



(22) Date de dépôt/Filing Date: 1992/09/11

(41) Mise à la disp. pub./Open to Public Insp.: 1993/03/14

(45) Date de délivrance/Issue Date: 2002/11/12

(30) Priorité/Priority: 1991/09/13 (91.11305) FR

(51) Cl.Int.⁵/Int.Cl.⁵ F25J 3/04

(72) Inventeurs/Inventors:

Chrétien, Denis, FR;

Mazières, Philippe, FR

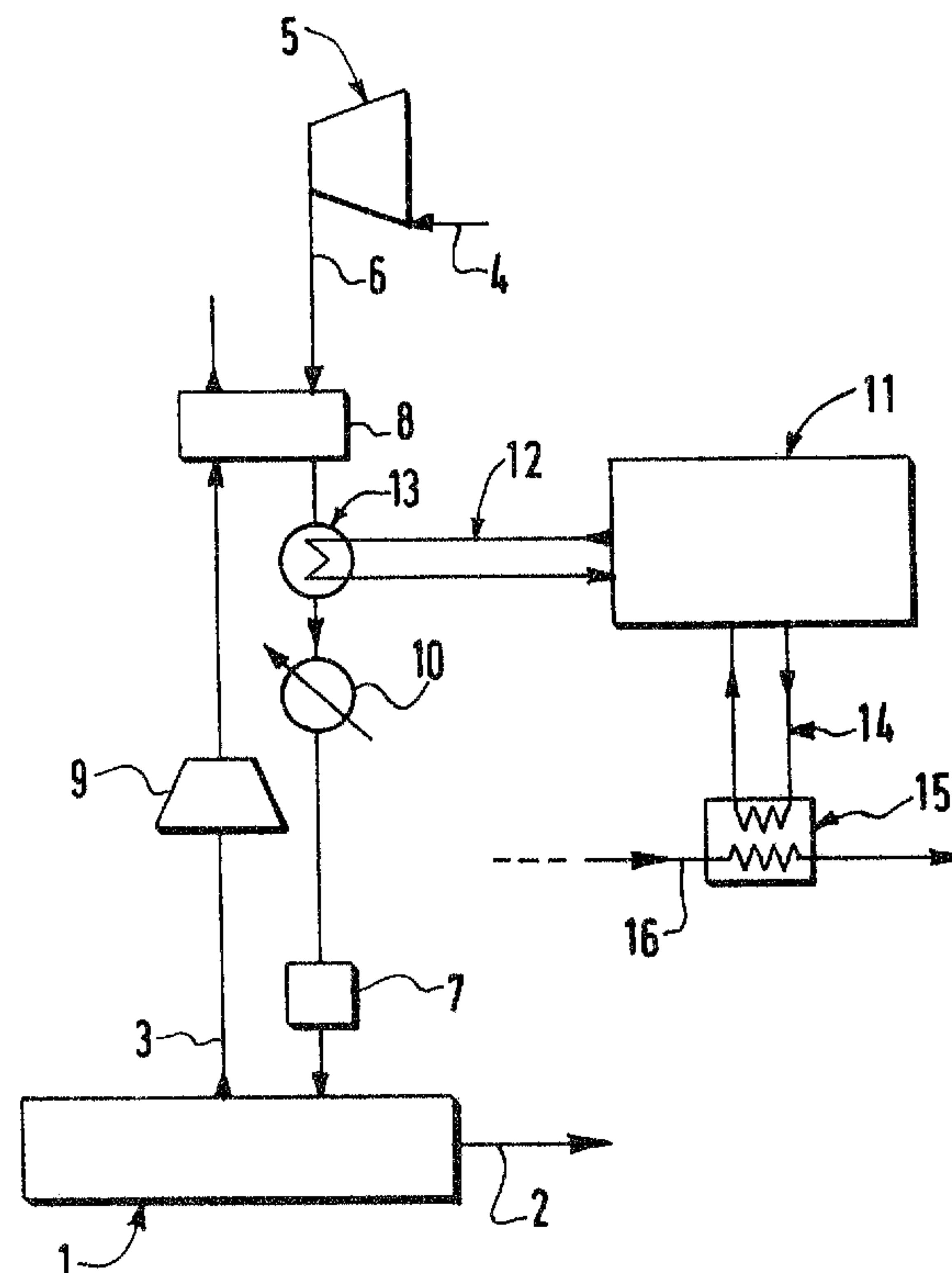
(73) Propriétaire/Owner:

L'AIR LIQUIDE SOCIETE ANONYME A DIRECTOIRE
ET CONSEIL DE SURVEILLANCE POUR L'ETUDE
ET L'EXPLOITATION DES PROCEDES GEORGES
CLAUDE, FR

(74) Agent: OGILVY RENAULT

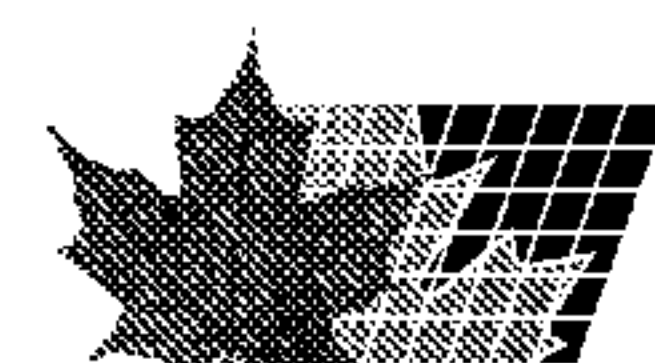
(54) Titre : PROCEDE DE REFROIDISSEMENT D'UN GAZ DANS UNE INSTALLATION D'EXPLOITATION DE GAZ DE
L'AIR ET INSTALLATION

(54) Title: PROCESS AND INSTALLATION FOR COOLING GAS IN A HARMFUL GAS PROCESSING INSTALLATION



(57) Abrégé/Abstract:

L'air comprimé alimentant une unité de séparation de l'air cède des calories à un groupe frigorifique à absorption refroidissant un flux de liquide mis en relation d'échange thermique avec un gaz de l'installation pour refroidir ce dernier de façon à assurer une réduction de la consommation énergétique globale de l'installation.



2078027

ABREGE DESCRIPTIF

L'air comprimé alimentant une unité de séparation de l'air cède des calories à un groupe frigorifique à absorption refroidissant un flux de liquide mis en relation d'échange thermique avec un gaz de l'installation pour refroidir ce dernier de façon à assurer une réduction de la consommation énergétique globale de l'installation.

PROCEDE DE REFROIDISSEMENT D'UN GAZ DANS UNE INSTALLATION
D'EXPLOITATION DE GAZ DE L'AIR ET INSTALLATION

La présente invention concerne un procédé de refroidissement d'un
5 gaz dans une installation d'exploitation de gaz de l'air comprenant au
moins une unité de séparation de gaz de l'air alimentée par de l'air
comprimé.

Les installations d'exploitation de gaz de l'air et en particulier
leurs unités associées de séparation de gaz de l'air, tels que
10 l'oxygène, l'azote et l'argon, classiquement du type à double colonne
de distillation, sont très consommatrices en énergie, notamment au
niveau de la fourniture de l'air d'alimentation qui est comprimé à fort
débit à une pression en générale comprise entre 4 et 17×10^5 Pa
absolus. D'autre part, ces unités produisent un mélange résiduaire
15 riche en azote partiellement exploité dans l'installation, notamment
pour refroidir partiellement l'air comprimé d'alimentation, lequel doit
être nécessairement refroidi, typiquement à une température inférieure
à 20°C , avant son épuration et son introduction dans l'unité de
séparation.

20 La présente invention a pour objet de proposer un procédé, simple
et fiable, permettant de réduire la consommation en énergie de telles
installations, offrant une grande souplesse d'utilisation et
susceptible de nombreuses applications.

Pour ce faire, selon une caractéristique de l'invention, le
25 procédé comprend les étapes de comprimer l'air d'alimentation à une
pression supérieure à 4×10^5 Pa et à une température supérieure à
 100°C , typiquement supérieure à 150°C , d'utiliser l'air comprimé chaud
d'alimentation comme source de chaleur d'un groupe frigorifique à
absorption produisant un fluide froid, et d'effectuer un échange
30 thermique entre le fluide froid et un gaz de l'installation pour
refroidir ce dernier.

Selon des caractéristiques plus particulières de l'invention, le
gaz refroidi est l'air d'alimentation, comprimé ou à comprimer, un des
constituants de l'air produits par l'unité de séparation ou un autre
35 gaz exploité dans l'installation.

Avec un tel procédé, les calories excédentaires du flux d'air
comprimé d'alimentation sont exploitées pour actionner un groupe
frigorifique à absorption fournissant des frigories utilisables de

2078027

diverses manières en offrant une grande souplesse opératoire et une grande fiabilité par rapport à des installations de réfrigération du type à machines tournantes.

La présente invention concerne également une installation
5 d'exploitation de gaz de l'air, comprenant au moins une unité de
séparation de gaz de l'air alimentée en air comprimé par un
compresseur, la ligne d'amenée d'air comprimé d'alimentation traversant
au moins un poste de refroidissement, caractérisée en ce qu'elle
comprend au moins un compresseur non refroidi fournissant un air
10 comprimé d'alimentation à une température supérieure à 100°C et au
moins un groupe frigorifique à absorption dont la source chaude est
couplée thermiquement à une ligne d'air comprimé d'alimentation dont le
circuit de fluide froid est couplé thermiquement à la ligne de gaz de
l'installation pour refroidir ledit gaz.

15 L'installation peut être de tout type exploitant au moins un des
gaz (typiquement l'oxygène) produit par l'unité de séparation,
notamment une installation, dite "IGCC" de fourniture d'énergie
électrique par combustion d'un gaz synthétisé par gazéification de
charbon ou une installation de réduction directe de minerai de fer par
20 le procédé dit "COREX" utilisant toutes deux de l'oxygène produit
in-situ. Dans ces deux cas le compresseur d'air est un compresseur de
turbine à gaz couplée à un générateur d'électricité, le compresseur
fournissant un air comprimé à plus de 8×10^5 Pa à une température
supérieure à 250°C. L'installation peut également être un haut fourneau
25 fonctionnant avec de l'air sur-oxygéné, avec de l'oxygène produit
in-situ, auquel cas le compresseur d'air est une soufflante fournissant
de l'air comprimé à 4×10^5 Pa à une température de l'ordre de 150 à
200°C.

D'autres caractéristiques et avantages de la présente invention
30 ressortiront de la description suivante de modes de réalisation, donnés
à titre illustratif mais nullement limitatif, faite en relation avec
les dessins annexés, sur lesquels :

- La figure 1 est une illustration schématique du procédé selon
l'invention ; et

35 - La figure 2 est une vue schématique d'une installation selon
l'invention.

Dans la description qui va suivre et sur les dessins, les éléments
identiques ou analogues portent les mêmes chiffres de référence.

2078027

On a représenté sur la figure 1, une unité de séparation de gaz de l'air 1, typiquement une unité cryogénique de distillation d'air, fournissant au moins de l'oxygène gazeux dans une ligne de sortie 2 et de l'azote résiduaire gazeux dans une ligne de sortie 3. L'air d'alimentation de l'unité 1 est adressé, comme figuré en 4, à un groupe de compression 5 non refroidi fournissant, dans une ligne de sortie 6, de l'air comprimé à une pression supérieure à 5×10^5 Pa absolus à une température supérieure à 100°C , typiquement entre 150 et 500°C . Cet air comprimé doit être refroidi avant de traverser un poste d'épuration en eau et gaz carbonique 7 et introduit dans l'unité de séparation 1. Un premier refroidissement de l'air comprimé est avantageusement effectué, en sortie du groupe de compression 5, dans un échangeur 8 traversé à contre-courant par l'azote résiduaire provenant de la ligne 3 et typiquement comprimé dans un compresseur 9. Le débit d'azote étant nécessairement inférieur à celui de l'air, ce dernier dispose d'une chaleur disponible excédentaire. Un deuxième refroidissement aval est typiquement effectué, en amont du poste d'épuration 7, dans un deuxième échangeur de chaleur 10 classiquement refroidi par une circulation d'eau.

Selon un aspect de l'invention, une portion de la ligne d'alimentation en air comprimé 6 est couplée fonctionnellement à un groupe frigorifique à absorption 11 du type à mélange binaire, par exemple eau/bromure de lithium ou ammoniac/eau et commercialisé notamment par les sociétés Carrier et Borsig. La récupération, dans le groupe frigorifique 11, de la chaleur de l'air comprimé peut se faire directement par passage de l'air chaud dans le rebouilleur du groupe à absorption (dans le cas de mélange binaire eau/ammoniac), par un circuit de vapeur d'eau, où une chaudière de récupération récupère la chaleur de l'air pour générer la vapeur utilisée dans le groupe à absorption, ou, comme représenté sur la figure 1, par un circuit d'eau chaude pressurisée 12 en relation d'échange thermique avec l'air comprimé d'alimentation dans un échangeur 13 disposé dans la ligne 6 entre les échangeurs 8 et 10, l'eau chaude cédant ses calories au groupe frigorifique à absorption 11. Ce dernier comporte un circuit 14 de circulation de fluide froid, typiquement de l'eau, que l'on fait transiter dans un échangeur de chaleur 15 pour refroidir un gaz circulant dans une ligne de gaz 16 de l'installation.

Dans un premier mode de réalisation de l'invention, où l'installation comporte en outre un liquéfacteur d'azote ou d'oxygène, le gaz à liquéfier est acheminé, par la ligne 16, pour être prérefroidi dans l'échangeur 15, jusqu'à une température d'environ -40°C, avant
5 d'être refroidi plus profondément et liquéfié, typiquement dans des turbines de détente. Dans ce cas, le groupe frigorifique 11 est nécessairement du type ammoniac/eau.

Dans un autre mode de réalisation de l'invention, en vue de diminuer la puissance du groupe de compression 5, le gaz traversant
10 l'échangeur 15 dans la ligne 16 est l'air d'alimentation du groupe de compression 5, l'échangeur 15 étant disposé à l'entrée d'aspiration 4 de ce dernier. De façon similaire, le gaz traversant l'échangeur 15 dans la ligne 16 peut être l'azote résiduaire de la ligne 3 provenant d'un interétage du compresseur 9 et retourné, refroidi, dans
15 l'interétage.

Dans une autre variante, le gaz circulant dans la ligne 16 peut être de l'air ambiant servant à la climatisation de locaux ou d'unités de l'installation.

Dans un autre mode de réalisation de l'invention, représenté sur
20 la figure 2, le gaz refroidi dans l'échangeur 15 est l'air comprimé d'alimentation lui-même. Sur la figure 2, on reconnaît les éléments déjà décrits en relation avec la figure 1. Dans ce mode de réalisation, le groupe 5 de compression de l'air d'alimentation est un élément d'un groupe moto-compresseur 17 comprenant une turbine 18 et une chambre de
25 combustion 19 alimentée par une portion de l'air comprimé dans le groupe 5 et par un carburant 20. Le carburant 20 peut être du fioule, du gaz naturel ou un gaz de synthèse provenant d'une unité de traitement 21, par exemple une unité de gazéification de charbon ou une unité de réduction de minerai de fer, alimentée en oxygène produit en
30 sortie 2 de l'unité de séparation 1. La turbine 18, entraînant le groupe de compression 5 et un générateur d'électricité 22, est actionnée par les gaz de combustion 23 provenant de la chambre de combustion 19 et avantageusement par l'azote résiduaire de la ligne 3 comprimé dans le compresseur 9 et refroidi dans l'échangeur 8. Dans ce
35 mode de réalisation, la ligne d'air comprimé d'alimentation 6 comprend,

entre l'échangeur de refroidissement à eau 10 et l'unité d'épuration 7, l'échangeur 15 associé au circuit de liquide froid 14 du groupe frigorifique à absorption 11, dans lequel le circuit additionnel d'eau de refroidissement est figuré en 22.

5 A titre indicatif, dans le mode de réalisation de la figure 2, l'air comprimé d'alimentation, en sortie du groupe de compression 5, est à une pression d'environ 16×10^5 Pa absolus et une température de l'ordre de 400°C . Il est tout d'abord refroidi dans l'échangeur 8 à une température d'environ 210°C et transfert de sa chaleur, dans
10 l'échangeur 13, à de l'eau dans le circuit 12 contenant de l'eau chaude pressurisée à une pression d'environ 15×10^5 Pa absolus. L'air comprimé sort de l'échangeur 13 à une température d'environ 180°C et est refroidi à une température d'environ 30°C dans l'échangeur 10. L'air comprimé est finalement refroidi à une température d'environ 10°C
15 dans l'échangeur 15 par de l'eau froide à une température d'environ 7°C provenant du groupe frigorifique à absorption 11, lequel a ici une puissance frigorifique supérieure à 2 Mw. L'air comprimé refroidi est épuré en gaz carbonique et en eau dans le poste d'épuration 7 pour entrer dans l'unité de séparation 1. Cette dernière fournit, dans la
20 ligne 3, de l'azote résiduaire qui est comprimé à une pression d'environ 19×10^5 Pa absolus dans le compresseur 9, réchauffé à une température d'environ 360°C dans l'échangeur 8 avant d'être introduit dans la turbine 18. L'eau chaude dans le circuit 12, pressurisée à une pression d'environ 15×10^5 Pa absolus, est portée dans l'échangeur 13
25 à une température d'environ 145°C pour céder ses calories dans le groupe frigorifique 11 d'où elle ressort à une température d'environ 120°C . L'eau froide dans le circuit 14, sortant à une température de 7°C du groupe frigorifique 11, se réchauffe dans l'échangeur 15 jusqu'à une température d'environ 12°C . Dans cet exemple, avec un groupe
30 frigorifique 11 du type eau/bromure de lithium, le gain énergétique global de l'installation est d'environ 800 KW électrique. Dans ce type d'installation selon l'invention, le gain énergétique global est de l'ordre de 3 à 5% selon les dimensionnements de l'installation.

35 Quoique la présente invention ait été décrite en relation avec des modes de réalisation particuliers, elle ne s'en trouve pas limitée mais est au contraire susceptible de modifications et de variantes qui apparaîtront à l'homme de l'art.

Les réalisations de l'invention au sujet desquelles un droit exclusif de propriété ou de privilège est revendiqué sont définies comme il suit:

1. Procédé de refroidissement d'un gaz dans une installation d'exploitation de gaz de l'air comprenant au moins une unité de séparation de gaz de l'air alimentée par de l'air comprimé, caractérisé en ce qu'il comprend les étapes de comprimer l'air d'alimentation à une pression supérieure à 4×10^5 Pa et une température supérieure à 100°C , d'utiliser l'air comprimé chaud d'alimentation comme source de chaleur d'un groupe frigorifique à absorption produisant du fluide froid, et d'effectuer un échange thermique entre le fluide froid et un gaz de l'installation pour refroidir ce dernier.
2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'air comprimé a une température comprise entre 150°C et 500°C .
3. Procédé selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que le gaz refroidi est l'air comprimé d'alimentation de l'unité de séparation.
4. Procédé selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que le gaz refroidi est l'air d'alimentation à comprimer.
5. Procédé selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que le gaz refroidi est un constituant de l'air produit par l'unité de séparation.
6. Procédé selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que l'air comprimé d'alimentation est préalablement refroidi par échange thermique avec un mélange résiduaire riche en azote produit par l'unité de séparation.

7. Installation d'exploitation de gaz de l'air pour la mise en oeuvre du procédé selon la revendication 1, comprenant au moins une unité de séparation de gaz de l'air alimentée en air comprimé par un compresseur, une ligne d'amenée d'air comprimé d'alimentation traversant au moins un poste de refroidissement, caractérisée en ce qu'elle comprend au moins un compresseur non-refroidi fournissant un air comprimé d'alimentation à une température supérieure à 100°C , et au moins un groupe frigorifique à absorption dont la source chaude est couplée thermiquement à la ligne d'air comprimé d'alimentation et dont le circuit de fluide froid est couplé thermiquement à une ligne de gaz de l'installation dans laquelle circule un gaz à refroidir.

8. Installation selon la revendication 7, caractérisée en ce que la ligne de gaz à refroidir est la ligne d'air comprimé d'alimentation.

9. Installation selon la revendication 7, caractérisée en ce que la ligne de gaz à refroidir est la ligne d'alimentation en air du compresseur.

10. Installation selon l'une des revendications 7 ou 8, caractérisée en ce que la ligne de gaz à refroidir est une ligne de production de gaz de l'air sortant de l'unité de séparation.

11. Installation selon la revendication 7, caractérisée en ce que le compresseur est le compresseur d'un groupe turbine à gaz.

12. Installation selon la revendication 11, caractérisée en ce qu'elle comprend une ligne de mélange résiduaire riche en azote provenant de l'unité de séparation et reliée à l'entrée de la turbine du groupe turbine à gaz.

2078027

13. Installation selon la revendication 11, caractérisée en ce qu'elle comprend une unité de traitement alimentée en oxygène à partir de l'unité de séparation.

14. Installation selon la revendication 13, caractérisée en ce que l'unité de traitement produit un gaz combustible alimentant la chambre de combustion du groupe turbine à gaz.

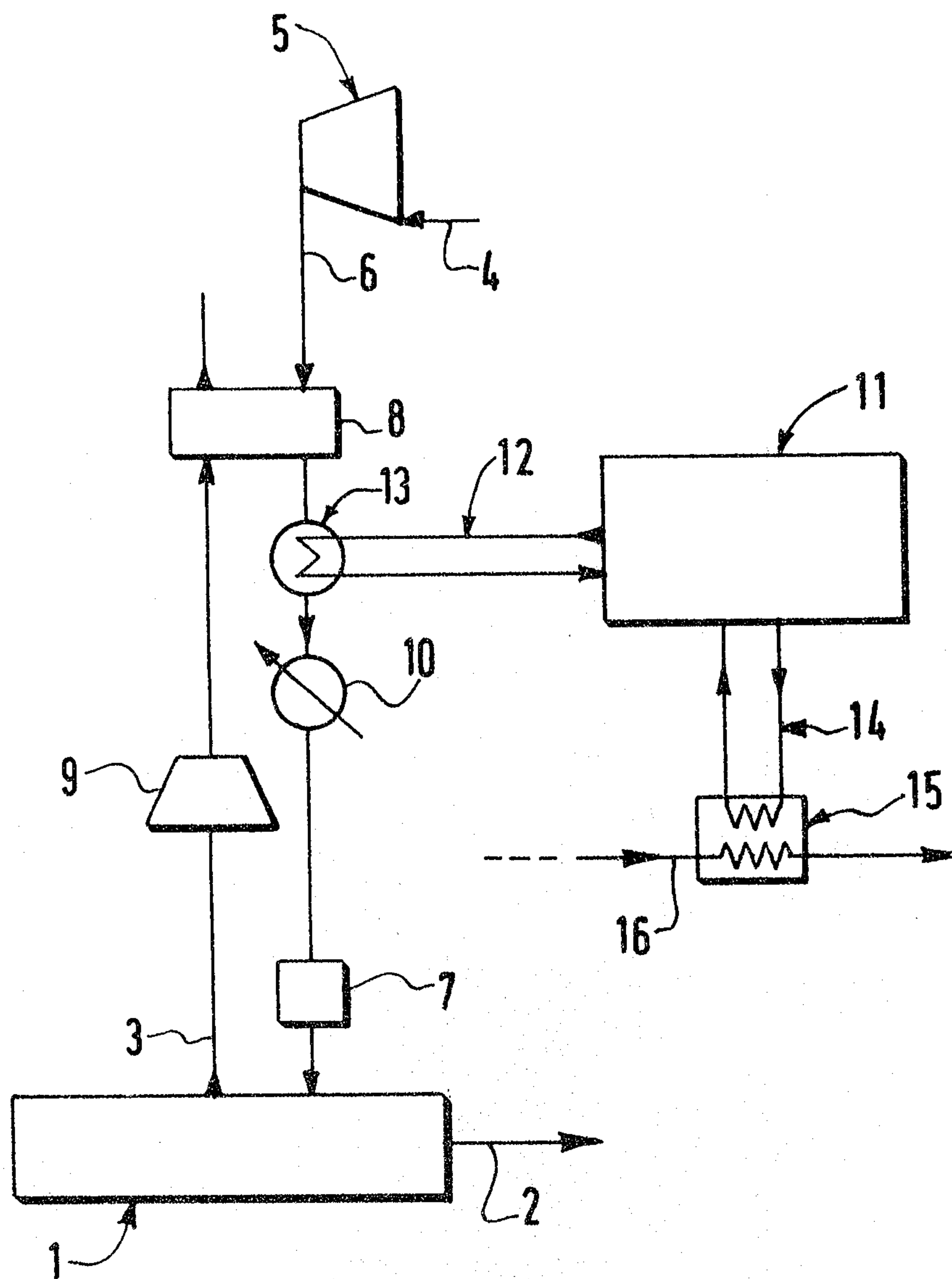


FIG. 1

AGENTS DE BREVETS

Dwight Ogilvy Renault

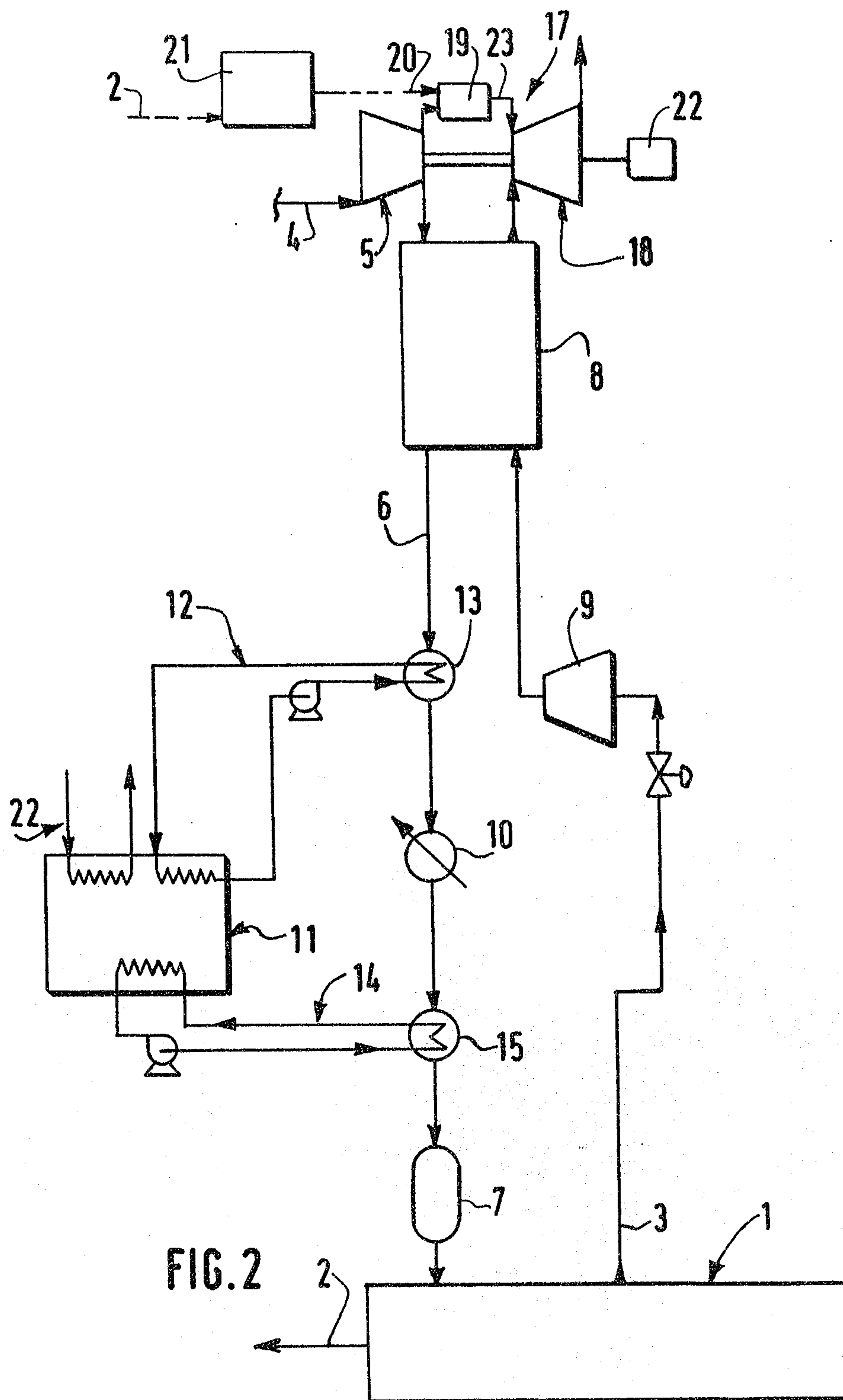


FIG. 2

AGENTS DE BREVETS

Rushey Gilroy Renault

