre de la solicitante para otra aplicación (condensación de etileno de gas de hornos), o bien en las patentes inglesas números  
10 783.186 del 18 de septiembre de 1.957 y 843.119 del 4 de agosto de 1960 a nombre de Haselden, o bien en la patente inglesa número 847.523 del 7 de septiembre de 1960 a nombre de Marston Excelsior Ltd, siendo efectuada la subrefrigeración del líquido enriquecido en oxígeno por un cambiador especial. Se pueden  
15 asegurar también al mismo tiempo estas dos operaciones con ayuda de un grupo de tres regeneradores en permutación circular, recorrido cada uno sucesivamente por aire frío bajo presión, por el líquido enriquecido en oxígeno previamente expandido y por el nitrógeno previamente expandido con trabajo exterior.

20           Una variante de realización preferida del invento tiene por objeto permitir la producción de aire más fuertemente enriquecido en oxígeno de lo que permite obtener el procedimiento descrito más arriba y, en particular, de aire sobre oxigenado de un contenido comprendido entre 60% y 70% en volumen  
25 de oxígeno, utilizable especialmente para ciertas aplicaciones siderúrgicas, y en particular el enriquecimiento en oxígeno del viento de los altos hornos. Se ha propuesto ya en la solicitud de patente francesa del 27 de febrero de 1962, a nombre de la solicitante, por "PROCEDIMIENTO DE FABRICACION  
30 DE AIRE SOBROXIGENADO" un procedimiento que permite la obten-

283897



5 ción de aire sobreoxigenado con 70% aproximadamente de oxígeno, a partir de aire llevado a una presión de 3,5 a 4 atmósferas absolutas, y por lo tanto con un gasto de energía notablemente reducido con relación a la necesaria en las instalaciones de separación de aire de tipo habitual. Este procedimiento necesita sin embargo sensiblemente la misma instalación que los procedimientos conocidos, y especialmente dos columnas de rectificación sucesivas a presiones diferentes.

10 Esta variante permite además asegurar la producción de aire sobreoxigenado de contenido comprendido entre 60% y 70% aproximadamente de oxígeno, en una instalación muy sencilla, que no tiene, aparte del condensador de reflujo ya descrito, más que una sola columna de rectificación. Permite además, si  
15 se desea, asegurar igualmente la producción de una cierta cantidad de oxígeno sensiblemente puro por adición de una pequeña columna auxiliar de rectificación, que funciona a la misma presión que la columna principal.

20 Finalmente, permite la obtención de aire sobreoxigenado, y eventualmente de una cierta cantidad de oxígeno puro, con un gasto de energía reducido.

25 Basta en efecto para asegurar la separación del aire, llevar una parte a una presión comprendida entre 2 y 3 atmósferas absolutas, y otra parte a una presión comprendida entre 4 y 5 atmósferas absolutas. La producción frigorífica necesaria puede ser asegurada por expansión con trabajo exterior, ya sea de una fracción del aire tratado, ya sea del nitrógeno separado.

30 Esta variante se caracteriza por que la fracción enriquecida en oxígeno vaporizada, ya mencionada, es insufia-

283897



da por lo menos en parte por la base de una columna de rec-  
tificación, que es alimentada por la parte superior por el  
nitrógeno separado en la condensación a reflujo, despues de  
licuación por cambio de calor con el oxígeno líquido, de con-  
5 tenido comprendido entre 60% y 70% aproximadamente, separado  
en la parte inferior de esta columna y luego expansión a una  
presión próxima a la de la fracción enriquecida en oxígeno  
vaporizada.

Esta variante del invento supone todavía los modos de  
10 puesta en práctica igüientes, separadamente o en combina-  
ciones:

a) La fracción gaseosa sometida a la expansión con tra-  
bajo exterior es el nitrógeno separado en la parte superior  
de la columna de rectificación y luego sometido a un recalen-  
15 tamiento parcial;

b) la fracción gaseosa sometida a la expansión con tra-  
bajo exterior es una fracción de aire comprimida a una pre-  
sión de preferencia inferior a la del aire sometido a la con-  
densación a reflujo, e igualmente enfriada por cambio de ca-  
20 lor con los productos de la separación por rectificación;

c) la fracción de aire expandida con trabajo exterior  
es insuflada en la zona media de la columna de rectifica-  
ción;

d) la subrefrigeración de la fracción líquida enrique-  
25 cida en oxígeno, separada en la condensación a reflujo por  
cambio de calor con el nitrógeno separado en cabeza de la co-  
lumna de rectificación, y luego expandido con trabajo exte-  
rior según a), tiene lugar de manera indirecta, por subre-  
frigeración del nitrógeno líquido procedente de la condensa-  
30 ción a reflujo, con ayuda del nitrógeno gaseoso expandido con

283897



trabajo exterior, antes de la expansión y la introducción del nitrógeno líquido por la parte superior de la columna de rectificación, y luego recalentamiento del nitrógeno gaseoso desprendido en la parte superior de la columna de rectificación en cambio de calor con la fracción líquida enriquecida en oxígeno;

5 e) la subrefrigeración de la fracción líquida enriquecida en oxígeno separada en la condensación a reflujo por cambio de calor con la fracción expandida con trabajo exterior según b), tiene lugar de manera indirecta, por medio del nitrógeno gaseoso desprendido en cabeza de la columna de rectificación, en la cual el aire expandido con trabajo exterior es insuflado;

10 f) una fracción suplementaria de aire a separar, bajo una presión próxima a la del aire enviado a la condensación a reflujo, es licuada por cambio de calor con el oxígeno líquido de contenido comprendido entre 60% y 70% separado en la parte inferior de la columna de rectificación, y luego expandida e introducida en esta última;

15 g) una fracción del oxígeno líquido a 70% aproximadamente que sale por la parte inferior de la columna de rectificación es separada en una columna auxiliar de rectificación en oxígeno líquido sensiblemente puro y en una fracción gaseosa que es enviada de nuevo a la columna de rectificación principal;

20 h) una segunda fracción suplementaria de aire a separar bajo una presión próxima a la del aire enviado a la condensación a reflujo, es licuada por cambio de calor con la columna auxiliar de rectificación según g), y luego expandida e introducida en la columna principal de rectificación.

30

283897



Sin embargo, cuando una fracción auxiliar de aire, llevada a una presión relativamente baja, inferior a la del aire enviado a la condensación a reflujo, es insuflada en la columna de rectificación, se hacen necesarios dispositivos de refrigeración del aire relativamente complejos, que tienen tres líneas separadas de cambio de calor, por ejemplo en cambiadores de permutación periódica de las corrientes de aire y de producto de la separación, tales como los descritos y representados en la figura 5. En una primera línea de cambio, el aire comprimido a una presión media, destinado a ser sometido a la condensación a reflujo, es refrigerado en contracorriente de una parte del nitrógeno separado a baja presión. En una segunda línea, una parte del aire comprimido a presión relativamente baja, destinado ha ser insuflado directamente en la columna de rectificación, es enfriado por cambio de calor con el oxígeno a 60-70% separado. En una tercera línea, otra parte del aire comprimido a presión relativamente baja es enfriada por cambio de calor con otra parte del nitrógeno separado a baja presión. Estas tres líneas distintas de cambio de calor estaban previstas a causa del hecho de que el caudal de nitrógeno a baja presión era notablemente más elevado que el caudal de aire a presión media, mientras que el caudal de aire a presión relativamente baja era notablemente más elevado que el de oxígeno a 60-70% a baja presión.

El exceso de aire a presión relativamente baja era enfriado por consiguiente por cambio de calor con el exceso de nitrógeno a baja presión.

Aunque esta disposición asegura una refrigeración y una depuración conveniente del aire, requiere el empleo de un número importante de cambiadores con inversiones periódicas de

283897



las corrientes gaseosas, aparatos relativamente costosos, lo que eleva sensiblemente el coste global de la instalación de fabricación de oxígeno a 60-70% con relación a lo que se podría esperar con un dispositivo de refrigeración y depuración del aire tan sencillo como los dispositivos habituales.

El perfeccionamiento definido a continuación en este procedimiento de cambio de calor tiene por objeto remediar este inconveniente y permitir efectuar la refrigeración y la purificación del aire en un dispositivo sencillo y poco costoso. Se caracteriza por que la totalidad de la fracción auxiliar del aire a una presión relativamente baja es enfriada y purificada en una primera línea de cambio de calor a contracorriente del oxígeno de contenido comprendido entre 60 y 70%, mientras que la fracción principal del aire es enfriada y purificada en una segunda línea de cambio de calor constituida por una batería de regeneradores, a contracorriente del nitrógeno separado a baja presión, y una fracción del nitrógeno separado, tomada del exceso del nitrógeno separado con relación a la fracción principal del aire es extraída de la zona media de la batería de regeneradores y recalentada a contracorriente de la fracción auxiliar de aire en la zona más caliente de la primera línea de cambio de calor.

El segundo perfeccionamiento definido a continuación tiene igualmente por objeto permitir efectuar la refrigeración y la purificación de la mayor parte del aire en regeneradores menos costosos que cambiadores de inversiones periódicas de las corrientes gaseosas; permite no utilizar más que un solo cambiador de esta clase, tratando un caudal de aire poco importante. Se caracteriza por que la fracción auxiliar de aire es enfriada y purificada a contracorriente del gas de

283897

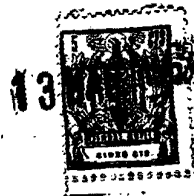


contenido en oxígeno comprendido entre 60% y 70% en una primera línea de cambio de calor constituida por una primera batería de regeneradores, la fracción del aire destinada a ser sometida a la condensación a reflujo es enfriada y purificada a contracorriente del nitrógeno separado en una segunda línea de cambio de calor constituida por una segunda batería de regeneradores, mientras que otra fracción auxiliar de aire, cuya purificación está asegurada independientemente de su refrigeración, es enfriada en una tercera zona de cambio de calor a contracorriente de una parte del nitrógeno separado, tomada del exceso de nitrógeno separado con relación a la fracción de aire destinada a ser sometida a la condensación a reflujo, en la zona media de la segunda batería de regeneradores, luego es igualmente insuflada en la zona media de la columna de rectificación, y una parte de la primera fracción auxiliar de aire es extraída de la zona media de la primera batería de regeneradores, en caudal tal que la cantidad residual de aire sea inferior al caudal de gas de contenido en oxígeno comprendido entre 60% y 70% en la zona más fría de la primera batería de regeneradores, y luego es purificada e igualmente insuflada en la zona media de la columna de rectificación.

Se describen a continuación con referencia al dibujo anejo varias instalaciones de producción de aire enriquecido en oxígeno conforme al invento.

La figura 1 del dibujo representa una instalación en la cual la sublimación completa del gas carbónico depositado en cambiadores de calor de inversión está asegurada por circulación en un compartimiento especial de estos cambiadores de una fracción de nitrógeno bajo presión tomada a la salida

283897



del condensador de reflujo y reunida luego, despues de re-  
calentamiento, con la fracción principal del nitrógeno bajo  
presión en la entrada de la turbina de expansión.

5 La figura 2 representa una instalación en la cual la  
sublimación del gas carbónico depositado está asegurada gra-  
cias a un ciclo cerrado de nitrógeno, que es recomprimido  
despues de su recalentamiento a la temperatura ambiente, y  
expandido luego antes de su introducción en el compartimen-  
to especial del cambiador reversible en el cual tiene lugar  
10 el depósito del gas carbónico.

La figura 3 representa una instalación en la cual la  
sublimación del gas carbónico depositado está asegurada gra-  
cias a un envío de aire refrigerado, que se reúne luego  
con el nitrógeno a baja presión evacuado.

15 La figura 4 representa una variante de realización en  
la cual el condensador de reflujo está sustituido por un con-  
junto de tres regeneradores en permutación circular.

La figura 5 representa una instalación de fabricación  
de oxígeno de contenido comprendido entre 60% y 70% aproxi-  
20 madamente, en la cual el condensador de reflujo está comple-  
tado por una columna de rectificación.

La figura 6 representa una instalación de fabricación  
de oxígeno a 60-70% aproximadamente, análoga a la de la fi-  
gura 5, pero que tiene además una columna de rectificación  
25 auxiliar que permite obtener una pequeña cantidad de oxíge-  
no a 99,5%.

La figura 7 representa una instalación de fabricación  
de oxígeno a 60-70% aproximadamente, análoga a la de la fi-  
gura 5, pero en la cual la línea de refrigeración del aire  
30 por cambio de calor con el nitrógeno separado está constituí-

283897



da por una batería de regeneradores.

La figura 8 representa una instalación de fabricación de oxígeno a 60-70% aproximadamente, análoga a la de la figura 5, pero en la cual las líneas de refrigeración del aire por cambio del calor con el nitrógeno y el oxígeno separados están constituidas cada una por una batería de regeneradores.

Haciendo referencia a la figura 1, el aire a separar es llevado por el turbocompresor 10 a una presión de 2,7 atmósferas absolutas. Es introducido por el conducto 11 en el cambiador de calor con inversiones 1, donde se enfría a  $-95^{\circ}\text{C}$  aproximadamente, depositando en estado sólido su vapor de agua por cambio de calor con el aire enriquecido y el nitrógeno separados. Luego pasa por el conducto 14 al cambiador 2 con permutación ternaria de los circuitos de aire, de nitrógeno y oxígeno, donde se enfría a aproximadamente  $-180^{\circ}\text{C}$  y por el conducto 17 al cambiador 3, donde es enfriado de nuevo a  $-183^{\circ}\text{C}$ . aproximadamente, cerca de su punto de rocío.

El aire enfriado y purificado es admitido entonces por el conducto 22 en la parte inferior del condensador de reflujo 4, donde es enfriado por contacto indirecto a contracorriente con el líquido rico en oxígeno separado en este condensador, subrefrigerado y expandido; se condensa progresivamente elevándose en este cambiador, y el líquido formado gotea a contracorriente de los vapores ascendentes. Se recojen en la parte inferior de este condensador por el conducto 29 un líquido que contiene de 40 a 45% de oxígeno, que se recoge en el recipiente de recogida 30; los vapores que se separan de él son enviados por el conducto 31 a la parte inferior del condensador 4.

Por el hecho del cambio de materia a contracorriente

283897



entre vapor y líquido, se desprende en la parte superior del condensador 4, por el conducto 34, nitrógeno sensiblemente exento de oxígeno. Este nitrógeno está dividido en dos fracciones. La primera, la más importante, es enviada por la válvula 36 al conducto 51 después de la adición de otra fracción recalentada en el cambiador 3, como se describirá más adelante; al nitrógeno bajo presión se le añade de nuevo por el conducto 50 una fracción de nitrógeno bajo presión previamente recalentado en los cambiadores 3 y 2, y enfriado luego de nuevo en el cambiador 3, luego es enviado a la válvula 39 donde sufre una regulación de su presión antes de llegar por el conducto 40 a la turbina de expansión 41; es expandido en esta turbina cerca de la presión atmosférica, y luego enviado por el conducto 42 al cambiador 5, destinado a asegurar la subrefrigeración del líquido rico en oxígeno separado en el condensador a reflujo. Así recalentado a  $-187^{\circ}\text{C}$  aproximadamente, el nitrógeno a baja presión se traslada por el conducto 23 al cambiador 3, y luego sucesivamente por los conductos 18 y 15 a los cambiadores 2 y 1; finalmente es evacuado por el conducto 12 a cerca de la temperatura ambiente.

La segunda fracción de nitrógeno bajo presión es enviada por el conducto 25, en cantidad regulable por la válvula 35, a un compartimento especial del cambiador 3, donde se recalienta concurrentemente con el aire enriquecido y con el nitrógeno separado. Sale por el extremo caliente de este cambiador, por el conducto 26; una parte se reúne directamente por la válvula 37 con la primera fracción de nitrógeno procedente de la válvula 36; otra parte es enviada por el conducto 20 a un compartimento especial del cambiador 2, donde se recalienta de nuevo; luego es enviada por el conducto 21 a un haz tubular

283897



especial del cambiador 3, donde se enfría de nuevo antes de reunirse con el conducto 50 con la fracción de nitrógeno enviada por el conducto 51 a la turbina de expansión 41.

5 El líquido enriquecido en oxígeno recogido en el recipiente 30 es enviado por el conducto 32 al cambiador 5, donde es subenfriado a  $-189^{\circ}\text{C}$  aproximadamente por cambio de calor con el nitrógeno frío expandido con trabajo exterior ya mencionado. Entonces es expandido en la válvula 33 a cerca de la presión atmosférica y enviado por el conducto 27 al condensador de reflujo 4, donde se vaporiza por cambio indirecto  
10 de calor con el aire bajo presión en curso de refrigeración. Debido al hecho de la baja temperatura del líquido de enriquecimiento en oxígeno debida a su subrefrigeración previa, se obtiene una excelente separación de los constituyentes del  
15 aire a condensar, de manera que el líquido recogido en la parte inferior del condensador de reflujo es muy rico en oxígeno (contenido de 40 a 45%).

El aire enriquecido en oxígeno que sale por la parte inferior del condensador de reflujo 4, es enviado por el conducto 24 al cambiador 3, y luego sucesivamente por los conductos 19 y 16 a los cambiadores 2 y 1; finalmente sale a cerca  
20 de la temperatura ambiente por el conducto 13 para ser enviado a la utilización.

La instalación de la figura 2 es en gran parte análoga  
25 a la de la figura 1, pero el mantenimiento a un valor pequeño de la diferencia de temperatura en el extremo frío de los cambiadores donde se deposita el gas carbónico está asegurado, no ya por un recalentamiento en estos cambiadores de una fracción del nitrógeno separado bajo presión, sino por un  
30 ciclo cerrado de nitrógeno. Una corriente de nitrógeno com-

283897



primida por el turbocompresor 50 a una presión entre 5 y 15 kg/cm<sup>2</sup>, es enviada por el conducto 51 al cambiador 1, donde se enfría concurrentemente con el aire a separar, y luego por el conducto 52 a la turbina de expansión 53. Fuertemente enfriado por esta expansión, es admitido por el conducto 54 en el extremo frío de un compartimiento especial del cambiador 2; a la salida de este último, pasa por el conducto 55 al cambiador 1, donde se recalienta a cerca de la temperatura ambiente, a contracorriente del nitrógeno comprimido, antes de llegar a la admisión del turbocompresor 50.

En lugar de efectuar la refrigeración del nitrógeno comprimido y el recalentamiento del nitrógeno a baja presión enviado al compresor en compartimientos del cambiador 1, se pueden efectuar naturalmente en un cambiador distinto.

El ciclo de nitrógeno citado asegura, pues, en el cambiador 2, un caudal de gases fríos superior al caudal de aire a refrigerar, puesto que el nitrógeno expandido en la turbina 53 no ha sido enfriado previamente en este cambiador. En lo que concierne al cambiador 3, el exceso de caudal de gas frío está asegurado en él como en la instalación de la figura 1, recalentando en un compartimiento especial de este cambiador una fracción del nitrógeno a presión separado en el condensador a reflujo.

La instalación de la figura 3 es igualmente análoga en su mayor parte a la de la figura 1, pero el exceso de caudal de gas frío está asegurado en el cambiador 2 por la toma en el extremo frío de este cambiador de una pequeña fracción del aire bajo presión enfriado, la cual es introducida por la válvula de expansión 60 en un compartimiento especial de este cambiador; después del recalentamiento, esta fracción de aire

283897



se reune por el conducto 61 y la válvula 62 con el nitrógeno a baja presión que penetra en el extremo frío de este cambiador por el conducto 18; se puede igualmente desviar una parte y reunirla por el conducto 63 y la válvula 64 con el nitrógeno a baja presión que llega por el conducto 23 en el extremo frío del cambiador 3.

Aunque se haya descrito en las instalaciones citadas el empleo de cambiadores con inversiones periódicas de los circuitos de aire y de nitrógeno, se pueden sustituir éstos por regeneradores provistos eventualmente de haces tubulares empotrados para asegurar el paso del nitrógeno bajo presión a expandir con trabajo exterior, que conviene evitar ensuciar por el gas carbónico depositado por el aire. En particular, como se representa en la figura 4, se puede sustituir el condensador de reflujo por un conjunto de tres regeneradores, recorridos sucesivamente por el aire a condensar, por el nitrógeno expandido con trabajo exterior y por el líquido enriquecido en oxígeno, en sentido contrario del aire precedente.

La figura 4 representa unicamente los tres regeneradores 4A, 4B y 4C que sustituyen al condensador de reflujo y aseguran la subrefrigeración del líquido enriquecido en oxígeno.

En el periodo representado en la figura 4A, el aire a cerca de su punto de rocío, llega por el conducto 22 a la parte inferior del regenerador 4A, previamente enfriado por nitrógeno expandido con trabajo exterior, donde se condensa parcialmente a reflujo elevándose a través del relleno. Se recogen en la parte inferior del regenerador por el conducto 32 un líquido enriquecido en oxígeno, que es expandido en la válvula 33 y recalentado en el regenerador 4C antes de ser evacua-

283897



do por el conducto 24.

El nitrógeno sensiblemente puro separado en la parte superior del regenerador 4A por el conducto 34, es recalentado, expandido con trabajo exterior en una turbina (no representada), y luego recalentado por paso a través del regenerador 4B, antes de ser evacuado por el conducto 23.

Cuando el regenerador 4A se ha recalentado al punto de no permitir ya una separación satisfactoria del aire, los regeneradores son permutados circularmente; el aire es introducido en el regenerador 4B, mientras que el regenerador 4A es enfriado por el líquido expandido rico en oxígeno, y el regenerador 4C por el nitrógeno expandido con trabajo exterior (figura 4B).

Finalmente, en un tercero periodo, el aire al punto de rocío es introducido en el regenerador 4C, mientras que los regeneradores 4A y 4B son enfriados respectivamente por el nitrógeno a baja presión y por el líquido enriquecido en oxígeno.

En la instalación representada en la figura 5, el aire a separar es introducido por el conducto 11 en el turbocompresor 12, que lo impulsa bajo una presión de 2,4 atmósferas absolutas en el conducto 13. Es dividido entonces en dos fracciones. La primera, que constituye aproximadamente el 67% del total, es comprimida de nuevo por el turbocompresor 15 a 4,3 atmósferas absolutas, y luego introducida por el conducto 16 a contracorriente de una fracción del nitrógeno separado a baja presión, en los cambiadores 1C y 2C, con inversiones periódicas de las corrientes de aire y de nitrógeno, provistos de dos juegos de válvulas 21 A, 21 B, 22A, 22B, y 71 A, 71 B, 72 A, 72 B, que permiten asegurar estas inversiones periódicas. Estos cambiadores pueden ser, por ejemplo, cambiadores compactos de alu-

283897



minio soldados del tipo vendido por la Compagnie Européenne de Matériels Techniques. El aire se enfría en estos cambiadores depositando en estado sólido su vapor de agua y su gas carbónico. Para asegurar la sublimación completa en el nitrógeno separado del gas carbónico anteriormente depositado, una parte (18% aproximadamente) del aire enfriado es tomada por el conducto 80 en caudal regulable por una válvula 81 y enviada a contracorriente del aire a refrigerar a un compartimiento especial del cambiador, con objeto de disminuir la diferencia de temperaturas entre el aire y el nitrógeno en el extremo frío del cambiador. La mayor parte del aire reune por la válvula 82 con la parte recalentada, luego el conjunto es introducido por el conducto 83 en el cambiador 3, donde se enfría a cerca de su punto de rocío por cambio de calor con nitrógeno separado en la columna de rectificación 6, y una parte del nitrógeno salido de la turbina de expansión 7 como se indicará más adelante.

La primera fracción de aire bajo presión mas elevada, que está cerca de su punto de rocío, es introducida por el conducto 84 en la parte inferior del condensador de reflujo 4, donde se eleva condensándose progresivamente por contacto indirecto a contracorriente con el líquido rico en oxígeno separado en este condensador, y luego subrefrigerado y expandido; se recoge en la parte inferior de este condensador por el conducto 32 un líquido que contiene de 40 a 45% de oxígeno, que se reune en el recipiente de recogida 33; Los vapores desprendidos son enviados por el conducto 34 al condensador.

El líquido enriquecido en oxígeno del recipiente 33 es enviado por el conducto 35 al cambiador 5, donde es subrefrigerado a contracorriente de nitrógeno puro procedente de la

2838973

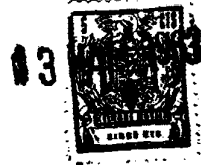


columna de rectificación, como se indicará mas adelante; pa-  
sa entonces por el conducto 36 a la válvula de expansión 37 a  
2,4 atmósferas, y luego es enviado al condensador de reflujo  
4, donde se vaporiza por cambio indirecto de calor con el ai-  
5 re bajo presión en curso de condensación. Penetra luego por  
el conducto 38 en la base de la columna de rectificación 6.

Por otra parte, se desprende en la parte superior del  
condensador de reflujo nitrógeno que contiene todavía de 1 a  
5% aproximadamente de oxígeno. Este nitrógeno pasa por el con-  
10 ducto 39 al cambiador 40, donde es condensado por cambio de  
calor con el aire sobreoxigenado a 60-70% de oxígeno separa-  
do en la columna de rectificación 6, como se mencionará más  
adelante. Se traslada por el conducto 41 al cambiador 42,  
donde se subrefrigera por cambio de calor con el nitrógeno  
15 expandido en la turbina 7, y luego es introducido por el con-  
ducto 43 en la parte superior de la columna de rectificación  
6, como líquido de reflujo, despues de expansión a 2,4 atmós-  
feras en la válvula 44.

La segunda fracción de aire, bajo una presión de 2,4  
20 atmósferas absolutas, es dividida en dos a la salida del con-  
ducto 14. La primera es enfriada y depurada a contracorriente  
del oxígeno a 70% separado, en los cambiadores reversibles  
1A, 2A, provistos de dos juegos de válvulas 17A, 17B, 18A, 18B,  
y 63A, 63B, 64A, y 64B, que permiten asegurar las inversiones  
25 periódicas entre el aire y el oxígeno. Como se ha indicado  
anteriormente para el cambiador 2C, la sublimación completa del  
gas carbónico depositado está asegurada gracias al envío de  
una fracción del aire enfriado, tomada por el conducto 73 y  
recalentada a contracorriente del aire que entra, en caudal  
30 regulable por la válvula 74. El aire así recalentado es mezcla-

283897



do luego de nuevo con la fracción principal que pasa por la  
válvula 75, y el conjunto pasa al conducto 75A.

La segunda parte del aire a baja presión es enfriada  
y depurada a contracorriente de una parte del nitrógeno a  
5 baja presión separado, en los cambiadores reversibles 1B, 2B,  
provistos de dos juegos de válvulas 19A, 19B, 20A, 20B, y  
67A, 67B, 68A, 68B. El cambiador 2B tiene igualmente un haz  
de envío de aire, tomado por el conducto 76 en caudal regula-  
ble por la válvula 77. Después de la reunión con éste por la  
10 válvula 78 de la corriente principal de aire, la segunda par-  
te del aire a baja presión enfriado pasa al conducto 79.

Se puede asegurar igualmente, por supuesto, la subli-  
mación completa del gas carbónico depositado gracias a un ci-  
clo cerrado de nitrógeno, o a tomas de aire recalentado en  
15 haces especiales, y reunido luego con el nitrógeno o con el  
oxígeno separados, según las variantes representadas en las  
figuras 2 y 3.

Las dos partes del aire a baja presión enfriado se reu-  
nen entonces en el conducto 31, y son insufladas en la zona  
20 media de la columna de rectificación 6.

El aire a presión poco elevada y el gas enriquecido en  
oxígeno insuflado en esta columna por el conducto 38 son se-  
parados allí, por una parte en un líquido de contenido compren-  
dido entre 60 y 70% aproximadamente de oxígeno, sensiblemente  
25 te en equilibrio con el vapor insuflado por el conducto 38 y,  
por otra parte, en nitrógeno sensiblemente puro. El aire lí-  
quido sobreoxigenado es enviado por el conducto 45 y la vál-  
vula de expansión 46 a 1,2 atmósferas aproximadamente al cam-  
biador 40, donde se vaporiza por cambio de calor con el ni-  
30 trógeno salido del condensador a reflujo 4, y luego se tras-

283897

13 MA



lada por los conductos 47 y 62 a los cambiadores de calor 2A y 1A, donde se recalienta a cerca de la temperatura ambiente, antes de ser enviado a la utilización por el conducto 90.

5 El nitrógeno sensiblemente puro desprendido en la parte superior de la columna 6 es enviado por el conducto 48 al cambiador 5, donde se recalienta por cambio de calor con el líquido enriquecido en oxígeno separado en el condensador de reflujo 4, y luego por el conducto 49 al cambiador 3, donde se recalienta de nuevo, y luego es admitido por el conducto 50  
10 en la turbina de expansión 7 a 1,2 atmósferas aproximadamente. Asegura entonces en el cambiador 42 la subrefrigeración del nitrógeno líquido enviado a la columna 6, y luego pasa respectivamente por los conductos 51, 52 y 53 a los cambiadores de calor 3 y 2C, 1C, ó bien 2B, 1B, antes de ser evacuado por los  
15 conductos 26 ó 28, y luego 29.

La instalación de separación de aire representada en la figura 6 y que permite la producción de un poco de oxígeno puro (10% aproximadamente del oxígeno separado) tiene numerosos elementos sensiblemente idénticos a aquellos de la instalación de la figura 5, en particular los compresores de aire 12  
20 y 13, las zonas de cambio de calor 1 y 2, representadas cada una esquemáticamente por un solo cambiador, para mayor sencillez, y el condensador de reflujo 4, cuyo funcionamiento no será descrito de nuevo de manera detallada. Las presiones  
25 de las dos fracciones de aire son un poco más elevadas que anteriormente, de 2,5 a 3 atmósferas absolutas para la fracción a presión inferior, y de 4,5 a 5 atmósferas para la fracción a presión superior. La producción frigorífica está asegurada por la expansión con trabajo exterior en la turbina 7  
30 de la fracción de aire a baja presión, antes de su introducción

283897



en la columna de rectificación principal 6, cuya presión de funcionamiento es de aproximadamente 1,2 atmósferas.

5 Por otra parte, solo una parte de la fracción de aire a presión superior es introducida en el condensador de reflujo 4, como anteriormente. Otra parte es enviada por el conducto 60 al cambiador 61, donde se condensa por cambio de calor con el oxígeno líquido a 60-70%, extraído de la parte inferior de la columna principal 6 por el conducto 45 y ya parcialmente vaporizado en el cambiador 40. Va luego por el conducto 62 a la válvula de expansión 63 a 1,2 atmósferas, y luego es introducida por el conducto 64 en la columna 6. Una tercera parte es enviada por el conducto 65 al serpentín 66, dispuesto en la cuba de la columna auxiliar de rectificación 8, donde se condensa asegurando el caldeo de la parte inferior de esta columna. Vá luego por el conducto 67 a la válvula de expansión 68 a 1,2 atmósferas absolutas, y luego es introducida igualmente por el conducto 64 en la columna 6.

10

15

La subrefrigeración del nitrógeno líquido en el condensador 42 está asegurada, no ya por el nitrógeno expandido con trabajo exterior, sino por el nitrógeno frío que sale por la parte superior de la columna 6 por el conducto 48.

20

Por otra parte, una pequeña fracción del líquido a 60-70% de oxígeno que sale por la parte inferior de la columna de rectificación principal 6 es enviada por el conducto 69 a la parte superior de una columna auxiliar 8 que la separa en oxígeno líquido sensiblemente puro y en vapores empobrecidos en oxígeno, que son enviados por el conducto 70 a la parte inferior de la columna 6. El oxígeno sensiblemente puro es extraído de la columna 8 en estado gaseoso por el conducto 71 y luego recalentado en las zonas de cambios de calor 2 y 1, conjunta-

25

30

283897



mente con el aire sobreoxigenado a 60-70%, y finalmente enviado a la utilización a cerca de la temperatura ambiente por el conducto 73.

5 OTRAS variantes de puesta en práctica del presente perfeccionamiento son posibles, naturalmente, sin apartarse de su principio. En particular, se puede asegurar igualmente la producción de una pequeña cantidad de oxígeno puro haciendo funcionar las dos columnas de rectificación a una presión más elevada, y asegurando la producción frigorífica por expansión con  
10 trabajo exterior del nitrógeno sensiblemente puro separado.

En la instalación representada en la figura 7 el aire a separar es introducido por el conducto 11 en el turbocompresor 12, que lo impulsa a una presión de 2,4 bares absolutos en el conducto 13. Es dividido entonces en dos fracciones. La  
15 primera, que constituye aproximadamente el 67% del total, es comprimida de nuevo por el turbocompresor 15 a 4,3 bares absolutos, y luego enviada por el conducto 16 a los regeneradores 91A y 91B. En el periodo de funcionamiento representado, el regenerador 91A es recorrido por el aire a enfriar, y el regenerador 91B por el nitrógeno a recalentar. Las válvulas 92A y  
20 93B están, pues, abiertas, y las válvulas 92B y 93A, cerradas, mientras que las cajas con obturadores 94A y 94B tienen la disposición esquemáticamente representada. El aire sale enfriado a cerca de su punto de rocío por el conducto 99, y luego es  
25 introducido por la parte inferior del condensador de reflujo 4 donde es separado de la manera que ya se ha indicado.

La segunda fracción de aire, a una presión de 2,4 bares absolutos, es enviada a dos cambiadores reversibles 1A y 2A por cambio de calor con el oxígeno a 60-70% separado. En el periodo de funcionamiento representado, las válvulas 100B, 101A,  
30

283897



102B y 103A estan abiertas y las válvulas 100A, 101B, 102A,  
y 103B cerradas. La mayor parte del aire enfriado es evacua-  
da por la válvula 75 y el conducto 75A, mientras que una frac-  
ción es recalentada a contracorriente del aire que entra en  
5 cantidad regulable por la válvula 74, a fin de asegurar la su-  
blimación completa del gas carbónico depositado, y luego se  
reune con la fracción principal en el conducto 75A. Después de  
una nueva refrigeración en el cambiador 3, a contracorriente  
del nitrógeno separado, el conjunto es insuflado por el con-  
10 ducto 31 en la columna de rectificación 6.

El nitrógeno expandido en la turbina 7 y parcialmente  
recalentado en los cambiadores 42 y 3, es introducido por el  
extremo frío de los regeneradores 91A, 91B. En el periodo  
de funcionamiento representado, el nitrógeno se recalienta  
15 al contacto con el relleno del regenerador 91B, y luego es  
evacuado por el conducto 29. Una fracción correspondiente a  
aproximadamente 3,5% del aire entrante es tomada sin embargo  
en la parte media del regenerador por la válvula 95B abierta,  
estando cerrada la válvula 95A, e introducida por el conduc-  
20 to 97 en un haz tubular especial del cambiador de inversiones  
1A, donde se recalienta a contracorriente del aire a 2,4 bares;  
luego se reune por el conducto 98 con la fracción principal  
del nitrógeno evacuado por el conducto 29.

Naturalmente, son posibles diversas variantes de puesta  
25 en práctica del presente perfeccionamiento. Por ejemplo, se  
puede producir una pequeña parte del oxígeno en estado sensi-  
blemente puro y/o asegurar la producción frigorífica necesaria  
por expansión con trabajo exterior de aire y no más nitróge-  
no.

30 La instalación de fabricación de oxígeno a 60-70% de la

283897



figura 8 es en gran parte análoga a la de la figura 7, y las partes comunes no serán descritas de nuevo. Difiere de ella por el dispositivo de refrigeración y de purificación del aire a baja presión. Este aire que lleva por el conducto 14 es dividido en una primera fracción auxiliar que pasa por el conducto 114 y otra fracción auxiliar, de caudal notablemente menor, que pasa por el conducto 214. La primera fracción auxiliar es enfriada y purificada en la batería de regeneradores 191A, 191B, en los cuales las corrientes de aire y de oxígeno a 60-70% circulan alternativamente, con ayuda de un juego de válvulas 192A, 192B, 193A, 193B, y de las cajas con obturadores representadas esquemáticamente en 194A, 194B. En el curso del periodo de funcionamiento representado, las válvulas 192A y 193B están abiertas y las válvulas 192B y 193A - cerradas, y las cajas con obturadores tienen la disposición representada, de manera que el aire pasa al regenerador 191A y se enfría al contacto con el relleno de éste, depositando a la vez su gas carbónico en estado sólido en la zona más fría del regenerador; por otra parte, el oxígeno a 60-70% se recalienta al contacto con el relleno del regenerador 191B. El aire enfriado y purificado pasa luego por los conductos 115 y 75A al cambiador 3, y luego desde allí por el conducto 31 a la columna de rectificación.

A fin de asegurar en la zona más fría de los regeneradores un exceso de gasto de oxígeno frío, con objeto de permitir a este último asegurar la vaporización completa del hielo carbónico depositado, una parte del aire en curso de refrigeración es tomada por la válvula 195A abierta en la zona media del regenerador 191A (temperatura media próxima a -120°C) y se reúne por el conducto 196, estando cerrada la vál-

283897 13



vula correspondiente 195B unida al regenerador 191B, con la otra fracción auxiliar de aire previamente enfriada en el cambiador de inversiones 1A, en la entrada de la masa adsorbente 104, constituida por ejemplo por gel de sílice, que asegura la purificación del aire que la atraviesa, y luego se reune por el conducto 215 con el aire que sale por el conducto 115 del extremo frío de los regeneradores 191A, 191B. Aunque no se haya representado más que una sola masa adsorbente 104, para mayor claridad, están previstas en general dos masas en paralelo, estando una en funcionamiento y la otra en curso de regeneración.

La otra fracción auxiliar de aire, de caudal relativamente pequeño, calculada para permitir la recuperación del frío del nitrógeno a baja presión extraído en la zona media de los regeneradores 91A, 91B, pasa por el conducto 214 al cambiador 1A con inversiones periódicas de las corrientes gaseosas, provisto de juegos de válvulas 100A, 100B, 101A, 101B y 102A, 102B, 103A y 103B que aseguran estas inversiones. En el periodo de funcionamiento representado, las válvulas 100A, 101B, 103A y 102B están abiertas, y las otras cerradas. El aire penetra por la válvula 100A en el cambiador, y luego sale de él por la válvula 103A, mientras que el nitrógeno procedente de la zona media del regenerador 91B por la válvula 95B y el conducto 96, penetra por la válvula 102B en el cambiador 1A y sale de él por la válvula 101B, y se une recalentado por el conducto 98 con el nitrógeno que sale por el extremo caliente del regenerador 91B. El aire enfriado a  $-100^{\circ}\text{C}$  aproximadamente en el cambiador se une en la entrada de la masa adsorbente 104 con el aire procedente de la parte media de los regeneradores 195A, 195B, se descarbonata allí

283897



con él, y luego se traslada igualmente por los conductos 75A y 31 al cambiador 3, y luego a la columna de rectificación 6.

Esta solicitud que corresponde a las presentadas en Francia el 5 de Enero de 1962, bajo el Número PV 883.934, el 13 de Abril de 1962, bajo el Número PV 894.365 y el 29 de Octubre de 1962, bajo el Núm. PV 913.755, se acoge a los beneficios del artículo 51 del vigente Estatuto sobre Propiedad Industrial.

↓ N O T A ↓

Los puntos de invención propia y nueva que se presentan para que sean objeto de esta solicitud de Patente de Invención en España por VEINTE años, son los siguientes:

1º.- Procedimiento de fabricación de aire enriquecido en oxígeno por licuación y rectificación a baja temperatura, en el cual por lo menos una parte del aire a separar es comprimida, purificada y enfriada en la proximidad de su punto de rocío, luego sometida a una condensación fraccionada a reflujo, y la fracción líquida enriquecida en oxígeno obtenida es expandida, luego vaporizada en cambio indirecto de calor con el aire en curso de condensación, mientras que el nitrógeno gaseoso residual es igualmente expandido, y luego recalentado a cerca de la temperatura ambiente y evacuado, caracterizado por que la fracción líquida enriquecida en oxígeno es sub-enfriada antes de su expansión por cambio de calor con el nitrógeno residual previamente expandido.

2º.- Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado por que la fracción enriquecida en oxígeno vaporizada

283897



zado es insuflada por lo menos en parte por la parte inferior de una columna de rectificación, que es alimentada en la parte superior por el nitrógeno residual, licuado antes de su expansión por cambio de calor con el líquido de contenido en oxígeno comprendido entre 60% y 70% aproximadamente, separado en la parte inferior de esta columna.

3º.- Procedimiento según la reivindicación 2, caracterizado por que el nitrógeno separado en la parte superior de la columna de rectificación es parcialmente recalentado, y luego expandido con trabajo exterior.

4º.- Procedimiento según la reivindicación 2, caracterizado por que una fracción auxiliar de aire es comprimida a una presión inferior a la del aire sometido a la condensación a reflujo y refrigerada, y luego insuflada en la zona media de la columna de rectificación.

5º.- Procedimiento según la reivindicación 4, caracterizado por que la fracción auxiliar de aire es expandida con trabajo exterior antes de ser insuflada en la zona media de la columna de rectificación.

6º.- Procedimiento según la reivindicación 4, caracterizado por que la fracción auxiliar de aire es enfriada y purificada en una primera línea de cambio de calor en contracorriente del gas de contenido en oxígeno comprendido entre 60% y 70% aproximadamente, procedente de la columna de rectificación, mientras que la fracción del aire destinada a ser sometida a la condensación a reflujo es enfriada y purificada en una segunda línea de cambio de calor constituida por una batería de regeneradores, en contracorriente del nitrógeno separado, y una parte de éste último gas tomada sobre el exceso de nitrógeno separado con relación a la fracción de

283897



aire destinada a ser sometida a la condensación a reflujo,  
es extraída de la zona media de la batería de regeneradores  
y recalentada <sup>de</sup> en contracorriente de la fracción auxiliar de  
aire en la zona mas caliente de la primera línea de cambio de  
calor.

7º.- Procedimiento según la reivindicación 4, caracte-  
rizado porque la fracción auxiliar de aire es enfriada y puri-  
ficada en contracorriente del gas de contenido en oxígeno com-  
prendido entre 60% y 70% en una primera línea de cambio de ca-  
lor constituida por una primera batería de regeneradores, la  
fracción del aire destinada a ser sometida a la condensación  
a reflujo es enfriada y purificada en contracorriente del ni-  
trógeno separado en una segunda línea de cambio de calor cons-  
tituida por una segunda batería de regeneradores, mientras  
que otra fracción auxiliar de aire cuya purificación está ase-  
gurada independientemente de su refrigeración, es enfriada en  
una tercera zona de cambio de calor en contracorriente de una  
parte del nitrógeno separado, tomada del exceso de nitrógeno  
separado con relación a la fracción de aire destinada a ser so-  
metida a la condensación a reflujo, en la zona media de la se-  
gunda batería de regeneradores, y luego es igualmente insufla-  
da en la zona media de la columna de rectificación, y una parte  
de la primera fracción auxiliar de aire es extraída de la zona  
media de la primera batería de regeneradores en cantidad tal  
que el caudal residual de aire sea inferior al caudal de gas  
de contenido en oxígeno comprendido entre 60% y 70% en la zona  
más fría de la primera batería de regeneradores, y luego puri-  
ficada e igualmente insuflada en la zona media de la columna  
de rectificación.

8º.- Procedimiento según la reivindicación 2, caracteriza-

283897



do por que una fracción suplementaria de aire a separar, bajo una presión próxima a la del aire sometido a la condensación a reflujo, es licuada por cambio de calor con el líquido de contenido en oxígeno comprendido entre 60% y 70% aproximadamente separado en la parte inferior de la columna de rectificación, y luego expandida e introducida en esta columna.

9<sup>a</sup>.- Procedimiento según la reivindicación 2, caracterizado por que una parte del líquido de contenido en oxígeno comprendido entre 60% y 70% aproximadamente separada en la parte inferior de la columna de rectificación, es separada en una columna auxiliar de rectificación en oxígeno líquido sensiblemente puro y en una fracción gaseosa que es enviada a la columna de rectificación principal.

10<sup>a</sup>.- Procedimiento según la reivindicación 9, caracterizado por que una fracción suplementaria de aire a separar, bajo una presión próxima a la del aire sometido a la condensación a reflujo, es licuada por cambio de calor en la columna auxiliar de rectificación y luego expandida e introducida en la columna principal de rectificación.

11<sup>a</sup>.- Procedimiento según la reivindicación 10, caracterizado por que la condensación fraccionada del aire bajo presión y la vaporización del líquido enriquecido en oxígeno tienen lugar en un conjunto de tres regeneradores en permutación circular, recorridos sucesivamente por el aire frío bajo presión, por el líquido expandido enriquecido en oxígeno y por el nitrógeno residual expandido.

12<sup>a</sup>.- Procedimiento de fabricación de aire enriquecido en oxígeno.

Tal y como se ha descrito en la Memoria que antecede, representado en los dibujos que se acompañan y con los fines

283897



que se han especificado.

Esta Memoria consta de treinta y dos hojas escritas a máquina por una sola cara.

Madrid,

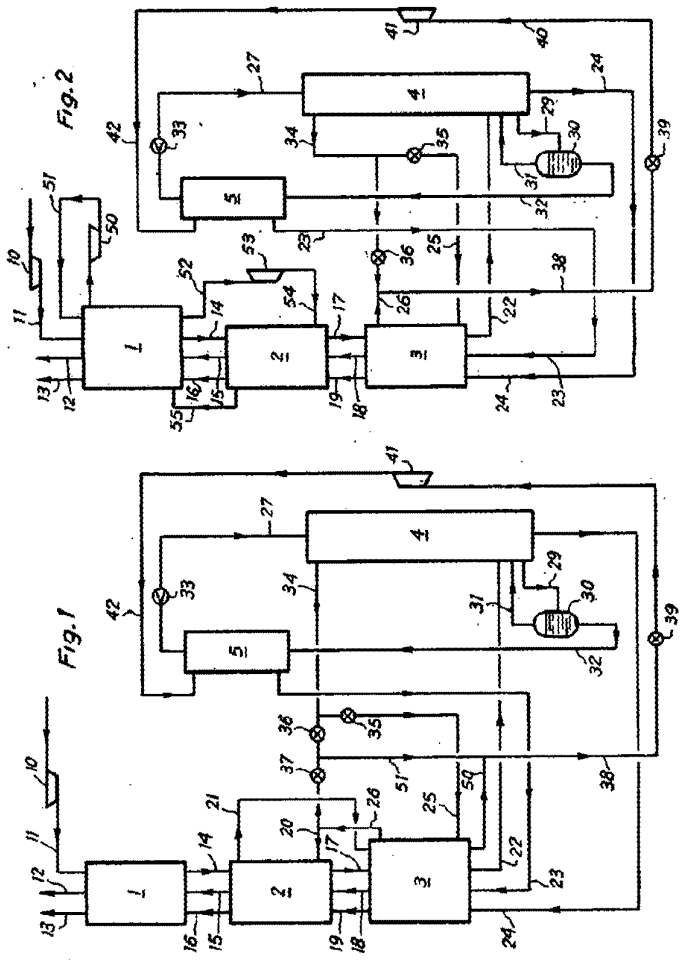
13 MAR. 1963  
P.A.

Alberto de Elizalde  
Por fidei.

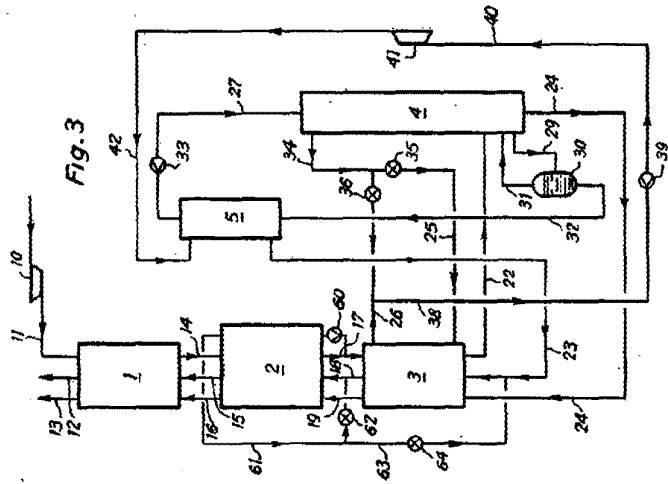
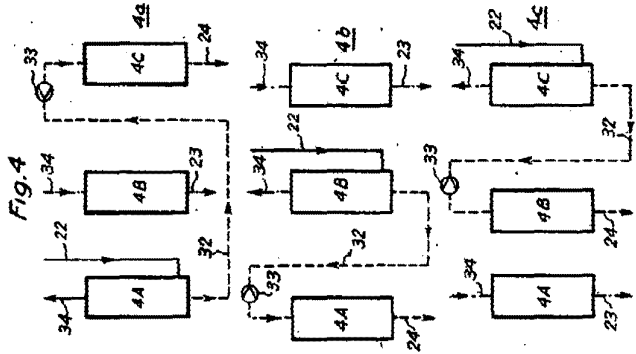
AVS

283897

*Ortiz*  
Escuela de Ingenieros



283897



*Handwritten signature or mark*

ESCALA VARIABLE

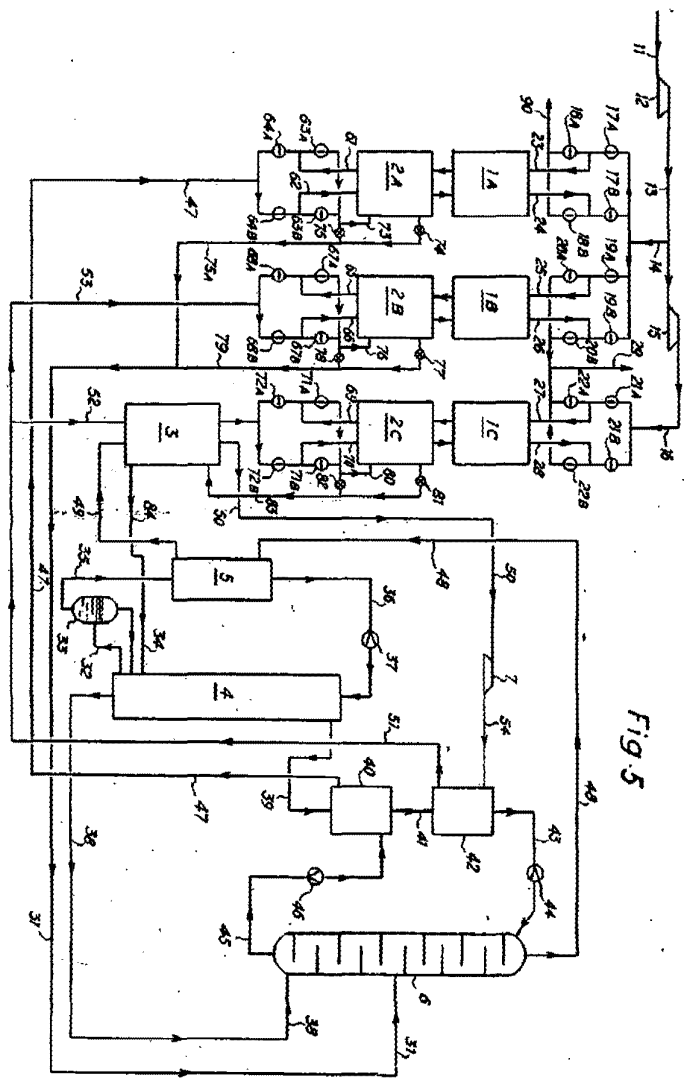


Fig. 5

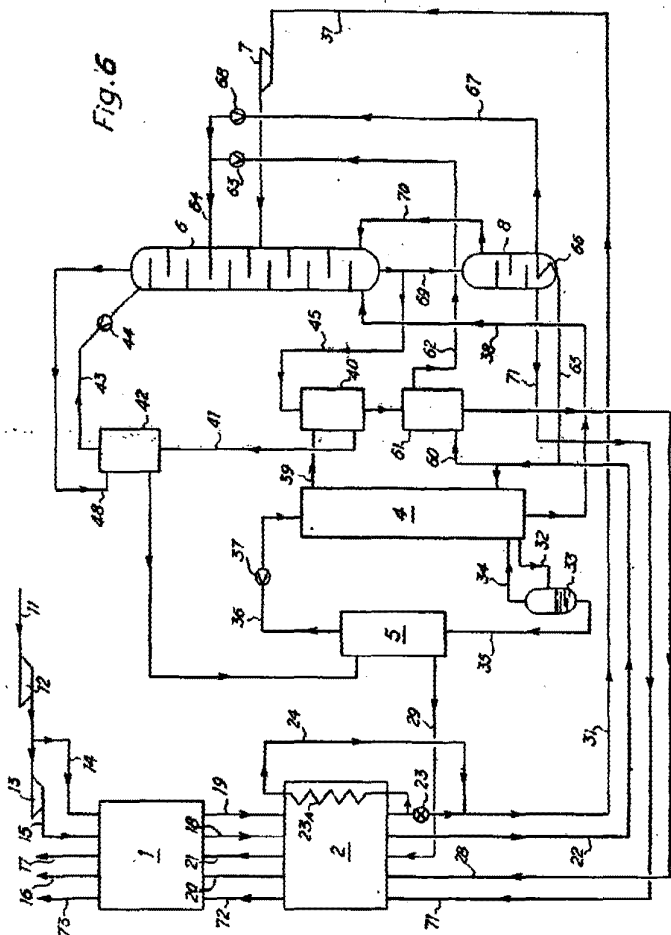
283897

*Handwritten signature*  
EACOLA VARIABILI

283897

*Handwritten signature or mark*

Fig. 6



283897

*Handwritten signature*

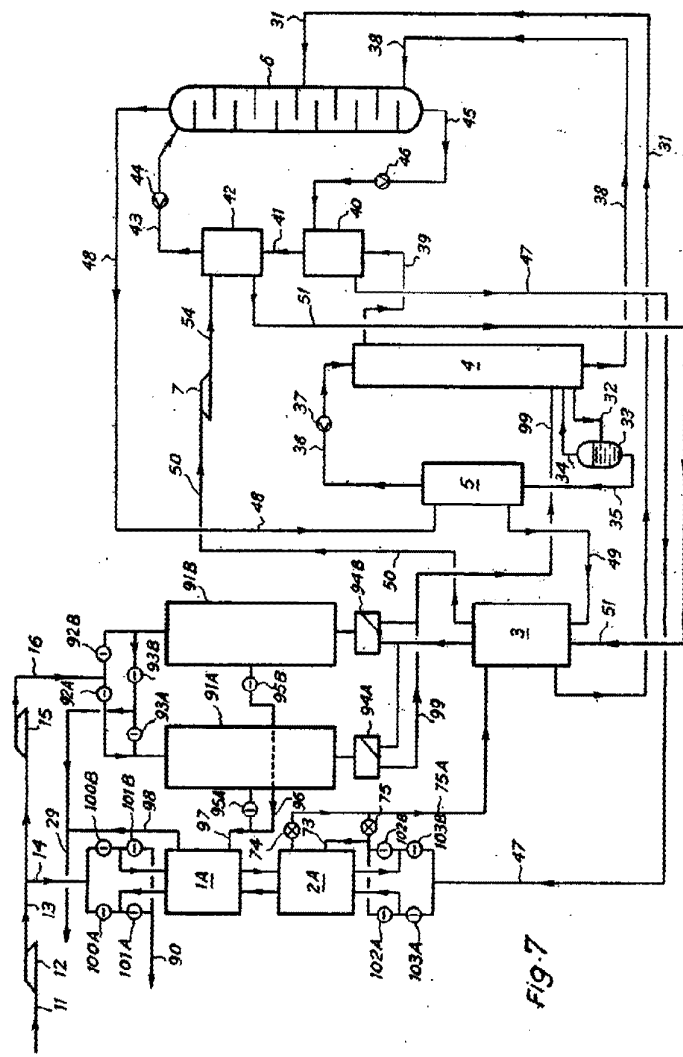


Fig. 7

ESCALA VARIABLE

283897

Fig. 8

