

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION
EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la Propriété
Intellectuelle
Bureau international



(43) Date de la publication internationale
20 septembre 2007 (20.09.2007)

PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 2007/104878 A2

(51) Classification internationale des brevets :
F04D 27/02 (2006.01)

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/FR2007/050878

(22) Date de dépôt international : 5 mars 2007 (05.03.2007)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
0650863 14 mars 2006 (14.03.2006) FR

(71) Déposant (pour tous les États désignés sauf US) : **L'AIR LIQUIDE SOCIÉTÉ ANONYME POUR L'ÉTUDE ET L'EXPLOITATION DES PROCÉDES GEORGES CLAUDE** [FR/FR]; 75 quai d'Orsay, F-75007 Paris (FR).

(72) Inventeur; et

(75) Inventeur/Déposant (pour US seulement) :
DARREDEAU, Bernard [FR/FR]; 14 rue des Pavillons, F-78500 Sartrouville (FR).

(74) Mandataire : **MERCEY, Fiona**; c/o L'air Liquide SA, 75, quai d'Orsay, F-75321 Paris Cedex 07 (FR).

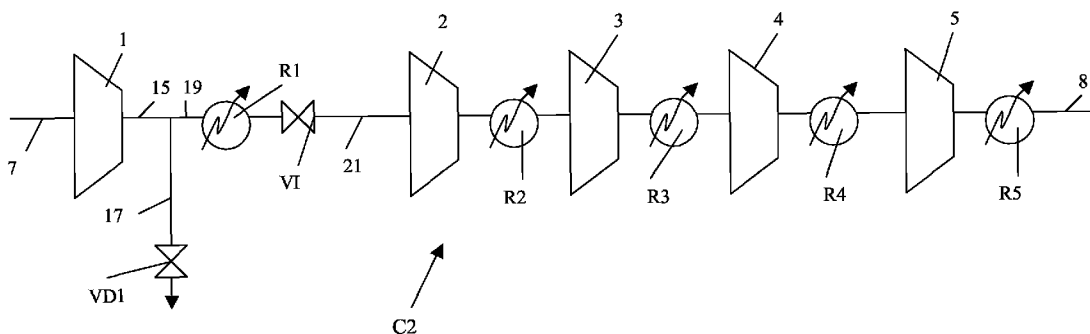
(81) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de protection nationale disponible) : AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de protection régionale disponible) : ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), européen (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, PL,

[Suite sur la page suivante]

(54) Title: MULTI-STAGE COMPRESSOR, AIR-SEPARATING APPARATUS COMPRISING SUCH A COMPRESSOR, AND INSTALLATION

(54) Titre : COMPRESSEUR À PLUSIEURS ÉTAGES, APPAREIL DE SÉPARATION D'AIR COMPRENANT UN TEL COMPRESSEUR ET INSTALLATION



(57) Abstract: A compressor comprises a first stage and a second stage (1, 2) which are mounted on a common axis with means for supplying the first stage with a gas that is to be compressed, means for transferring the compressed gas from the delivery side of the first stage to the inlet side of the second stage, means for producing a pressurized gas on the delivery side of the second stage and means for sending the compressed gas from the delivery side of the first stage to the inlet of the second stage and a throttle valve (V1) to reduce the pressure of the compressed gas downstream of the delivery side of the first stage and upstream of the inlet side of the second stage, means for sending the compressed gas from the delivery side of the first stage to the inlet of the second stage via the throttle valve and means (17, VD1) for sending some of the gas compressed in the first stage to the open air. Application to the production of compressed air for an air separation apparatus.

(57) Abrégé : Un compresseur comprend un premier et un deuxième étages (1, 2) montés sur un axe commun avec des moyens pour alimenter le premier étage avec un gaz à comprimer, des moyens pour transférer le gaz comprimé du refoulement du premier étage à l'entrée de la deuxième étage, des moyens pour produire un gaz pressurisé au refoulement du deuxième étage et des moyens pour envoyer le gaz comprimé du refoulement du premier étage à l'entrée de la deuxième étage et une vanne d'étranglement (V1) pour réduire la pression du gaz comprimé en aval du refoulement du premier étage et en amont de l'entrée de la deuxième étage, des moyens pour envoyer le gaz comprimé du refoulement du premier étage à l'entrée de la deuxième étage en passant par la vanne d'étranglement et des moyens (17, VD1) pour envoyer une partie du gaz comprimé dans le premier étage à l'air. Application à la production d'air comprimé pour un appareil de séparation d'air.

WO 2007/104878 A2



PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Publiée :

— sans rapport de recherche internationale, sera republiée
dès réception de ce rapport

En ce qui concerne les codes à deux lettres et autres abréviations, se référer aux "Notes explicatives relatives aux codes et abréviations" figurant au début de chaque numéro ordinaire de la Gazette du PCT.

Compresseur à plusieurs étages, appareil de séparation d'air comprenant un tel compresseur et installation

La présente invention est relative à un compresseur à plusieurs étages,
5 à un appareil de séparation d'air comprenant un tel compresseur et à une installation.

Dans un procédé de production d'énergie par IGCC avec utilisation d'oxygène dans le gazéifieur, on peut décider d'utiliser une partie de l'air comprimé dans le compresseur de la turbine à gaz pour alimenter l'appareil de
10 séparation d'air (ASU) qui fournit l'oxygène au gazéifieur.

Cette disposition est utilisée pour adapter le fonctionnement de la turbine à gaz qui est conçue en général pour brûler un gaz de pouvoir calorifique plus élevé que celui généré par le gazéifieur.

La pression de l'air extrait de la turbine à gaz est en général plus
15 élevée que celle normalement utilisée dans l'ASU. Afin d'éviter toute perte d'énergie, il est avantageux d'utiliser cet air dans l'ASU à la pression à laquelle il est disponible. Dans le cas où cet air ne constituerait qu'une partie de l'alimentation de l'ASU, on doit comprimer le reste de l'air nécessaire dans un compresseur indépendant. Il sera préférable de comprimer ce second débit
20 d'air jusqu'à la même pression que celui du débit d'air provenant du compresseur de la turbine à gaz afin que le procédé ne soit pas dépendant de la proportion d'air extrait de la turbine à gaz, cette proportion pouvant varier à tout moment.

Il se pose alors un problème que l'on rencontre généralement sur les
25 IGCC. Il s'agit de la réduction de charge d'air qui doit pouvoir se faire jusqu'à 50 % de la charge nominale avec une réduction simultanée de la pression de l'air comprimé dans la turbine à gaz proche elle aussi de 50 %.

Le compresseur d'air indépendant alimentant l'ASU est donc soumis à une réduction de débit qui peut aller jusqu'à 50 ou 60 % (si on ajoute à la
30 réduction de débit de l'ASU une augmentation de la proportion de l'air extrait). De plus, la pression de cet air comprimé dans le compresseur indépendant doit être réduite d'environ 50 %.

De façon conventionnelle, on peut réduire jusqu'à un certain point le débit d'un compresseur en utilisant des organes internes de réglage, par

exemple des aubes mobiles à l'entrée des étages. Pour une réduction de débit importante, on pourrait envisager des aubes mobiles à l'entrée de tous les étages. On pourrait espérer réduire ainsi le débit à 70 % du débit nominal sans réduction de la pression de refoulement. La perte de rendement serait de 5 à 10 % et il faudrait ensuite détendre l'air à la pression requise. Même en supposant que le rendement des roues n'est pas réduit par rapport au nominal, l'énergie consommée est encore 70 % du nominal alors qu'on ne veut comprimer que 50 % du débit nominal à une pression très réduite. Si on veut réduire la pression de refoulement de chaque étage, la caractéristique des roues de compresseur est telle qu'il en résultera une augmentation de débit, si bien qu'il faudra aller encore plus loin dans l'action sur les aubes mobiles avec une perte de rendement encore accrue. Dans la solution selon l'invention, on est donc amené à mettre à l'air 20 % du débit nominal et à étrangler l'air comprimé pour réduire sa pression jusqu'à la pression requise.

Selon un aspect de l'invention, il est prévu un compresseur comprenant un premier et un deuxième étages montés sur un axe commun avec des moyens pour alimenter le premier étage avec un gaz à comprimer, des moyens pour transférer le gaz comprimé du refoulement du premier étage à l'entrée de la deuxième étage et des moyens pour produire un gaz pressurisé au refoulement du deuxième étage caractérisé en ce qu'il comprend une vanne d'étranglement pour réduire la pression du gaz comprimé en aval du refoulement du premier étage et en amont de l'entrée du deuxième étage, des moyens pour envoyer le gaz comprimé du refoulement du premier étage à l'entrée du deuxième étage en passant par la vanne d'étranglement et des moyens pour envoyer une partie du gaz comprimé dans le premier étage à l'air.

Optionnellement :

- le compresseur comprend un troisième étage, des moyens pour transférer le gaz pressurisé du refoulement du deuxième étage à l'entrée du troisième étage, une vanne d'étranglement pour réduire la pression du gaz comprimé en aval du refoulement du deuxième étage et en amont de l'entrée de la troisième étage et des moyens pour envoyer une partie du gaz comprimé dans le deuxième étage à l'air.

- le premier étage comporte des aubes mobiles de réglage de débit.

- le compresseur comprend au moins un étage en aval du troisième mais aucun moyen de détente entre le refoulement du troisième étage et le(s) étage(s) en aval du troisième.

5 - la vanne d'étranglement se trouve en amont un étage du compresseur et en amont ou en aval d'un refroidisseur adapté pour refroidir l'air destiné à cet étage.

Selon un autre aspect de l'invention, il est prévu un appareil de séparation d'air par distillation cryogénique comprenant au moins un compresseur tel que décrit ci-dessus.

10 Selon un autre aspect de l'invention, il est prévu une installation comprenant un premier compresseur d'air, une chambre de combustion, une turbine à gaz, des moyens pour envoyer de l'air du premier compresseur d'air à la chambre de combustion, des moyens pour envoyer des gaz de combustion à la turbine à gaz, un appareil de séparation d'air, des moyens pour envoyer de
15 l'air du premier compresseur d'air à l'appareil de séparation d'air, un deuxième compresseur et des moyens pour envoyer de l'air du deuxième compresseur d'air à l'appareil de séparation d'air caractérisé en ce que le deuxième compresseur est tel que décrit ci-dessus.

20 Selon un autre aspect de l'invention, il est prévu un procédé intégré de production d'énergie et d'un gaz de l'air dans lequel on comprime de l'air dans un premier compresseur d'air à une première pression, on envoie une partie de l'air du premier compresseur à une chambre de combustion, on envoie des gaz de combustion à une turbine à gaz, on envoie une partie de l'air du premier compresseur à un appareil de séparation d'air, on comprime de l'air dans un
25 deuxième compresseur à la première pression et on l'envoie à l'appareil de séparation d'air, le deuxième compresseur comprenant au moins deux étages et dans lequel pour comprimer un débit nominal à la première pression destiné à l'appareil de séparation d'air, l'air est envoyé d'un premier étage du deuxième compresseur à un deuxième étage de celui-ci caractérisé en ce que, pour
30 produire un débit réduit à pression réduite destiné à l'appareil de séparation d'air, on envoie une partie de l'air comprimé dans le premier étage à l'air et on réduit la pression de l'air restant provenant du premier étage dans une vanne d'étranglement en amont du deuxième étage.

Eventuellement :

- le deuxième compresseur comprend au moins trois étages et pour comprimer un débit nominal à la première pression destiné à l'appareil de séparation d'air, l'air est envoyé d'un deuxième étage du deuxième compresseur à un troisième étage de celui-ci caractérisé en ce que, pour
5 produire un débit réduit à pression réduite destiné à l'appareil de séparation d'air, on envoie une partie de l'air comprimé dans le premier étage à l'air et on réduit la pression de l'air restant provenant du deuxième étage dans une vanne d'étranglement en amont du troisième étage.

- le débit volumique de l'air comprimé à l'entrée et/ou au refoulement
10 du deuxième (et du troisième) étage(s) est substantiellement constant entre une marche nominale et une marche réduite.

La solution proposée par l'invention est d'ajouter une vanne d'étranglement à l'entrée du deuxième étage de compression, et si nécessaire, à l'entrée du troisième étage et des suivants. Cette vanne a pour effet de
15 réduire la pression d'aspiration de l'étage suivant de telle sorte que, si on maintient son taux de compression en réduisant sa pression de refoulement dans la même proportion que sa pression d'aspiration, son débit volume sera conservé, mais son débit massique sera réduit dans la même proportion que sa pression d'entrée. En maintenant les taux de compression nominaux des
20 étages suivants, i.e. en réduisant les pressions dans les mêmes proportions, on obtiendra la même réduction de débit sur tous ces étages sans aucune perte de rendement puisque tous ces étages fonctionneront pratiquement à leur point nominal. On obtient ainsi pour tous les étages après la vanne d'étranglement un débit réduit avec une pression de refoulement réduite et une énergie réduite
25 dans les mêmes proportions, sans perte de rendement.

L'invention sera décrite en plus de détail en se référant aux figures dont :

- les Figures 1 et 2 montrent un compresseur selon l'invention ;
- la Figure 3 montre une installation selon l'invention.

30 Dans la figure 1, il est illustré un compresseur C2 à cinq étages 1, 2, 3, 4, 5 sur un même axe avec un moyen de refroidissement entre chaque étage et en aval du dernier étage R1, R2, R3, R4, R5. L'air 7 est envoyé à un premier étage 1 qui comporte des aubages mobiles de réglage de débit.

En marche nominale, les aubages de l'étage 1 ne réduisent pas le débit, l'air comprimé dans le premier étage 1 passe entièrement dans les conduites 15, 19, 21 en passant par une vanne d'étranglement V1 sans réduction de pression. Le débit est ensuite comprimé dans les étages 2, 3, 4 et 5.

En marche réduite, les aubages du premier étage 1 réduisent le débit d'air 7 à 70 % du débit nominal. Un débit représentant 12,2 % du débit nominal est envoyé à l'air à travers la conduite 17 et la vanne de détente VD1. Le reste de l'air, représentant 57,8 % du débit nominal est envoyé au refroidisseur R1 et ensuite à la vanne d'étranglement qui réduit sa pression à 57,8 % de la valeur nominale de la pression. Ce débit réduit en pression est envoyé par la conduite 21 à l'entrée du deuxième étage 2. Le débit est ensuite comprimé dans les étages 2, 3, 4 et 5 sans subir de réduction de pression entre deux étages adjacents à part celle due aux pertes de charge des refroidisseurs R2, R3, R4 et R5. La pression finale de l'air sera de 8,9 bars.

Pour chaque point donné du compresseur, le débit volumique reste substantiellement constant entre la marche nominale et la marche réduite.

Dans la figure 2, il est illustré un autre compresseur C2 à cinq étages 1, 2, 3, 4, 5 avec un moyen de refroidissement entre chaque étage et en aval du dernier étage R1, R2, R3, R4, R5. L'air 7 est envoyé à un premier étage 1 qui comporte des aubages mobiles de réglage de débit.

En marche nominale, les aubages de l'étage 1 ne réduisent pas le débit, l'air comprimé dans le premier étage 1 passe entièrement dans les conduites 15, 19, 21 en passant par une vanne d'étranglement V1 sans réduction de pression. En aval du deuxième étage 2, il est refroidi par le refroidisseur R2 et ensuite passe dans la vanne d'étranglement V2 sans être réduit en pression. Le débit est ensuite comprimé dans les étages 3, 4 et 5.

En marche réduite, les aubages de l'étage 1 réduisent le débit d'air 7 à 70 % du débit nominal. Un débit représentant 12,2 % du débit nominal est envoyé à l'air à travers la conduite 17 et la vanne de détente VD1. Le reste de l'air, représentant 57,8 % du débit nominal est envoyé au refroidisseur R1 et ensuite à la vanne d'étranglement qui réduit sa pression jusqu'à 57,8 % de la pression nominale. Un débit réduit en pression est envoyé par la conduite 21 à l'entrée du deuxième étage 2. Ce débit est comprimé dans le deuxième étage

et divisé en deux. 6,3 % du débit nominal est envoyé à l'air à travers la conduite 27 et la vanne de détente VD2 alors que le reste de l'air provenant du deuxième étage est refroidi par le refroidisseur R2 et ensuite réduit en pression par une deuxième vanne d'étranglement V2 avec une réduction du débit jusqu'à 51,5 % du débit nominal et une réduction de la pression jusqu'à 51,5 % de la pression nominale. Le débit est ensuite comprimé dans les étages 3, 4 et 5 sans subir de réduction de pression entre deux étages adjacents à part celle due aux pertes de charge des refroidisseurs R3, R4 et R5. La pression finale de l'air sera de 8,04 bars.

10 Pour chaque point donné du compresseur, le débit volumique reste substantiellement constant entre la marche nominale et la marche réduite.

Dans la Figure 3, de l'air est comprimé dans le compresseur adiabatique C1 et divisé en deux. Une partie 9 est refroidie (non-illustrée) et envoyée à un appareil de séparation d'air ASU. Une partie 10 est envoyée à une chambre de combustion CC pour combustion avec un carburant 12, tel que du gaz naturel ou du charbon. Les gaz de combustion 13 sont détendus dans une turbine T1 couplée au compresseur C1. L'appareil de séparation d'air est également alimenté en air 8 par un compresseur C2 selon l'invention, qui peut être tel que décrit par rapport aux figures 1 et 2. Eventuellement de l'azote 11 de l'appareil de séparation d'air peut être envoyé à la turbine à gaz et l'appareil de séparation d'air produit également de l'oxygène 12 pour un gazéifieur.

On trouvera ci-joint un exemple de l'avantage offert par ce moyen de réduction simultanée de débit massique et de pression.

On suppose un débit nominal de $100 \text{ Nm}^3/\text{h}$ et une pression de refoulement nominale de 16 atm abs. On prend l'hypothèse d'un compresseur de 5 étages.

L'énergie de chaque étage est évaluée comme égale au produit $0,1 * \log(P_{\text{ref}}/P_{\text{asp}}) * \text{débit}$, P_{ref} étant la pression de refoulement et P_{asp} la pression d'aspiration, ce qui donne une valeur réaliste en kW et on admet que l'énergie du compresseur est la somme des énergies des étages.

Dans le cas réduit, on suppose que le débit est $50 \text{ Nm}^3/\text{h}$ et la pression de refoulement requise est 8 atm abs.

Si le rendement était conservé, l'énergie consommée serait environ égale à $0,5 * \log(8)/\log(16) = 37,5 \%$ de l'énergie nominale

Dans le tableau joint, le premier cas réduit montre l'énergie obtenue en utilisant des aubes mobiles sur chaque étage, en supposant qu'on arrive ainsi à réduire le débit massique jusqu'à 70 % sans perte de rendement. (hypothèse très optimiste)

- 5 Le deuxième cas réduit montre l'utilisation d'aubes mobiles uniquement sur le premier étage et d'une vanne d'étranglement à l'aspiration du deuxième étage, donc d'un compresseur selon l'invention. Dans cet exemple, cette solution ne suffit pas pour réduire la pression et le débit jusqu'à la valeur
10 rapport à la solution utilisant uniquement des aubes mobiles.

- Dans le troisième cas réduit, on utilise un compresseur selon l'invention et on ajoute par rapport au cas N° 2 une vanne à l'aspiration du troisième étage, ce qui permet de réduire encore la pression de refoulement et le débit sur les étages suivants. La réduction d'énergie par rapport au cas de
15 base est d'environ 20 %.

Cette invention revendique, pour un compresseur multiétagé soumis à des réductions simultanées de débit massique et de pression de refoulement excédant 25 %, l'utilisation d'une vanne d'étranglement à l'aspiration du deuxième étage et du, (ou des), étage(s) suivant(s) si nécessaire.

Etage	1	2	3	4	5	Energie	Energie relative
Nominal							
P _{asp}	1	1,73	2,99	5,19	9,07		
P _{ref}	1,78	3,06	5,29	9,19	16,05		
Débit massique	100	100	100	100	100		
Energie	2,5	2,48	2,48	2,48	2,48	12,42	100
Réduit avec aubes mobiles							
P _{asp}	1	1,73	2,99	5,19	9,07		
P _{ref}	1,78	3,06	5,29	9,19	16,05		
Débit massique	70	70	70	70	70		
Energie	1,75	7,73	7,73	1,74	1,74	8,69	70
Réduit avec aubes 1 ^{er} étage et vanne d'étranglement aspiration V1 2 ^{ème} étage (Figure 1)							
P _{asp}	1	1	1,7	2,91	5,03		
P _{ref}	1,78	1,77	3,01	5,15	8,9		
Débit massique	70	57,8	57,8	57,8	57,8		
Energie	1,75	1,43	1,43	1,43	1,43	7,47	60,1
Réduit avec aubes 1 ^{er} étage et vanne d'étranglement aspiration V1 et V2 2 ^{ème} et 3 ^{ème} étages (Figure 2)							
P _{asp}	1	1	1,54	2,63	4,54		
P _{ref}	1,78	1,77	2,73	4,66	8,04		
Débit massique	70	57,8	51,5	51,5	51,5		
Energie	1,75	1,43	1,28	1,28	1,28	7,02	56,5

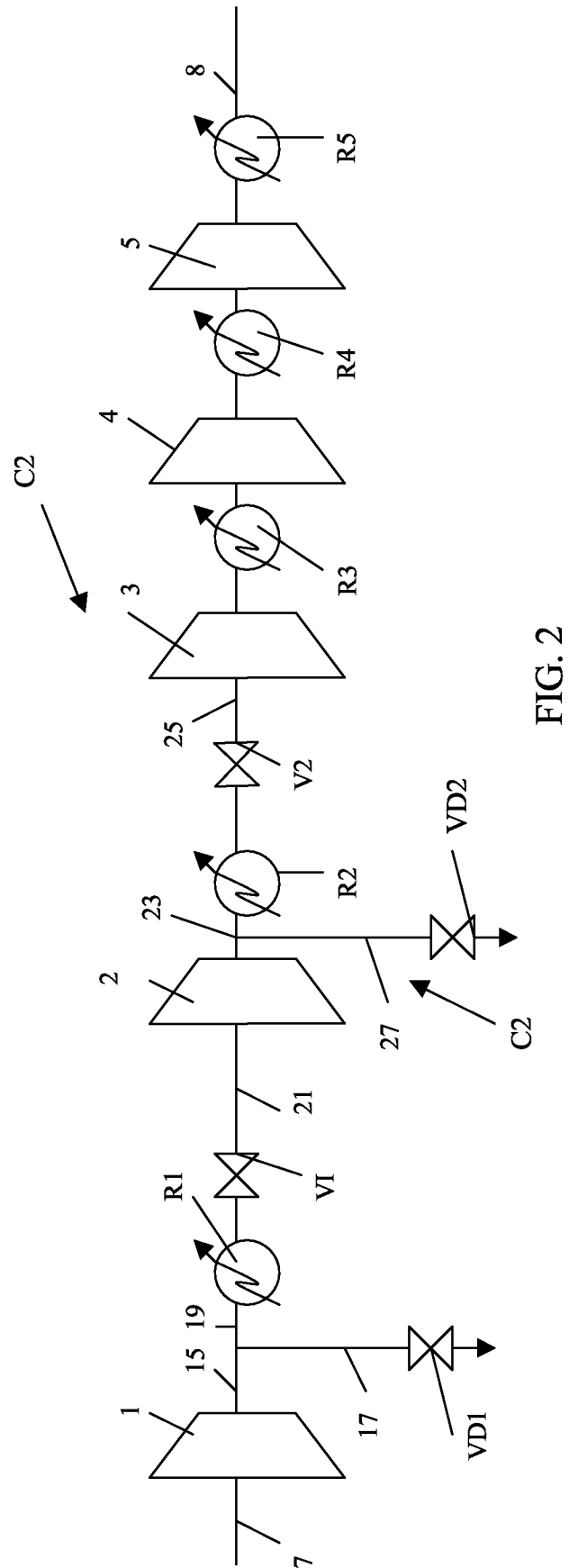
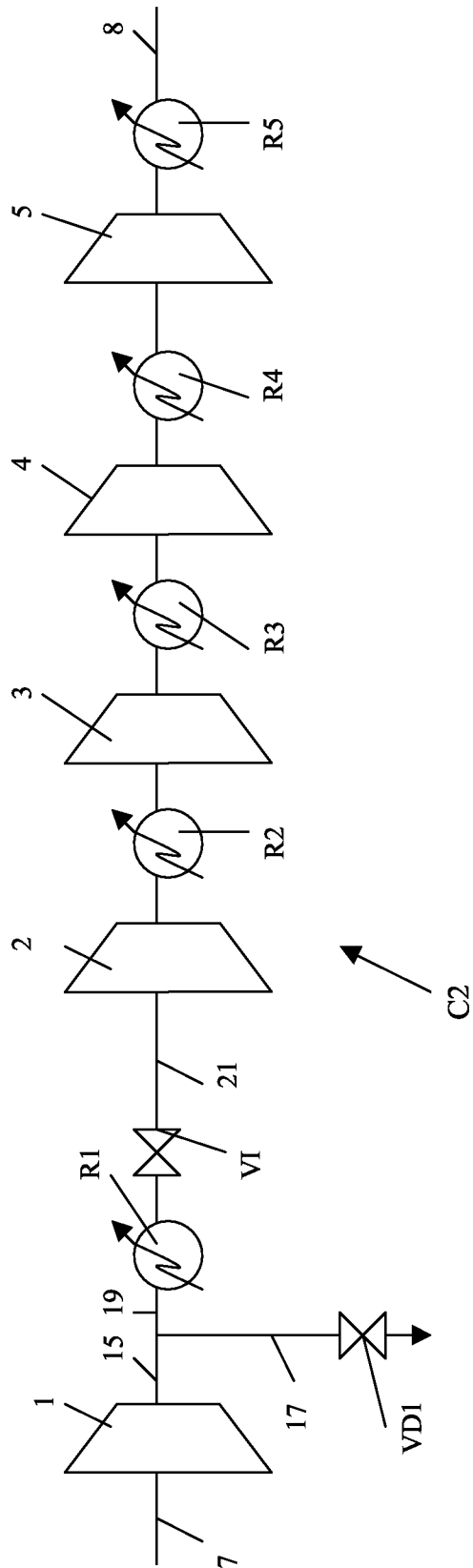
REVENDEICATIONS

1. Compresseur comprenant un premier et un deuxième étages (1, 2) montés sur un axe commun avec des moyens pour alimenter le premier étage avec un gaz à comprimer, des moyens pour transférer le gaz comprimé du refoulement du premier étage à l'entrée de la deuxième étage et des moyens pour produire un gaz pressurisé au refoulement du deuxième étage caractérisé en ce qu'il comprend une vanne d'étranglement (V1) pour réduire la pression du gaz comprimé en aval du refoulement du premier étage et en amont de l'entrée du deuxième étage, des moyens pour envoyer le gaz comprimé du refoulement du premier étage à l'entrée du deuxième étage en passant par la vanne d'étranglement et des moyens (17, VD1) pour envoyer une partie du gaz comprimé dans le premier étage à l'air.
2. Compresseur selon la revendication 1 comprenant un troisième étage (3), des moyens pour transférer le gaz pressurisé du refoulement du deuxième étage à l'entrée du troisième étage, une vanne d'étranglement (V2) pour réduire la pression du gaz comprimé en aval du refoulement du deuxième étage et en amont de l'entrée de la troisième étage et des moyens (27, VD2) pour envoyer une partie du gaz comprimé dans le deuxième étage à l'air.
3. Compresseur selon l'une des revendications 1 et 2 dans lequel le premier étage (1) comporte des aubes mobiles de réglage de débit.
4. Compresseur selon l'une des revendications précédentes comprenant un étage (2) immédiatement en aval du troisième mais aucun moyen de détente entre le refoulement du troisième étage et l'étage immédiatement en aval du troisième.
5. Compresseur selon l'une des revendications précédentes dans lequel la vanne d'étranglement (V1, V2) se trouve en amont d'un étage (2, 3) du

compresseur et en amont ou en aval d'un refroidisseur (R1, R2) adapté pour refroidir l'air destiné à cet étage.

- 5 6. Appareil de séparation d'air (ASU) par distillation cryogénique comprenant au moins un compresseur selon l'une des revendications précédentes.
- 10 7. Installation comprenant un premier compresseur d'air (C1), une chambre de combustion (CC), une turbine à gaz (T1), des moyens (10) pour envoyer de l'air du premier compresseur d'air à la chambre de combustion, des moyens pour envoyer des gaz de combustion à la turbine à gaz, un appareil de séparation d'air (ASU), des moyens (9) pour envoyer de l'air du premier compresseur d'air à l'appareil de séparation d'air, un deuxième compresseur (C2) et des moyens pour envoyer de l'air du deuxième compresseur d'air à l'appareil de séparation d'air caractérisé en 15 ce que le deuxième compresseur est selon l'une des revendications 1 à 5.
- 20 8. Procédé intégré de production d'énergie et d'un gaz de l'air dans lequel on comprime de l'air dans un premier compresseur d'air (C1) à une première pression, on envoie une partie de l'air du premier compresseur à une chambre de combustion (CC), on envoie des gaz de combustion à une turbine à gaz (T1), on envoie une partie de l'air du premier compresseur à un appareil de séparation d'air (ASU), on comprime de l'air dans un deuxième compresseur (C2) à la première pression et on l'envoie à l'appareil de séparation d'air, le deuxième compresseur comprenant au 25 moins deux étages et dans lequel pour comprimer un débit nominal à la première pression destiné à l'appareil de séparation d'air, l'air est envoyé d'un premier étage (1) du deuxième compresseur à un deuxième étage (2) de celui-ci caractérisé en ce que, pour produire un débit réduit à pression réduite destiné à l'appareil de séparation d'air, on envoie une partie de l'air comprimé dans le premier étage à l'air et on réduit la pression de l'air 30 restant provenant du premier étage dans une vanne d'étranglement (V1) en amont du deuxième étage.

9. Procédé selon la revendication 8 dans lequel le deuxième compresseur comprend au moins trois étages et pour comprimer un débit nominal à la première pression destiné à l'appareil de séparation d'air, l'air est envoyé d'un deuxième étage du deuxième compresseur à un troisième étage (3) de celui-ci caractérisé en ce que, pour produire un débit réduit à pression réduite destiné à l'appareil de séparation d'air, on envoie une partie de l'air comprimé dans le deuxième étage à l'air et on réduit la pression de l'air restant provenant du deuxième étage dans une vanne d'étranglement (V2) en amont du troisième étage.
10. Procédé selon l'une des revendications 8 ou 9 dans lequel le débit volumique de l'air comprimé à l'entrée et/ou au refoulement du deuxième (et du troisième) étage(s) est substantiellement constant entre une marche nominale et une marche réduite.



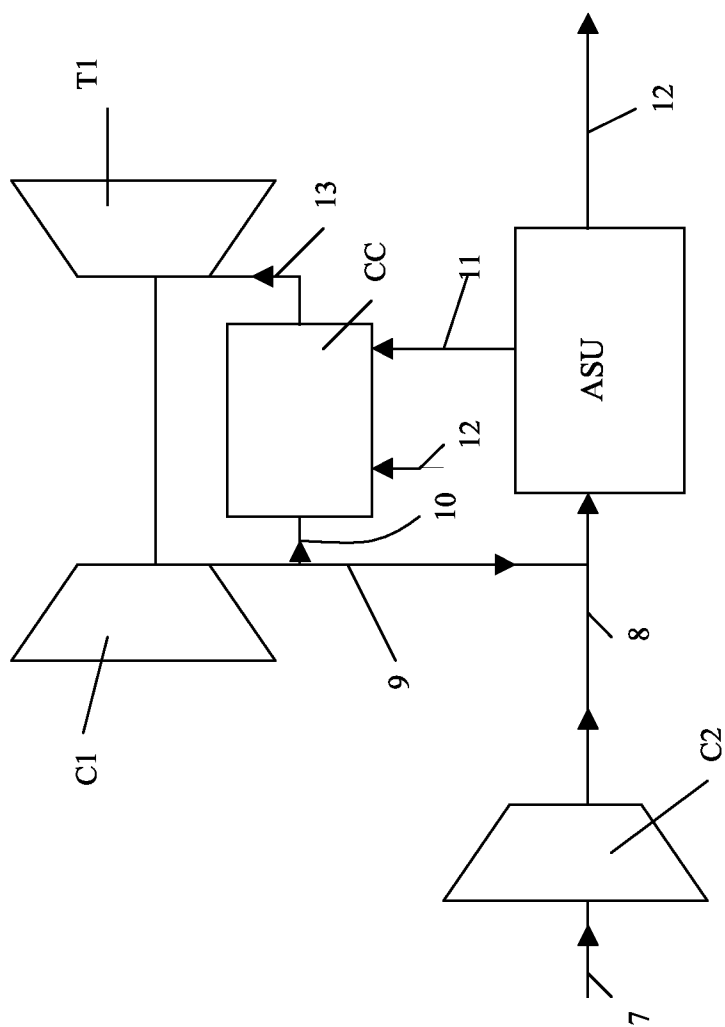


FIG. 3