



(11)

EP 1 447 634 B1

(12)

FASCICULE DE BREVET EUROPEEN

(45) Date de publication et mention
de la délivrance du brevet:
25.07.2018 Bulletin 2018/30

(51) Int Cl.:
F25J 3/04 ^(2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **04300066.0**

(22) Date de dépôt: **05.02.2004**

(54) **Procédé et installation de production sous forme gazeuse et sous haute pression d'au moins un fluide choisi parmi l'oxygène, l'argon et l'azote par distillation cryogénique de l'air**

Verfahren und Vorrichtung zur Erzeugung von mindestens einem gasförmigen unter hohem Druck stehenden Produktstrom, wie Sauerstoff, Stickstoff oder Argon, durch Tieftemperaturzerlegung von Luft

Process and device for the production of at least one gaseous high pressure fluid such as Oxygen, Nitrogen or Argon by cryogenic separation of air

(84) Etats contractants désignés:
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HU IE IT LI LU MC NL PT RO SE SI SK TR**

(30) Priorité: **13.02.2003 FR 0301722**

(43) Date de publication de la demande:
18.08.2004 Bulletin 2004/34

(73) Titulaire: **L'AIR LIQUIDE, Société Anonyme pour
l'Etude
et l'Exploitation des Procédés Georges Claude
75007 Paris (FR)**

(72) Inventeurs:
• **Jaouani, Lasad
l'Air Liquide SA
93000 Bobigny (FR)**
• **Ha, Bao
l'Air Liquide SA
San Ramon CA 94583 (US)**
• **Balog, Ovidiu
13980 Alleins (FR)**

• **Grenier, Maurice
l'Air Liquide SA
75018 Paris (FR)**
• **Pontone, Xavier
l'Air Liquide SA
94100 Saint Maur des Fosses (FR)**

(74) Mandataire: **Mercey, Fiona Susan
L'Air Liquide SA
Direction de la Propriété Intellectuelle
75, Quai d'Orsay
75321 Paris Cedex 07 (FR)**

(56) Documents cités:
**EP-A- 0 577 349 FR-A- 2 688 052
GB-A- 1 500 610 US-A- 3 563 046
US-A- 3 912 476 US-A- 4 746 343
US-A- 5 337 571 US-B1- 6 336 345**

• **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 003, no. 046
(C-043), 18 avril 1979 (1979-04-18) -& JP 54 020986
A (KOBELITE LTD), 16 février 1979
(1979-02-16)**

Il est rappelé que: Dans un délai de neuf mois à compter de la publication de la mention de la délivrance du brevet européen au Bulletin européen des brevets, toute personne peut faire opposition à ce brevet auprès de l'Office européen des brevets, conformément au règlement d'exécution. L'opposition n'est réputée formée qu'après le paiement de la taxe d'opposition. (Art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

Description

[0001] La présente invention est relative à un procédé de production sous forme gazeuse et sous haute pression d'au moins un fluide choisi parmi l'oxygène, l'argon et l'azote dans une installation de séparation d'air, dans lequel on distille de l'air, on amène ledit fluide à l'état liquide à la haute pression, on le vaporise et on le réchauffe sous cette haute pression dans la ligne d'échange thermique de l'installation conformément aux préambules des revendications 1 et 7. Un tel procédé est connu de EP-A-0 577 349 respectivement US-A-5 337 571. Dans le présent mémoire, on entend par « haute pression » une pression supérieure à environ 10 bars pour l'oxygène, l'argon et l'azote, et par « soufflante » un compresseur ayant un seul étage de compression. De plus, les pressions dont il est question sont des pressions absolues.

[0002] Dans le cas où l'on produirait de l'oxygène, ces procédés, dits « à pompe », présentent l'avantage de supprimer le compresseur d'oxygène, qui est une machine coûteuse, posant de sérieux problèmes de fiabilité et ayant des coûts de maintenance élevés.

[0003] EP-A-0504029 décrit un procédé dans lequel tout l'air est comprimé à une pression élevée dans une soufflante, une partie de l'air à pression élevée est détendue dans une turbine Claude (à savoir, une turbine Claude qui débouche dans la colonne moyenne pression) et le reste de l'air échange de la chaleur avec de l'oxygène liquide en cours de vaporisation dans la ligne d'échange.

[0004] Dans ce genre d'appareil, il est souhaitable d'avoir un moyen d'éviter que l'entrée de la turbine devienne trop froide, par exemple en cas de changement de marche.

[0005] FR-A-2688052 décrit un procédé dans lequel :

- à une température intermédiaire voisine de la température de vaporisation dudit fluide, ou de sa température de pseudo-vaporisation si la haute pression est supercritique, on sort de la ligne d'échange thermique de l'air en cours de refroidissement dans cette dernière ;
- on comprime cet air dans une soufflante ;
- on le réintroduit dans la ligne d'échange thermique et on effectue au moins une détente d'un gaz de cycle dans une turbine.

[0006] EP-A-0644388 décrit un procédé dans lequel une partie de l'air est comprimée à la moyenne pression et envoyée dans la colonne moyenne pression d'une double colonne alors que le reste de l'air est surpressé à température ambiante. Une partie de l'air surpressé est comprimée ensuite dans un surpresseur froid.

[0007] Pendant le démarrage des appareils selon EP-A-0644388 et FR-A-2688052, l'air sorti de la ligne d'échange thermique se trouve à l'entrée de la soufflante à la température ambiante du fait qu'il y a très peu de

gaz froids qui se réchauffent dans la ligne d'échange. Suite à la compression, il se retrouve à une température qui peut aller jusqu'à 120°C, comparé à la température d'environ -120°C quand l'appareil est en fonctionnement stable. Ceci peut endommager la ligne d'échange qui n'est pas conçue pour supporter des températures aussi élevées.

[0008] US-A-5337571 décrit un procédé de séparation d'air utilisant un compresseur d'azote qui comprime de l'azote pris au bout chaud de l'échangeur principal.

[0009] Un but de l'invention est de permettre un démarrage rapide de l'appareil sans risque de dommage à la ligne d'échange.

[0010] Selon un objet de l'invention, il est prévu un procédé selon la revendication 1.

[0011] Le mot « oxygène » couvre les fluides contenant au moins 60 % mol. d'oxygène, de préférence au moins 80 % mol. d'oxygène, le mot « argon » couvre les fluides contenant au moins 90 % mol. d'argon, de préférence au moins 95 % mol. d'argon, et le mot « azote » couvre les fluides contenant au moins 80 % mol. d'azote, de préférence au moins 90 % mol. d'azote.

[0012] Suivant d'autres caractéristiques facultatives :

- à une température intermédiaire de la ligne d'échange, on sort de la ligne d'échange thermique l'au moins une partie de l'air en cours de refroidissement dans cette dernière ;
- on amène ledit fluide à l'état liquide à la haute pression entre 5 et 50 bars, de préférence entre 10 et 50 bars ;
- on surpresse l'air à la température intermédiaire dans une soufflante froide jusqu'à la pression élevée ;
- on réintroduit l'air surpressé dans la ligne d'échange thermique ;
- on envoie une première partie de l'air surpressé à une colonne du système de colonnes et on envoie une deuxième partie de l'air surpressé à une turbine de détente, l'air détendu étant ensuite envoyé à une colonne du système de colonnes ;
- pendant le début de la mise en fonctionnement de l'installation et/ou quand la température à l'entrée de la turbine tombe en dessous d'un seuil prédéterminé et/ou pendant un changement de marche, au moins une partie de l'air sorti de la ligne d'échange et surpressée dans la soufflante froide est envoyée en amont de la turbine de détente sans passer par la ligne d'échange ;
- on sort tout l'air entrant en cours de refroidissement, on le surpresse dans la soufflante froide et on le réintroduit dans la ligne d'échange ;
- pendant le début de la mise en fonctionnement de l'installation, tout l'air sorti de la ligne d'échange et surpressé dans la soufflante froide est envoyé en amont de la turbine de détente sans passer par la ligne d'échange ;
- quand la température de l'air surpressé dans la soufflante

flante froide est réduite à une température prédéterminée ou après un temps prédéterminé, on n'envoie plus d'air surpressé en amont de la turbine de détente sans passer par la ligne d'échange ;

- la température d'entrée de la soufflante froide est inférieure à la température d'entrée de la turbine de détente ;
- au moins une partie de l'air est comprimée jusqu'à la pression élevée, l'air à la pression élevée est envoyé au bout chaud de la ligne d'échange, une partie de l'air est sortie de la ligne d'échange à une température intermédiaire et détendue dans la turbine et le reste de l'air poursuit son refroidissement dans la ligne d'échange et dans lequel, pendant le début de la mise en fonctionnement de l'installation et/ou si la température à l'entrée de la turbine tombe en dessous d'un seuil prédéterminé et/ou en cas de changement de marche, de l'air est envoyé directement du surpresseur à l'entrée de la turbine sans avoir été refroidi dans la ligne d'échange ;
- tout l'air est comprimé dans le compresseur et le surpresseur jusqu'à la pression élevée ;
- seule une partie de l'air est surpressée dans le surpresseur jusqu'à la pression élevée.

[0013] Selon un autre objet de l'invention, il est prévu un procédé selon la revendication 7, dans lequel, en fonctionnement stable, on comprime de l'air dans un compresseur, on épure l'air comprimé et on l'envoie dans une ligne d'échange thermique de l'installation où il se refroidit, on sépare l'air comprimé, épuré et refroidi dans un système de colonnes de l'installation

[0014] Dans le cas où l'on utiliserait un surpresseur chaud, de préférence l'entrée de la turbine et la sortie du surpresseur sont reliées à travers des moyens de refroidissement.

[0015] L'air envoyé au surpresseur peut être constitué par au moins une partie de l'air entrant en cours de refroidissement.

[0016] Des exemples de mise en oeuvre de l'invention vont maintenant être décrits en regard des dessins annexés, sur lesquels les Figures 1, 2 et 3 représentent schématiquement des installations de production d'oxygène gazeux sous pression adaptées à fonctionner selon des procédés conformes à l'invention.

[0017] L'installation de distillation d'air représentée à la Figure 1 comprend essentiellement un compresseur d'air 1, un appareil d'épuration d'air 2, un ensemble turbine-surpresseur 3, comprenant une turbine de détente 4 et un surpresseur 5 dont les arbres sont couplés, un échangeur de chaleur 6 constituant la ligne d'échange thermique de l'installation et dont la partie froide sert le rôle de sousrefroidisseur ; une double colonne de distillation 7 comprenant une colonne moyenne pression 8 et une colonne basse pression 9, avec un vaporiseur-condenseur 10 mettant en relation d'échange de chaleur le gaz de tête de la colonne moyenne pression et le liquide de cuve de la colonne basse pression ; un réservoir

d'oxygène liquide 11 dont le fond est relié à une pompe 12 ; et un réservoir d'azote liquide 13 dont le fond est relié à une pompe 14.

[0018] Cette installation est destinée à fournir, via une conduite 15, de l'oxygène gazeux sous une haute pression, qui peut être entre 5 et 50 bars abs, de préférence entre 10 et 50 bars abs.

[0019] Pour cela, de l'oxygène liquide soutiré de la cuve de la colonne 9, via une conduite 16, et stocké dans le réservoir 11, est amené à la haute pression par la pompe 12 à l'état liquide, puis vaporisé et réchauffé sous cette haute pression dans des passages 17 de l'échangeur 6.

[0020] La totalité de l'air à distiller est comprimé par le compresseur 1 à une pression supérieure à la pression de la colonne moyenne pression 8 mais inférieure à la pression élevée. Puis l'air prérefroidi en 18 et refroidi au voisinage de la température ambiante en 19 est épuré dans l'une des bouteilles d'adsorption et surpressé en totalité à la pression élevée par le surpresseur 5, lequel est entraîné par la turbine 4.

[0021] Tout l'air surpressé est refroidi par un refroidisseur à eau 47 et en fonctionnement normal envoyé à travers la vanne V2, qui est ouverte, au bout chaud de l'échangeur 6, la vanne V1 restant fermée. L'air se refroidit dans l'échangeur 6 et une partie de l'air à une température intermédiaire est détendue dans la turbine 4 avant d'être envoyée à la colonne moyenne pression 8. Le reste de l'air se refroidit dans l'échangeur 6 jusqu'au bout froid et est envoyé à la colonne basse pression et/ou à la colonne moyenne pression.

[0022] Si la température d'entrée ou de sortie de la turbine 4 devient trop basse suite au démarrage ou à un changement de marche, l'ouverture de la vanne V1 est déclenchée, et au moins une partie de l'air surpressé et refroidi passe directement à l'entrée de la turbine 4 sans passer par l'échangeur 6. Ceci évite d'endommager la turbine.

[0023] Une fois la température de la turbine rétablie, la vanne V1 se ferme de nouveau et tout l'air passe au bout chaud de l'échangeur.

[0024] L'installation représentée à la Figure 2 est destinée à produire de l'oxygène gazeux sous une pression élevée, par exemple entre 10 et 50 bars, particulièrement de l'ordre de 40 bars Elle comprend essentiellement une double colonne de distillation 7 constituée d'une colonne moyenne pression 8, fonctionnant sous environ 6 bars, et d'une colonne basse pression 9, fonctionnant sous une pression légèrement supérieure à 1 bar, une ligne d'échange thermique 6, auquel est intégré un sous-refroidisseur au bout froid, une pompe à oxygène liquide 12, une soufflante froide 5A et une turbine 4 dont la roue est montée sur le même arbre que celle de la soufflante froide et d'un frein d'huile 49.

[0025] On reconnaît sur le dessin les conduites classiques de la double colonne, à savoir : une conduite 23 de « liquide riche » (air enrichi en oxygène) recueilli en cuve de la colonne 8 qui remonte en un point intermé-

diaire de la colonne 9, après sous-refroidissement en 6 et détente à la basse pression dans une vanne de détente ; une conduite 24 de « liquide pauvre » (azote à peu près pur) soutiré en tête de la colonne 8 qui remonte en tête de la colonne 9, après sous-refroidissement en 6 et détente à la basse pression dans une vanne de détente, et une conduite 26 de production d'azote impur, constituant le gaz résiduaire de l'installation, cette conduite traversant le sous-refroidisseur en 6 puis se raccordant à des passages 28 de réchauffement d'azote de la ligne d'échange 6. L'azote impur ainsi réchauffé jusqu'à la température ambiante est évacué de l'installation via une conduite 29.

[0026] La pompe 12 aspire l'oxygène liquide sous environ 2 bars provenant de la cuve de la colonne 9, le porte à une pression supérieure à la pression de production désirée, par exemple 40 bars, et l'introduit dans des passages 17 de vaporisation-réchauffement d'oxygène de la ligne d'échange.

[0027] L'air à distiller, comprimé, refroidi et épuré de manière classique, arrive à environ 16,5 bars via une conduite et pénètre dans des passages 30 de refroidissement d'air de la ligne d'échange 6.

[0028] En fonctionnement stable, à une température intermédiaire T1, inférieure à la température ambiante et proche de la température TV de vaporisation de l'oxygène (ou de pseudo-vaporisation si la pression de production de l'oxygène est super-critique), une partie de cet air est sortie de la ligne d'échange via une conduite 37 et amenée à l'aspiration de la soufflante froide 5A. Celle-ci porte cet air à 26 bars et, via une conduite 39, l'air ainsi surpressé est renvoyé dans la ligne d'échange 6, à une température T2 supérieure à T1, et poursuit son refroidissement dans des passages d'air surpressé de cette dernière. Une partie de l'air véhiculé par les passages est de nouveau sortie de la ligne d'échange à une deuxième température intermédiaire T3 supérieure à T1 via la conduite 41, et détendue à la moyenne pression (6 bars) dans la turbine 4. L'air qui s'échappe de cette turbine sous forme diphasique peut être envoyé dans un séparateur de phase ou est directement envoyé en cuve de colonne 8.

[0029] L'air véhiculé par la conduite 43 et non dévié par la conduite 41 poursuit son refroidissement dans de la ligne d'échange et en sort en amont du sousrefroidisseur. Il est ensuite détendu à la moyenne pression dans une vanne de détente 27 et envoyé aux colonnes de distillation, en particulier en cuve de la colonne 8. La soufflante 5A qui assure la surpression est entraînée par la turbine 4, de sorte qu'aucune énergie extérieure n'est nécessaire. La quantité de froid produite par cette turbine peut être légèrement supérieure à la chaleur de compression, et l'excédent contribue au maintien en froid de l'installation. Un solde ou la totalité des frigories peut être fourni par détente d'air ou d'azote à la moyenne pression dans une autre turbine (non-illustrée).

[0030] En variante encore, la ou chaque soufflante froide peut comprimer un autre gaz que l'air circulant dans

la ligne d'échange thermique, notamment de l'azote de cycle préalablement réchauffé jusqu'à la température ambiante, comprimé et en cours de refroidissement.

[0031] Ici l'installation produit de l'oxygène liquide dans le stockage 11.

[0032] L'installation comprend une vanne V1 sur une conduite 45 reliant la sortie de la soufflante 5A et la conduite 41 amenant l'air vers l'entrée de la turbine 4 et une vanne V2 sur la conduite 39 reliant la sortie de la soufflante 5A et l'entrée de l'échangeur de la conduite 39.

[0033] En début de mise en fonctionnement de l'installation, l'air à distiller arrive à environ 16,5 bars et pénètre dans des passages 30 de refroidissement d'air de la ligne d'échange.

[0034] L'air (ou éventuellement une partie de l'air) est sorti de la ligne d'échange via une conduite 37 à une température qui peut atteindre 90°C et amenée à l'aspiration de la soufflante froide 5A. Celle-ci surpresse cet air entre 20 et 26 bars et une température pouvant aller jusqu'à 120°C, la vanne V1 étant ouverte et la vanne V2 fermée, l'air comprimé est envoyé par les conduites 45, 41 directement à l'entrée de la turbine 4 sans se refroidir dans la ligne d'échange 6. L'air détendu est ensuite envoyé en cuve de la colonne moyenne pression 8. Alternativement ou additionnellement, en début de fonctionnement des moyens de mesure de température détectent si la température d'entrée de la turbine 4 et/ou de la sortie de la soufflante de l'air provenant de la soufflante 5A passe en dessous d'un seuil prédéterminé et si la température est suffisamment basse, la vanne V2 s'ouvre et la vanne V1 se ferme de sorte que l'air surpressé en 5A est envoyé à la conduite 39, ensuite à de la ligne d'échange 6, avant d'être divisé en deux et envoyé en partie à la turbine 4 et en partie à la cuve de la colonne moyenne pression 8 Cette disposition des vannes correspond au fonctionnement stable.

[0035] Alternativement, la fermeture de la vanne V1 et l'ouverture de la vanne V2 peuvent être déclenchées un certain temps après la mise en fonctionnement du compresseur principal.

[0036] Les vannes V1, V2 peuvent également avoir le même fonctionnement que dans la Figure 1, c'est-à-dire que si la température d'entrée de la turbine et/ou de sortie de la soufflante devient trop basse, un envoi d'air chaud vers la turbine peut être initié en ouvrant la vanne V1 pour que l'air passe directement de la soufflante vers la turbine à travers la conduite 45.

[0037] La régulation du niveau de cuve (LIC) de la colonne moyenne pression 8 ou la colonne basse pression 9 peut être faite en agissant sur la vitesse de la turbine 4 via un SIC (indicateur et régulateur de vitesse). La vitesse de rotation peut également être fixée pour que l'installation fonctionne en excédent de puissance frigorifique. L'excédent de froid est éliminé par n'importe quelle ligne liquide (azote, oxygène ou argon) de la boîte froide, par exemple en ouvrant la vanne V3. La ligne liquide doit avoir une vanne automatique dont l'ouverture et la fermeture sont liées à des seuils de niveau de cuve de la

colonne basse pression 9.

[0038] De la manière décrite en US-A-5475980, la turbine Claude 4, et éventuellement la soufflante froide 5A, peu(ven)t être couplée(s) à un dispositif d'adsorption d'énergie autre qu'un frein d'huile 49, tel qu'un alternateur ou un générateur.

[0039] Les exemples des Figures 1 et 2 décrivent la vaporisation d'oxygène dans la ligne d'échange mais l'invention s'applique également au cas dans lesquels de l'azote liquide ou de l'argon liquide se vaporisent dans la ligne d'échange à la place de ou avec l'oxygène liquide.

[0040] L'invention s'applique également au cas dans lequel seule une partie de l'air est surpressé comme on le voit dans les Figures 6, 8, 10 et 11 de EP504029 et dans EP-A-0644388 et FR-A-2688052.

[0041] Dans la Figure 3, un cycle d'azote moyenne pression fournit les frigories requises pour la séparation.

[0042] Les remontées de liquide 23, 24 et les productions 15, 29 de la colonne basse pression 9 sont identiques à celles précédemment décrites.

[0043] De l'air comprimé à la moyenne pression est épuré et ensuite se refroidit dans la ligne d'échange 6 avant d'être envoyé à la colonne moyenne pression 8.

[0044] De l'azote moyenne pression est soutiré en tête de la colonne moyenne pression 8, réchauffé dans la ligne d'échange 6 jusqu'au bout chaud et ensuite comprimé dans un compresseur 54. Tout ou une partie de l'azote comprimé est refroidi par un refroidisseur 47 et rentre dans la ligne d'échange.

[0045] L'azote renvoyé à la ligne d'échange sort de celle-ci à une température intermédiaire pour être surpressé dans un surpresseur 5B couplé au même arbre qu'une turbine 4B. En fonctionnement normal, une vanne V2 est ouverte sur une conduite 39 qui ramène l'azote surpressé dans la ligne d'échange pour y être refroidi et la vanne V1 sur une conduite 45 est fermée.

[0046] Au moment du démarrage et/ou pendant des changements de marche et/ou afin de réguler la température d'entrée de la turbine, la vanne V1 s'ouvre et la vanne V2 se ferme de sorte que l'azote comprimé dans le surpresseur 5B arrive à l'entrée de la turbine 4B sans avoir été refroidi dans la ligne d'échange. Il est également possible de régler les vannes de sorte qu'une partie de l'azote surpressé arrive à l'entrée de la turbine après refroidissement dans la ligne d'échange alors que le reste de l'azote surpressé arrive à l'entrée de la turbine 4B sans refroidissement.

[0047] Le système de colonnes peut comprendre une simple colonne, une double colonne ou une triple colonne avec ou sans une colonne de mixture d'argon, une colonne de mélange ou tout autre type de colonne de séparation d'un gaz de l'air.

Revendications

1. Procédé de production sous forme gazeuse et sous haute pression d'au moins un fluide choisi parmi

l'oxygène, l'argon et l'azote dans un appareil de séparation d'air, dans lequel on comprime tout l'air destiné à la distillation dans un compresseur (1), on épure l'air comprimé, on surpresse au moins une première partie de l'air jusqu'à une pression élevée, on envoie l'air comprimé et épuré dans une ligne d'échange thermique (6) de l'appareil où il se refroidit, on sépare l'air comprimé, épuré et refroidi dans un système de colonnes (8, 9) de l'appareil comprenant au moins une colonne de distillation, on soutire un fluide (16) à l'état liquide d'une colonne du système de colonnes, on amène ledit fluide à l'état liquide à la haute pression, on le vaporise par échange de chaleur avec de l'air et on réchauffe le liquide vaporisé sous cette haute pression dans la ligne d'échange thermique de l'installation, on détend au moins une partie de l'air surpressé dans une turbine de détente (4, 4B) depuis la pression élevée à une deuxième pression, l'air détendu (22) étant ensuite envoyé à une colonne du système de colonnes, en fonctionnement normal l'air surpressé étant refroidi jusqu'à la température d'entrée de la turbine dans la ligne d'échange en amont de la turbine de détente, **caractérisé en ce que**, pendant le début de la mise en fonctionnement de l'appareil de séparation d'air et/ou pendant un changement de marche, et éventuellement afin de réguler la température d'entrée de la turbine, tout l'air surpressé à la pression élevée est envoyé en amont de la turbine de détente sans passer par la ligne d'échange.

2. Procédé selon la revendication 1 dans lequel :

- à une température intermédiaire de la ligne d'échange (6), on sort de la ligne d'échange thermique l'au moins une partie de l'air en cours de refroidissement dans cette dernière ;
- on surpresse l'air à la température intermédiaire dans une soufflante froide (5A) jusqu'à la pression élevée ;
- on réintroduit l'air surpressé dans la ligne d'échange thermique ;
- on envoie une première partie (43) de l'air surpressé à une colonne (8, 9) du système de colonnes et on envoie une deuxième partie (41) de l'air surpressé à la turbine de détente (4), l'air détendu étant ensuite envoyé à une colonne du système de colonnes ;
- pendant le début de la mise en fonctionnement de l'installation et/ou pendant un changement de marche et éventuellement quand la température à l'entrée de la turbine tombe en dessous d'un seuil prédéterminé, tout l'air sorti de la ligne d'échange et surpressé dans la soufflante froide est envoyé en amont de la turbine de détente sans passer par la ligne d'échange.

3. Procédé suivant la revendication 2, **caractérisé en**

ce que l'on sort tout l'air entrant en cours de refroidissement, on le surpresse dans la soufflante froide (5A) et on le réintroduit dans la ligne d'échange (6).

4. Procédé suivant la revendication 2 ou 3, dans lequel quand la température de l'air surpressé dans la soufflante froide (5A) est réduite à une température prédéterminée ou après un temps prédéterminé, on n'envoie plus d'air surpressé en amont de la turbine de détente (4) sans passer par la ligne d'échange.
5. Procédé selon l'une des revendications 2 à 4 dans lequel la température d'entrée de la soufflante froide (5A) est inférieure à la température d'entrée de la turbine de détente (4).
6. Procédé selon la revendication 1 dans lequel tout l'air est comprimé dans le compresseur (1) et le surpresseur (5) jusqu'à la pression élevée ou seule une partie de l'air est surpressée dans le surpresseur (5) jusqu'à la pression élevée, l'air à la pression élevée est envoyé au bout chaud de la ligne d'échange (6), une partie de l'air est sortie de la ligne d'échange à une température intermédiaire et détendue dans la turbine (4) et le reste de l'air poursuit son refroidissement dans la ligne d'échange (6)
7. Procédé de production sous forme gazeuse et sous haute pression d'au moins un fluide choisi parmi l'oxygène, l'argon et l'azote dans une installation de séparation d'air, dans lequel, en fonctionnement stable, on comprime de l'air dans un compresseur (1), on épure l'air comprimé et on l'envoie dans une ligne d'échange thermique (6) de l'installation où il se refroidit, on sépare l'air comprimé, épuré et refroidi dans un système de colonnes (8, 9) de l'installation comprenant au moins une colonne de distillation, on soutire un fluide (16) à l'état liquide d'une colonne du système de colonnes, on amène ledit fluide à l'état liquide à la haute pression, on le vaporise par échange de chaleur avec de l'air et on réchauffe le liquide vaporisé sous cette haute pression dans la ligne d'échange thermique (6) de l'installation **caractérisé en ce que**
 - à une température intermédiaire de la ligne d'échange, on sort de la ligne d'échange thermique un débit d'azote comprimé en cours de refroidissement dans cette dernière ;
 - on surpresse l'azote à la température intermédiaire dans une soufflante froide (5B) jusqu'à la première pression ;
 - on réintroduit l'azote surpressé dans la ligne d'échange thermique ;
 - on envoie tout ou une partie de l'azote surpressé à une turbine de détente (4B), l'azote détendu étant ensuite envoyé à une colonne du système de colonnes, et **en ce que**, pendant le début de

la mise en fonctionnement de l'installation et/ou pendant un changement de marche et éventuellement quand la température à l'entrée de la turbine tombe en dessous d'un seuil prédéterminé, tout l'azote sortie de la ligne d'échange et surpressée dans la soufflante froide (5B) est envoyé en amont de la turbine de détente (4B) sans passer par la ligne d'échange.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Erzeugung, in gasförmiger Form und unter hohem Druck, von mindestens einem Fluid ausgewählt aus Sauerstoff, Argon und Stickstoff, in einer Luftzerlegungsvorrichtung, wobei die gesamte zur Destillation vorgesehene Luft in einem Verdichter (1) verdichtet wird, die verdichtete Luft gereinigt wird, mindestens ein erster Teil der Luft bis auf einen hohen Druck nachverdichtet wird, die verdichtete und gereinigte Luft in eine Wärmeaustauschleitung (6) der Vorrichtung geleitet wird, wo sie abkühlt, die verdichtete, gereinigte und abgekühlte Luft in einem Kolonnensystem (8, 9) der Vorrichtung, das mindestens eine Destillationskolonne umfasst, zerlegt wird, ein Fluid (16) im flüssigen Zustand aus einer Kolonne des Kolonnensystems abgezogen wird, das Fluid im flüssigen Zustand auf den hohen Druck gebracht wird, dasselbe durch Wärmeaustausch mit Luft verdampft wird und die unter diesem hohen Druck verdampfte Flüssigkeit in der Wärmeaustauschleitung der Anlage nacherhitzt wird, mindestens ein Teil der nachverdichteten Luft in einer Entspannungsturbine (4, 4B) vom hohen Druck auf einen zweiten Druck entspannt wird, wobei die entspannte Luft (22) anschließend zu einer Kolonne des Kolonnensystems geleitet wird, wobei im Normalbetrieb die nachverdichtete Luft bis auf die Einlasstemperatur der Turbine in der Austauschleitung stromaufwärts der Entspannungsturbine abgekühlt wird, **dadurch gekennzeichnet, dass** während des Beginns der Inbetriebnahme der Luftzerlegungsvorrichtung und/oder während einer Änderung der Gangart, und gegebenenfalls um die Einlasstemperatur der Turbine zu regulieren, die gesamte auf den hohen Druck nachverdichtete Luft stromaufwärts der Entspannungsturbine geleitet wird, ohne über die Austauschleitung zu laufen.
2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei:
 - auf einer Zwischentemperatur der Austauschleitung (6) der mindestens eine Teil der in letzterer abkühlenden Luft aus der Wärmeaustauschleitung ausgeleitet wird;
 - die Luft auf der Zwischentemperatur in einem Kaltgebläse (5A) bis auf den hohen Druck nachverdichtet wird;

- die nachverdichtete Luft wieder in die Wärmeaustauschleitung zurückgeleitet wird;
 - ein erster Teil (43) der nachverdichteten Luft zu einer Kolonne (8, 9) des Kolonnensystems geleitet wird, und ein zweiter Teil (41) der nachverdichteten Luft zur Entspannungsturbine (4) geleitet wird, wobei die entspannte Luft anschließend zu einer Kolonne des Kolonnensystems geleitet wird;
 - während des Beginns der Inbetriebnahme der Anlage und/oder während einer Änderung der Gangart, und gegebenenfalls wenn die Temperatur am Einlass der Turbine unter einen vorbestimmte Schwellenwert fällt, die gesamte aus der Austauschleitung ausgeleitete und im Kaltgebläse nachverdichtete Luft stromaufwärts der Entspannungsturbine geleitet wird, ohne über die Austauschleitung zu laufen.
3. Verfahren nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die gesamte einströmende, abkühlende Luft ausgeleitet wird, dieselbe im Kaltgebläse (5A) nachverdichtet wird, und dieselbe wieder in die Austauschleitung (6) zurückgeleitet wird.
4. Verfahren nach Anspruch 2 oder 3, wobei, wenn die Temperatur der im Kaltgebläse (5A) nachverdichteten Luft auf eine vorbestimmte Temperatur reduziert ist, oder nach einer vorbestimmten Zeit keine nachverdichtete Luft mehr stromaufwärts der Entspannungsturbine (4) geleitet wird, ohne über die Austauschleitung zu laufen.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 4, wobei die Einlasstemperatur des Kaltgebläses (5A) niedriger ist als die Einlasstemperatur der Entspannungsturbine (4).
6. Verfahren nach Anspruch 1, wobei die gesamte Luft im Verdichter (1) und dem Nachverdichter (5) bis auf den hohen Druck verdichtet wird, oder nur ein Teil der Luft im Nachverdichter (5) bis auf den hohen Druck nachverdichtet wird, die Luft auf dem hohen Druck zum warmen Ende der Austauschleitung (6) geleitet wird, ein Teil der Luft auf einer Zwischentemperatur aus der Austauschleitung ausgeleitet und in der Turbine (4) entspannt wird, und der Rest der Luft sein Abkühlen in der Austauschleitung (6) fortsetzt.
7. Verfahren zur Erzeugung, in gasförmiger Form und unter hohem Druck, von mindestens einem Fluid ausgewählt aus Sauerstoff, Argon und Stickstoff, in einer Luftzerlegungsanlage, wobei im stabilen Betrieb Luft in einem Verdichter (1) verdichtet wird, die verdichtete Luft gereinigt wird und dieselbe in eine Wärmeaustauschleitung (6) der Anlage geleitet wird, wo sie abkühlt, die verdichtete, gereinigte und ab-

gekühlte Luft in einem Kolonnensystem (8, 9) der Anlage, das mindestens eine Destillationskolonne umfasst, zerlegt wird, ein Fluid (16) im flüssigen Zustand aus einer Kolonne des Kolonnensystems abgezogen wird, das Fluid im flüssigen Zustand auf den hohen Druck gebracht wird, dasselbe durch Wärmeaustausch mit Luft verdampft wird und die unter diesem hohen Druck verdampfte Flüssigkeit in der Wärmeaustauschleitung (6) der Anlage nacherhitzt wird, **dadurch gekennzeichnet, dass**

- auf einer Zwischentemperatur der Austauschleitung ein in letzterer abkühlender verdichteter Stickstoffstrom aus der Wärmeaustauschleitung ausgeleitet wird;
- der Stickstoff auf der Zwischentemperatur in einem Kaltgebläse (5B) bis auf den ersten Druck nachverdichtet wird;
- der nachverdichtete Stickstoff wieder in die Wärmeaustauschleitung zurückgeleitet wird;
- der gesamte oder ein Teil des nachverdichteten Stickstoffs zu einer Entspannungsturbine (4B) geleitet wird, wobei der entspannte Stickstoff anschließend zu einer Kolonne des Kolonnensystems geleitet wird,

und dadurch, dass während des Beginns der Inbetriebnahme der Anlage und/oder während einer Änderung der Gangart, und gegebenenfalls wenn die Temperatur am Einlass der Turbine unter einen vorbestimmte Schwellenwert fällt, der gesamte aus der Austauschleitung ausgeleitete und im Kaltgebläse (5B) nachverdichtete Stickstoff stromaufwärts der Entspannungsturbine (4B) geleitet wird, ohne über die Austauschleitung zu laufen.

Claims

1. Method for producing in gaseous form and under high pressure at least one fluid chosen from oxygen, argon and nitrogen in an air separation device, wherein all of the air intended for distillation is compressed in a compressor (1), the compressed air is purified, at least one first portion of the air is further pressurised to a high pressure, the compressed and purified air is sent into a heat exchange line (6) of the device wherein it is cooled, the compressed, purified and cooled air is separated in a system of columns (8, 9) of the device comprising at least one distillation column, a fluid (16) in liquid state is withdrawn from a column of the system of columns, said fluid in liquid state is brought to the high pressure, it is vaporised by heat exchange with air and the vaporised liquid is heated under this high pressure in the heat exchange line of the installation, at least one portion of the further pressurised air is expanded in an expansion turbine (4, 4B) from the high pressure

to a second pressure, with the expanded air (22) then being sent to a column of the system of columns, in normal operation the further pressurised air being cooled down to the inlet temperature of the turbine in the exchange line upstream of the expansion turbine,

characterised in that, during the starting of the operation of the air separation device and/or during a change in operation, and possibly in order to adjust the inlet temperature of the turbine, all of the further pressurised air at the high pressure is sent upstream from the expansion turbine without passing through the exchange line.

2. Method according to claim 1 wherein:

- at an intermediate temperature of the exchange line (6), is taken from the heat exchange line the at least one portion of the air being cooled in the latter;
- the air at the intermediate temperature is further pressurised in a cold blower (5A) until the high pressure;
- the further pressurised air is reintroduced into the heat exchange line;
- a first portion (43) of the further pressurised air is sent to a column (8, 9) of the system of columns and a second portion (41) of the further pressurised air is sent to the expansion turbine (4), with the expanded air then being sent to a column of the system of columns;
- during the starting of the operation of the installation and/or during a change in operation and possibly when the temperature at the inlet of the turbine falls below a predetermined threshold, all of the air that has exited from the exchange line and further pressurised in the cold blower is sent upstream of the expansion turbine without passing through the exchange line.

3. Method according to claim 2, **characterised in that** all of the air entering in the process of cooling is removed, it is further pressurised in the cold blower (5A) and it is reintroduced into the exchange line (6).

4. Method according to claim 2 or 3, wherein when the temperature of the further pressurised air in the cold blower (5A) is reduced to a predetermined temperature or after a predetermined period of time, further pressurised air is no longer sent upstream from the expansion turbine (4) without passing through the exchange line.

5. Method according to one of claims 2 to 4 wherein the inlet temperature of the cold blower (5A) is less than the inlet temperature of the expansion turbine (4).

6. Method according to claim 1 wherein all of the air is compressed in the compressor (1) and the overcompressor (5) until the high pressure or only a portion of the air is further pressurised in the overcompressor (5) to the high pressure, the air at high pressure is sent to the hot end of the exchange line (6), a portion of the air is removed from the exchange line at an intermediate temperature and expanded in the turbine (4) and the rest of the air continues its cooling in the exchange line (6).

7. Method for producing in gaseous form and under high pressure at least one fluid chosen from oxygen, argon and nitrogen in an air separation installation, wherein, in stable operation, the air is compressed in a compressor (1), the compressed air is purified and it is sent into a heat exchange line (6) of the installation where it is cooled, the compressed, purified and cooled air is separated in a system of columns (8, 9) of the installation comprising at least one distillation column, a fluid (16) is withdrawn at the liquid state from a column of the system of columns, said fluid in the liquid state is brought to high pressure, it is vaporised by heat exchange with air and the vaporised air is heated under this high pressure in the heat exchange line (6) of the installation **characterised in that**

- at an intermediate temperature of the exchange line, a flow of compressed nitrogen in the process of cooling in the latter is removed from the heat exchange line;
- the nitrogen is further pressurised at the intermediate temperature in a cold blower (5B) until the first pressure;
- the further pressurised nitrogen is reintroduced into the heat exchange line;
- all or a portion of the further pressurised nitrogen is sent to an expansion turbine (4B), with the expanded nitrogen then being sent to a column of the system of columns,

and **in that**, during the starting of the operation of the installation and/or during a change in operation and possibly when the temperature at the inlet of the turbine falls below a predetermined threshold, all of the nitrogen exiting the exchange line and further pressurised in the cold blower (5B) is sent upstream of the expansion turbine (4B) without passing through the exchange line.

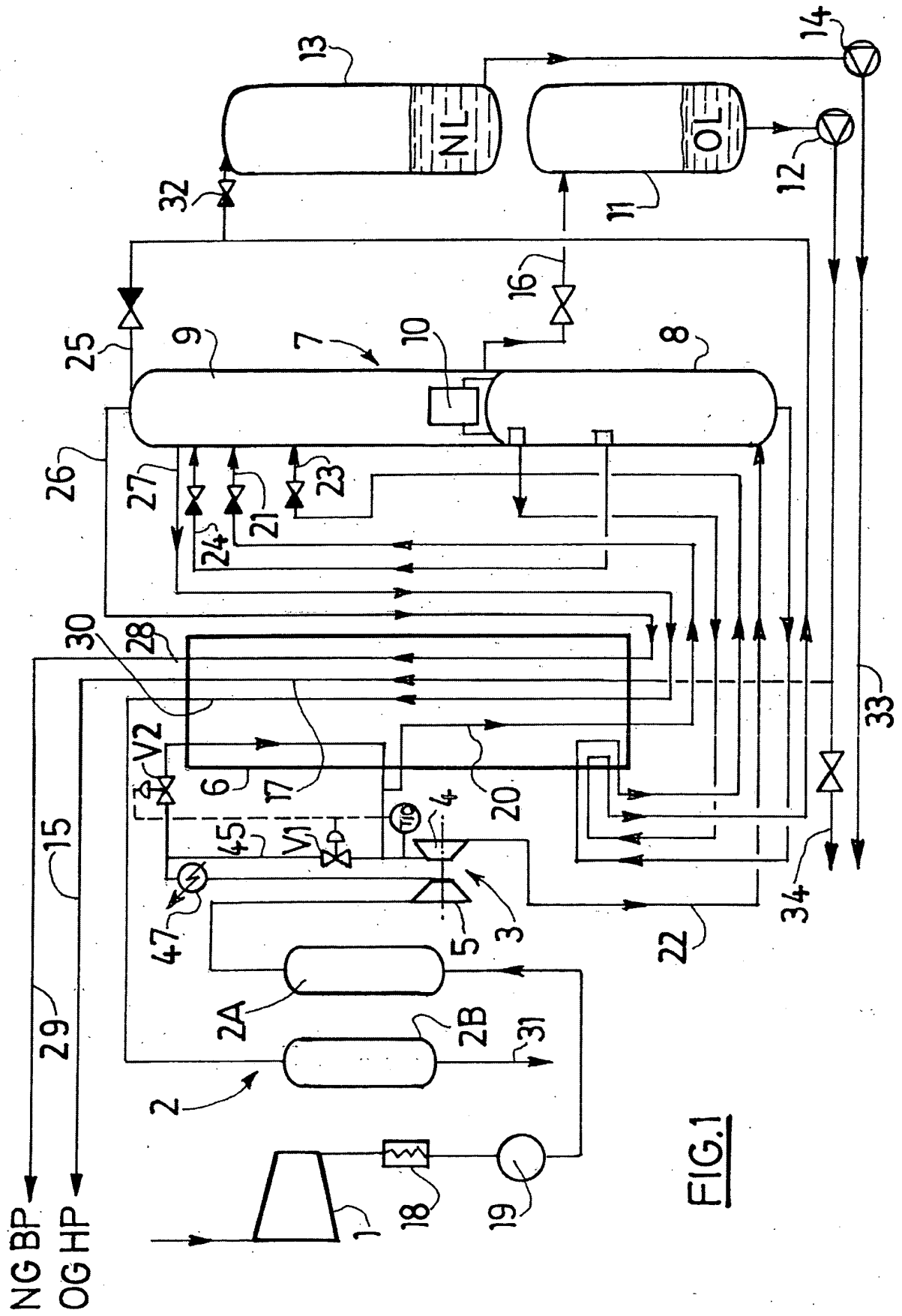
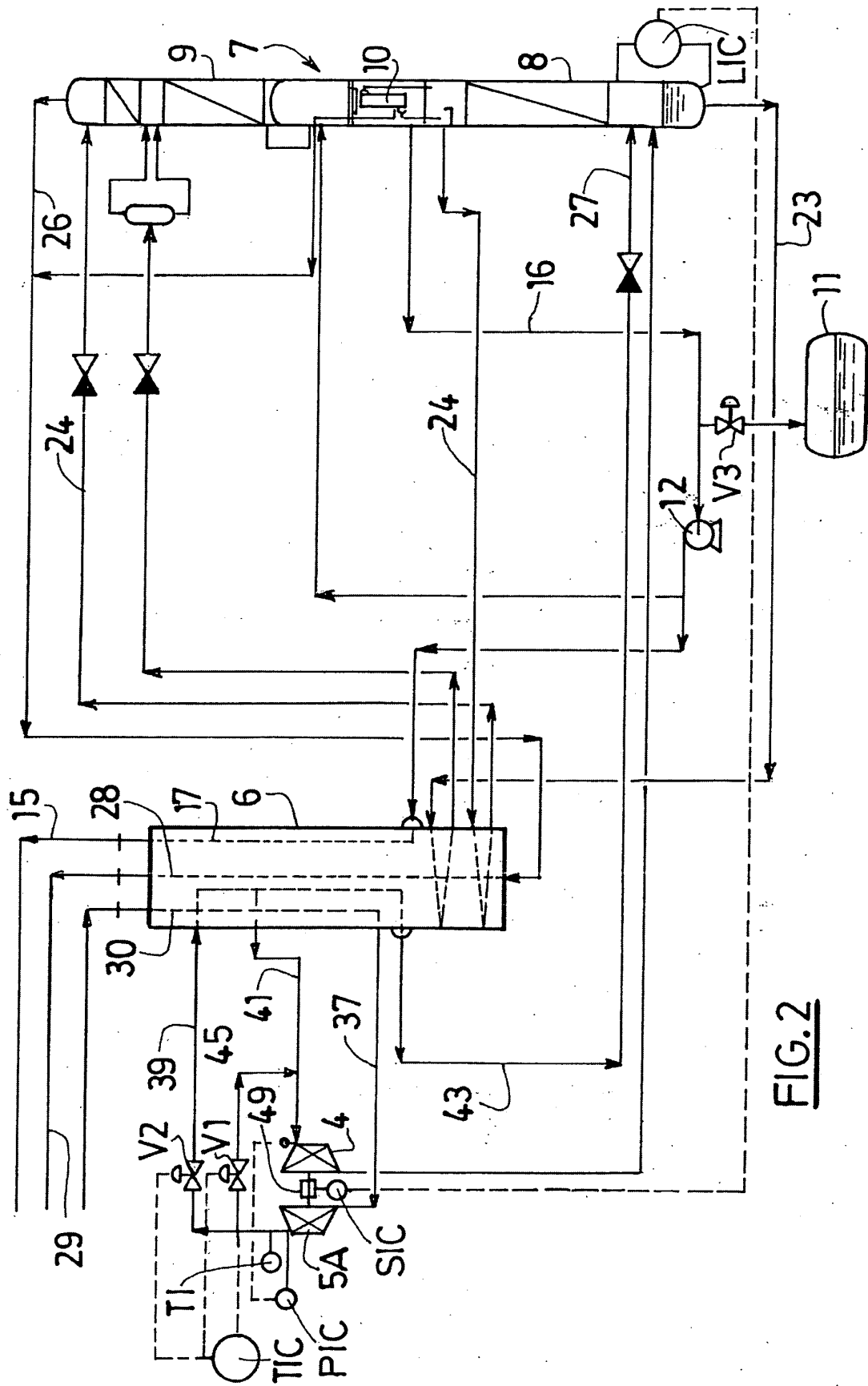


FIG.1



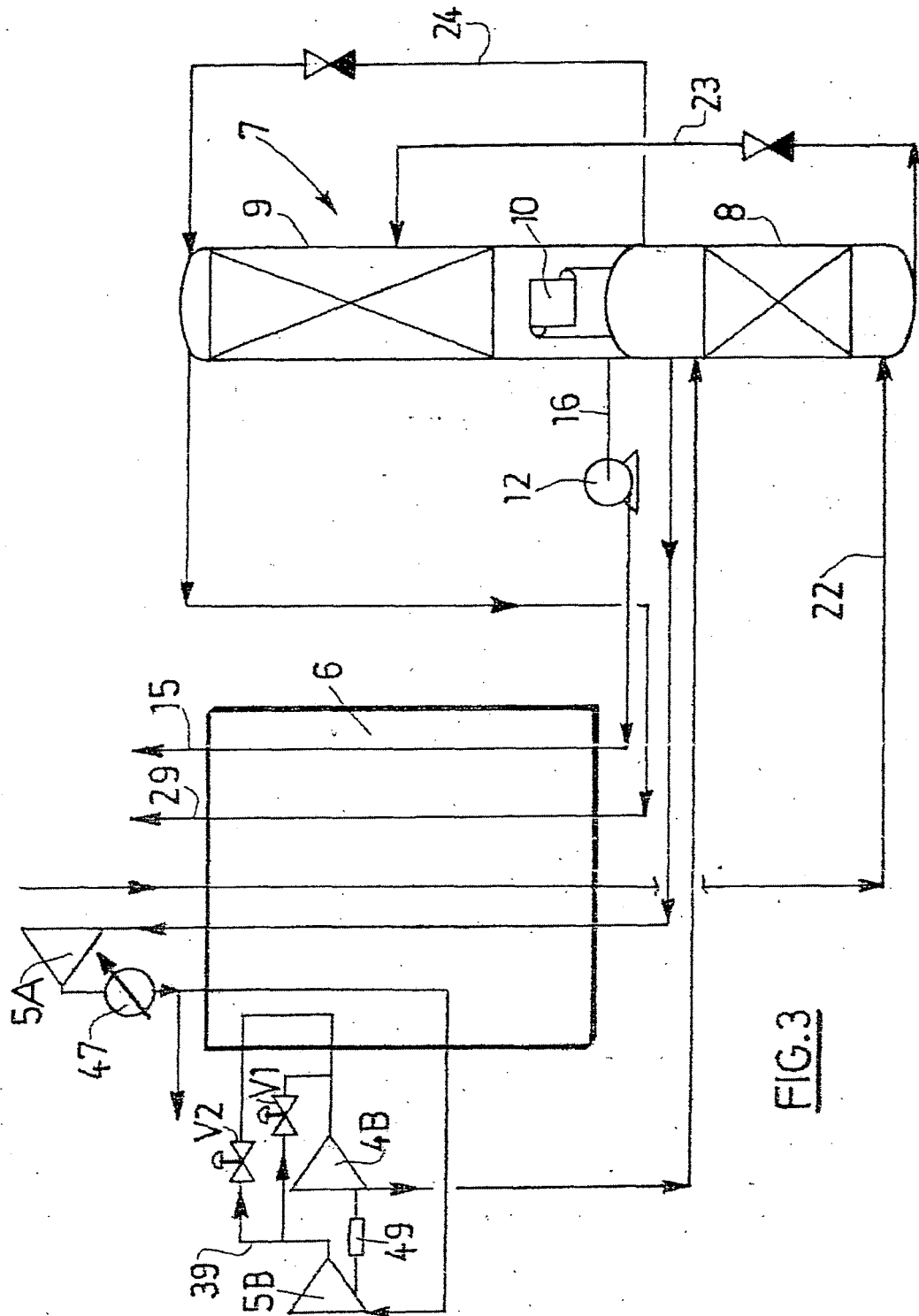


FIG. 3

RÉFÉRENCES CITÉES DANS LA DESCRIPTION

Cette liste de références citées par le demandeur vise uniquement à aider le lecteur et ne fait pas partie du document de brevet européen. Même si le plus grand soin a été accordé à sa conception, des erreurs ou des omissions ne peuvent être exclues et l'OEB décline toute responsabilité à cet égard.

Documents brevets cités dans la description

- EP 0577349 A [0001]
- US 5337571 A [0001] [0008]
- EP 0504029 A [0003]
- FR 2688052 A [0005] [0007] [0040]
- EP 0644388 A [0006] [0007] [0040]
- US 5475980 A [0038]
- EP 504029 A [0040]