



(11) **EP 1 994 185 B1**

(12) **FASCICULE DE BREVET EUROPEEN**

(45) Date de publication et mention
de la délivrance du brevet:
09.12.2009 Bulletin 2009/50

(51) Int Cl.:
C21B 5/00 ^(2006.01) **F25J 3/04** ^(2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **07731629.7**

(86) Numéro de dépôt international:
PCT/FR2007/050804

(22) Date de dépôt: **15.02.2007**

(87) Numéro de publication internationale:
WO 2007/099246 (07.09.2007 Gazette 2007/36)

(54) **PROCEDE ET INSTALLATION POUR L'INTEGRATION D'UN HAUT-FOURNEAU ET D'UNE UNITE
DE SEPARATION DE GAZ DE L'AIR**

VERFAHREN UND APPARATUS ZUR INTEGRATION EINER LUFT-GAS-TRENNEINHEIT IN EINEN
HOCHOFEN

METHOD and APPARATUS OF INTEGRATING A BLAST FURNACE WITH AN AIR GAS
SEPARATION UNIT

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

(30) Priorité: **03.03.2006 FR 0650762**

(43) Date de publication de la demande:
26.11.2008 Bulletin 2008/48

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

(72) Inventeurs:
• **DEVAUX, Michel**
F-77680 Roissy-en-brie (FR)
• **DUBETTIER-GRENIER, Richard**
F-94210 La Varenne Saint Hilaire (FR)

(74) Mandataire: **De Vleeschauwer, Natalie Y.L.D.**
L'Air Liquide S.A.
Direction Propriété Intellectuelle
75, quai d'Orsay
75321 Paris Cedex 07 (FR)

(56) Documents cités:
EP-A1- 0 531 182 EP-A2- 0 888 805
FR-A- 2 857 028 FR-A1- 2 866 900
JP-A- 63 166 916 JP-A- 2001 131 616
US-A- 5 317 862

- **CAPOGROSSO L ET AL: "OPTIMISING OXYGEN
ENRICHMENT TO BLAST FURNACES USING
COAL INJECTION" STEEL TIMES
INTERNATIONAL, DMG WORLD MEDIA, LEWES,
GB, vol. 27, no. 2, février 2003 (2003-02), pages
20,22-23, XP001168585 ISSN: 0143-7798**

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).

EP 1 994 185 B1

Description

[0001] La présente invention concerne un procédé d'intégration d'au moins un haut-fourneau et d'au moins une unité de séparation des gaz de l'air, procédé dans lequel n haut-fourneaux et d'au moins une unité de séparation des gaz de l'air sont alimentés en air par au moins n+1 compresseurs avec $n \geq 1$, et de préférence > 1 .

[0002] Le haut-fourneau est l'équipement le plus répandu pour produire de la fonte essentiellement composée de fer (de 92 à 95 % en poids), de carbone (de 3 à 5 % en poids), et d'autres éléments en faible quantité tels que le silicium, le manganèse, le phosphore, le soufre etc...

[0003] Cette fonte est ensuite convertie en acier dans un convertisseur à oxygène par injection d'oxygène dans la fonte à l'état liquide permettant une oxydation notamment du carbone.

[0004] L'acier obtenu sera ensuite affiné et mis à la nuance désirée (silicium, manganèse etc...) avant d'être coulé en lingots, en brames, en blooms, ou en billettes).

[0005] Un haut-fourneau est essentiellement alimenté par du minerai de fer (en général de 1,3 à 1,6 tonnes par tonne de fonte produite) sous forme d'agglomérés ou de « pellets » (en langue anglaise) enfournés par le gueulard du haut-fourneau, du coke (entre 250 et 500 kg par tonne de fonte) également enfourné par le gueulard, du charbon pulvérisé et injecté au niveau des tuyères, avec une quantité injectée qui peut varier entre 0 et 250 kg par tonne de fonte, ou tout autre combustible tel que du gaz naturel, du fioul, du gaz de cokerie, des matières plastiques, et de l'air que l'on dénomme encore « vent » pour un débit qui peut varier de 800 à 1200 Nm³ par tonne de fonte produite enrichie ou non en oxygène, cet enrichissement pouvant varier de 0 à 15 % en volume environ, soit de 0 à 150 Nm³ d'oxygène par tonne de fonte produite.

[0006] Grâce à ce haut-fourneau, on produit principalement de la fonte, du laitier (de 200 à 400 kg par tonne de fonte produite), laitier qui peut être ensuite valorisé dans différentes applications, des gaz, contenant notamment de l'azote (40 à 60 % en volume), du monoxyde de carbone CO (de 20 à 25 % en volume), du dioxyde de carbone CO₂ (de 20 à 25% en volume) et de l'hydrogène (de 1 à 7 % en volume).

[0007] Il peut également exister divers autres éléments en teneur inférieure à 1 %.

[0008] Le gaz ou mélange de gaz issu du haut-fourneau est généralement récupéré et utilisé pour sa valeur thermique, soit en échange direct pour abaisser sa température et augmenter celle du gaz ou du fluide avec lequel il est en échange thermique, soit par combustion, par exemple CO avec de l'oxygène afin de produire des calories additionnelles.

[0009] Le vent du haut-fourneau enrichi ou non en oxygène est injecté à la base du haut-fourneau au niveau de tuyères qui sont réparties tout autour de la circonférence du haut-fourneau.

[0010] Ce vent est injecté sous une pression qui peut varier de 1 à 7x10⁵Pa., pour vaincre la perte de charge dans le haut-fourneau ainsi que la pression existant au-dessus de la charge dans le haut-fourneau.

[0011] Les débits d'air nécessaires sont très élevés, variant de 5000 Nm³/heure pour des haut-fourneaux très petits (par exemple des haut-fourneaux que l'on voit aujourd'hui en Chine notamment) jusqu'à 500000 Nm³ pour de très gros haut-fourneaux industriels.

[0012] Pour amener l'air ambiant à cette pression, on utilise des compresseurs d'air ou « soufflantes » très puissants, une soufflante (ou plusieurs) étant dédiée à un haut-fourneau.

[0013] Dans une usine produisant de la fonte et qui possède plus d'un haut-fourneaux, on dispose généralement pour n haut-fourneaux de n+1 au moins soufflantes, et quelques fois de n+2 soufflantes afin d'assurer une production continue de fonte lorsque l'une de ces soufflantes tombe éventuellement en panne (ou doit être arrêtée pour maintenance ou toute autre cause).

[0014] En effet, les soufflantes redondantes (encore appelées secondes soufflantes) par rapport au nombre de haut-fourneaux sont généralement montées à côté des autres soufflantes en fonctionnement, et sont en position d'attente, prêtes à démarrer de manière à assurer la continuité de la production de fonte, même lorsqu'on détecte une pression et/ou débit d'air sur une soufflante inférieure à une valeur pré-déterminée, en deçà de laquelle il est nécessaire de remplacer cette soufflante par l'une des soufflantes en attente.

[0015] D'une manière générale, pour l'enrichissement en oxygène du vent d'air, on prévoit sur le site de production de fonte, à proximité des haut-fourneaux, ou reliés à ceux-ci par des canalisations, une ou plusieurs unités de production d'oxygène de grande capacité, généralement des unités de séparation cryogéniques de l'air produisant un oxygène de pureté industrielle, c'est à dire généralement supérieure à 80 % vol. de préférence supérieure à 90 % vol., plus préférentiellement supérieure à 95 % vol., et quelques fois de pureté supérieure à 99 % vol, comme divulgué par FR 2 857 028.

[0016] L'augmentation des besoins en oxygène d'un site de production de fonte peut intervenir, soit dans le cas de l'augmentation de la production de fonte dans les haut-fourneaux existants, soit par ajout d'un ou plusieurs nouveaux haut-fourneaux sur le site, soit par augmentation de la consommation spécifique d'oxygène dans chaque haut fourneau par suite, par exemple, de l'ajout de plus de combustible tel que le charbon, le gaz naturel, le fioul, le gaz de cokerie, les matières plastiques, etc... (Cet ajout se fait généralement au niveau des tuyères). Cette augmentation peut résulter de l'utilisation d'oxygène pour un autre objectif technique, tel que par exemple l'enrichissement d'air dédié au préchauffage des cowpers.

[0017] Dans ce cas, l'augmentation des besoins en oxygène peut conduire à la construction d'une nouvelle unité de production d'oxygène, que ce soit une unité de

séparation cryogénique de l'air, ou par des procédés dits de VPSA.

[0018] Lorsqu'il est nécessaire de faire un tel investissement d'une nouvelle unité de séparation des gaz de l'air, compte tenu du coût élevé d'une telle unité, il peut s'avérer nécessaire ou préférable d'utiliser des éléments existants déjà sur le site.

[0019] Le procédé selon l'invention permet de répondre à ce problème ainsi posé.

[0020] Il est **caractérisé en ce que**, chaque haut fourneau étant alimenté par au moins un compresseur parmi les n+1 au moins compresseurs disponibles, au moins un des compresseurs qui n'alimentent pas un haut fourneau (ci-après appelé second compresseur) est utilisé pour alimenter l'unité de séparation des gaz de l'air tandis que, dès que l'un des compresseurs (ci-après appelé premier compresseur) alimentant un haut-fourneau produit un débit d'air inférieur à un débit prédéterminé $D_{\min}$, ledit premier compresseur est déconnecté dudit haut-fourneau, et le second compresseur est connecté au dit haut-fourneau et de préférence déconnecté de l'unité de séparation des gaz de l'air.

[0021] Le débit $D_{\min}$ correspond typiquement au débit minimum requis pour que le haut-fourneau auquel il est relié fonctionne correctement.

[0022] De cette manière, on utilise une des soufflantes ou compresseurs disponibles (second compresseur), lorsque les autres soufflantes (premiers compresseurs) sont en état de marche normale et alimentent normalement leur haut-fourneau respectif, pour alimenter en air comprimé l'unité de séparation des gaz de l'air (avec généralement un petit compresseur supplémentaire de manière à augmenter la pression de l'air fourni à l'unité de séparation de gaz de l'air jusqu'à une valeur d'au moins 5×10^5 kPa environ et/ou pour compléter le volume d'air fourni à l'unité de séparation) et, lorsqu'un problème est détecté au niveau de l'un des premiers compresseurs alimentant le haut-fourneau, on arrête le premier compresseur ayant un problème et on le remplace par le compresseur chargé entre-temps d'alimenter en air comprimé l'unité de séparation des gaz de l'air, cette unité étant, pendant ce temps là, mise en période d'attente, jusqu'à ce qu'un (autre) second compresseur devienne disponible (après réparation du premier compresseur) pour alimenter en air comprimé l'unité de séparation des gaz de l'air. De préférence, un compresseur complémentaire, dédié à l'unité de séparation des gaz de l'air est prévu de manière à fournir une partie au moins de l'air comprimé nécessaire à cette unité et/ou la surpression nécessaire.

[0023] Dans le présent contexte, un compresseur est dit « connecté » ou « relié » à un haut-fourneau ou à une unité de séparation des gaz de l'air quand ledit compresseur alimente le haut-fourneau, respectivement l'unité de séparation des gaz de l'air en air comprimé. De manière analogue, un compresseur est dit « déconnecté » d'un haut-fourneau ou d'une unité de séparation des gaz de l'air quand il n'alimente pas le haut-fourneau, respec-

tivement l'unité de séparation des gaz de l'air en air comprimé.

[0024] Selon le débit d'air nécessaire pour le haut-fourneau et une unité de séparation des gaz de l'air, et le débit maximum que peut fournir la soufflante (second compresseur) disponible, il sera possible, dans certaines circonstances, de continuer à faire fonctionner l'unité de séparation des gaz de l'air pendant la période d'attente, avec un débit réduit d'air comprimé, (diminué du débit nécessaire au haut-fourneau auquel cette soufflante est maintenant raccordée).

[0025] Différentes variantes de l'invention sont possibles :

une ou plusieurs soufflantes présentes sur le site et prévue(s) pour la compression de l'air ou vent envoyé au haut-fourneau, notamment les soufflantes en attente, peuvent être utilisées pour comprimer au moins une partie de l'air nécessaire à la fabrication de l'oxygène par une ou des unités de séparation des gaz d'air.

[0026] Les caractéristiques de l'une ou des soufflantes initialement prévues pour travailler dans des plages de fonctionnement adaptées aux besoins propres de pression et de débit pour le haut-fourneau pourront être adaptées aux besoins propres de pression et de débit pour l'unité de production d'oxygène.

[0027] L'air comprimé à une pression dans tous les cas supérieure à 2 bars absolus, produit par l'une des soufflantes initialement dédiée à un haut-fourneau, pourra être envoyé à l'unité de production d'oxygène ou au haut-fourneau.

[0028] En marche « normale », c'est à dire lorsque toutes les soufflantes sont en état de marche, l'air de la soufflante en attente (second compresseur) sera intégralement ou en partie seulement, envoyé à l'entrée de l'unité de séparation des gaz de l'air.

[0029] Par contre, en cas d'urgence, c'est à dire lorsqu'un nombre insuffisant de soufflantes sera en état de marche normale pour assurer l'injection du vent dans les haut-fourneaux, l'air de cette soufflante additionnelle pourra être alors envoyé de nouveau au haut-fourneau, la marche de l'unité de production d'oxygène étant stoppée ou adaptée à une marche dégradée, compatible avec la marche souhaitée des haut-fourneaux.

[0030] On pourra prévoir un système de canalisations permettant d'envoyer l'air comprimé sur l'une ou l'autre des destinations (haut-fourneau ou unité de séparation des gaz de l'air).

[0031] De préférence, on utilisera un système de régulation pour optimiser l'adaptation, tandis que la plage de fonctionnement de la ou des soufflantes initialement en position d'attente sera étudié pour permettre une souplesse d'adaptation aux différentes situations possibles.

[0032] La marche de l'unité de séparation des gaz de l'air et produisant de l'oxygène pourra être totalement arrêtée si le besoin de production de fonte par les haut-

fourneaux le requiert et est choisi par l'opérateur comme étant prioritaire.

[0033] De préférence, l'unité de séparation des gaz de l'air produit de l'oxygène à une pureté supérieure à 90 % vol. (dit encore oxygène impur) et préférentiellement à une pureté supérieure à 95 % en volume d'oxygène.

[0034] De préférence également, on prévoira un compresseur complémentaire dédié à l'unité de séparation des gaz de l'air afin de fournir une partie de l'air nécessaire à l'unité de séparation des gaz de l'air (si une forte quantité d'air est nécessaire, trop importante pour la capacité d'une soufflante). En outre, ce compresseur complémentaire pourra être utilisé pour faire fonctionner l'unité de séparation lorsque la soufflante (second compresseur) sera récupérée par un haut-fourneau. Ce compresseur complémentaire pourra être également utilisé comme soufflante de remplacement en cas de deux pannes simultanées, auquel cas l'unité de séparation sera arrêtée).

[0035] L'oxygène produit par l'unité de séparation des gaz de l'air pourra être destiné en partie aux haut-fourneaux ou en partie à d'autres installations généralement présentes sur le site comme les convertisseurs. Ainsi, une partie de l'oxygène produit par l'unité de séparation des gaz de l'air est utilisée dans au moins un des convertisseurs présents sur le site d'intégration.

[0036] Selon une variante, l'unité de séparation des gaz de l'air présente deux modes de fonctionnement, un mode d'opération dit régulier et un mode d'opération dit dégradé.

[0037] Typiquement, l'unité de séparation des gaz de l'air fonctionne en mode d'opération régulier quand elle est alimentée en air par le second compresseur, et en mode d'opération dégradé quand le second compresseur est connecté à un haut-fourneau, c'est à dire pendant la période d'attente de l'unité de séparation des gaz de l'air.

[0038] Selon une première forme de réalisation, l'unité de séparation des gaz de l'air produit de l'oxygène de pureté supérieure à 90 % vol. en mode d'opération régulier et de pureté inférieure ou égale à 90 % en mode d'opération dégradée. Selon une autre forme de mise en oeuvre, l'unité de séparation des gaz de l'air produit de l'oxygène de pureté supérieure à 95 % vol. en mode d'opération régulier et inférieure ou égale à 95 % en mode d'opération dégradée. L'unité de séparation des gaz de l'air peut également générer un premier débit d'oxygène en mode d'opération régulier et un deuxième débit d'oxygène inférieur au premier débit en mode d'opération dégradé.

[0039] Ainsi, l'unité de séparation des gaz de l'air peut fournir de l'oxygène et en particulier alimenter en oxygène les canalisations d'air comprimé reliées au haut-fourneau, même pendant la période d'attente.

[0040] Selon une autre variante, l'unité de séparation comporte des canalisations (18, 19) et des vannes (7, 8, 13) permettant de relier le second compresseur (16) soit à l'une au moins des canalisations (5, 6) d'alimentation

en air des haut-fourneaux, soit à l'unité de séparation des gaz dans l'air (20), soit au deux.

[0041] L'invention sera mieux comprise à l'aide de l'exemple de réalisation suivant décrit sur la figure unique qui représente un exemple de réalisation de l'invention à l'aide de deux haut-fourneaux, une unité de séparation des gaz de l'air et trois compresseurs.

[0042] Les haut-fourneaux respectivement 1 et 2 sont reliés respectivement aux compresseurs 3 et 4 par l'intermédiaire des lignes d'alimentation en air comprimé 5 et 6.

[0043] Sur la ligne 5, on retrouve un capteur de débit 9 mesurant le débit minimum sur la ligne 5 et un capteur de débit 10 régulant le débit de l'air comprimé du compresseur 3.

[0044] On retrouve la même fonction avec les détecteurs 11 de débit minimum sur la ligne 6 et 12 de régulation du compresseur 4.

[0045] Les compresseurs 3 et 4 sont les soufflantes normalement utilisées pour alimenter respectivement leurs haut-fourneaux.

[0046] Sur le site, on dispose d'un compresseur ou soufflante supplémentaire destiné à venir palier les défaillances des compresseurs 3 ou 4.

[0047] Ce compresseur supplémentaire 16 est relié par la ligne alimentation 19 et la vanne 13 à l'unité de séparation des gaz de l'air 20, d'une part, et par la ligne 18 aux vannes 7 et 8, elles-mêmes reliées respectivement aux lignes d'alimentation 5 et 6.

[0048] Sur la ligne d'alimentation 19, on retrouve un capteur de débit 17 chargé de réguler le débit d'air envoyé à l'unité de séparation des gaz de l'air 20 par le compresseur 16 lorsque celui-ci est en fonctionnement.

[0049] L'unité de séparation des gaz de l'air 20 est reliée respectivement par les lignes d'alimentation 21 et 22 aux vannes 14 et 15 qui alimentent respectivement les lignes 6 et 5.

[0050] Le fonctionnement de ce système est le suivant : en fonctionnement normal, c'est à dire lorsque les compresseurs 3 et 4 fonctionnent normalement, c'est à dire que le débit de l'air envoyé respectivement aux haut-fourneaux 1 et 2 est supérieur au minimum requis pour le fonctionnement normal de ces haut-fourneaux, et mesuré respectivement par les détecteurs 9 et 11, les vannes 14 et 15 sont en position ouverte ainsi que la vanne 13.

[0051] Dans ce cas, le compresseur de remplacement 16 alimente par l'intermédiaire de la vanne 13 en position ouverte, l'unité de séparation des gaz de l'air qui elle-même débite son oxygène à travers les vannes respectivement 14 et 15 aux lignes d'alimentation de vent des haut-fourneaux 6 et 5 de manière à enrichir ce vent de la quantité d'oxygène souhaitée.

[0052] Lorsque, par contre, l'un et/ou l'autre des deux détecteurs 9 ou 11 détectent une anomalie de débit dans les lignes 5 ou 6, la vanne 13 qui était ouverte est alors fermée ou partiellement fermée dans la ligne 19, les détecteurs 9 et/ou 11 commandant simultanément l'ouver-

ture des vannes 7 et/ou 8 (normalement fermées pendant la période de fonctionnement « normal ») de manière à pouvoir alimenter en air comprimé les lignes 5 et/ou 6 à travers ces vannes 7 et 8.

[0053] Selon le choix fait par l'opérateur ou permis par l'installation, les vannes 14 et 15 seront soit complètement fermées (mode préférentiel), soit partiellement fermées si l'unité de séparation des gaz de l'air 20 peut continuer à fonctionner en mode dégradé.

Revendications

1. - Procédé d'intégration de $n \geq 1$ haut-fourneaux et d'au moins une unité de séparation des gaz de l'air dans lequel les n haut-fourneaux et l'unité de séparation de gaz de l'air produisant de l'oxygène sont alimentés en air par au moins $n+1$ compresseurs, chaque haut-fourneau étant alimenté par au moins un compresseur parmi les au moins $n+1$ compresseurs disponibles, au moins un des compresseurs n'alimentant pas un haut-fourneau (« second compresseur ») et étant utilisé pour alimenter l'unité de séparation des gaz de l'air, **caractérisé en ce que** dès que l'un des compresseurs (« premier compresseur ») alimentant un haut-fourneau produit un débit inférieur à un débit D_{min} prédéterminé, ledit premier compresseur est déconnecté dudit haut-fourneau et le second compresseur est connecté audit haut-fourneau et de préférence déconnecté de l'unité de séparation des gaz de l'air. 15
2. - Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce qu'un** compresseur complémentaire fournie de l'air comprimé et/ou de la surpression à l'unité de séparation de gaz de l'air. 20
3. - Procédé selon l'une des revendications 1 et 2, **caractérisé en ce que** les haut-fourneaux sont alimentés en oxygène par l'unité de séparation des gaz de l'air. 25
4. - Procédé selon l'une des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce qu'une** partie au moins de l'oxygène produit par l'unité de séparation des gaz de l'air est utilisé dans au moins un convertisseur. 30
5. - Procédé selon l'une des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce que** l'unité de séparation des gaz de l'air produit de l'oxygène de pureté supérieure à 90 % vol., de préférence supérieure à 95 % vol. d'oxygène. 35
6. - Procédé selon l'une des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce que** l'unité de séparation des gaz de l'air présente deux modes d'opération, un mode d'opération régulier produisant de l'oxygène de pureté supérieure à 90 % vol. et un mode d'opération 40

dégradé produisant de l'oxygène de pureté inférieure ou égale à 90 % vol.

7. - Procédé selon l'une des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce que** l'unité de séparation des gaz de l'air présente deux modes d'opération, un mode d'opération régulier produisant de l'oxygène de pureté supérieure à 95 % vol. et un mode d'opération dégradé produisant de l'oxygène de pureté inférieure ou égale à 95 % vol. 45
8. - Procédé selon l'une des revendications 1 à 7, **caractérisé en ce que** l'unité de séparation des gaz de l'air présente deux modes d'opération, un mode d'opération régulier produisant un premier débit d'oxygène et un mode d'opération dégradé produisant un débit d'oxygène inférieur au premier débit d'oxygène. 50
9. - Installation de mise en oeuvre du procédé selon l'une des revendications 1 à 8, **caractérisé en ce qu'elle** comporte $n \geq 1$ haut-fourneaux (1,2), une unité de séparation des gaz de l'air (20) et au moins $n+1$ compresseurs (3, 4, 16), chaque haut-fourneau étant relié à au moins un compresseur par des canalisations d'alimentation en air (5, 6), **caractérisée en ce que** l'installation comporte des canalisations (18, 19) permettant de relier un des compresseurs, dit second compresseur (16), soit à la canalisation d'alimentation en air (5, 6) d'un au moins des hauts-fourneaux (1,2), soit à l'unité de séparation des gaz de l'air (20), soit aux deux. 55

Claims

1. Method of integrating $n (\geq 1)$ blast furnaces with at least one air gas separation unit, in which the n blast furnaces and the air gas separation unit producing oxygen are fed with air by at least $n+1$ compressors, since each blast furnace is fed by at least one compressor from the at least $n+1$ compressors available, at least one of the compressors that are not feeding a blast furnace ("second compressor") is used to feed the air gas separation unit, **characterized in that** as soon as one of the compressors ("first compressor") feeding a blast furnace produces air at a flow rate below a predetermined flow rate D_{min} , said first compressor is disconnected from said blast furnace and the second compressor is connected to said blast furnace and preferably disconnected from the air gas separation unit. 60
2. Method according to Claim 1, **characterized in that** a supplementary compressor delivers compressed air and/or the overpressure to the air gas separation unit. 65

3. Method according to either of Claims 1 and 2, **characterized in that** the blast furnaces are fed with oxygen by the air gas separation unit.
4. Method according to one of Claims 1 to 3, **characterized in that** at least some of the oxygen produced by the air gas separation unit is used in at least one converter. 5
5. Method according to one of Claims 1 to 4, **characterized in that** the air gas separation unit produces oxygen with an oxygen purity of greater than 90 vol%, preferably greater than 95 vol%. 10
6. Method according to one of Claims 1 to 4, **characterized in that** the air gas separation unit has two operating modes, namely a regular operating mode producing oxygen with a purity of greater than 90 vol% and a degraded operating mode producing oxygen with a purity of 90 vol% or less. 15
7. Method according to one of Claims 1 to 4, **characterized in that** the air gas separation unit has two operating modes, namely a regular operating mode producing oxygen with a purity of greater than 95 vol% and a degraded operating mode producing oxygen with a purity of 95 vol% or less. 25
8. Method according to one of Claims 1 to 7, **characterized in that** the air gas separation unit has two operating modes, namely a regular operating mode producing a first oxygen flow and a degraded operating mode producing an oxygen flow smaller than the first oxygen flow. 30
9. Installation for implementing the method according to one of Claims 1 to 8, **characterized in that** it comprises n (≥ 1) blast furnaces (1, 2), an air gas separation unit (20) and at least $n+1$ compressors (3, 4, 16), each blast furnace being connected to at least one compressor via air feed lines (5, 6), **characterized in that** the installation includes lines (18, 19) for connecting one of the compressors, called second compressor (16), either to the air feed line (5, 6) for at least one of the blast furnaces (1, 2) or to the air gas separation unit (20), or to both. 35 40 45

Patentansprüche

1. Verfahren zur Integration von $n \geq 1$ Hochöfen und mindestens einer Luft-Gas-Trenneinheit, bei dem die n Hochöfen und die Luft-Gas-Trenneinheit, die Sauerstoff erzeugen, mit Luft von mindestens $n + 1$ Kompressoren versorgt werden, wobei jeder Hochofen von mindestens einem Kompressor der mindestens $n + 1$ verfügbaren Kompressoren versorgt wird, wobei mindestens einer der Kompressoren kei-

nen Hochofen versorgt ("zweiter Kompressor") und verwendet wird, um die Luft-Gas-Trenneinheit zu versorgen, **dadurch gekennzeichnet, dass**, sobald einer der Kompressoren ("erster Kompressor"), der einen Hochofen versorgt, einen Durchfluss erzeugt, der niedriger ist als ein vorbestimmter Durchfluss D_{min} , der erste Kompressor von dem Hochofen abgesteckt und der zweite Kompressor an den Hochofen angeschlossen wird und vorzugsweise von der Luft-Gas-Trenneinheit abgesteckt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der ergänzende Kompressor Druckluft und/oder Überdruck an die Luft-Gas-Trenneinheit liefert.
3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 und 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Hochöfen von der Luft-Gas-Trenneinheit mit Sauerstoff versorgt werden.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens ein Teil des von der Luft-Gas-Trenneinheit erzeugten Sauerstoffs in mindestens einem Konverter verwendet wird.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Luft-Gas-Trenneinheit Sauerstoff mit einer Reinheit über 90 Vol.-%, vorzugsweise über 95 Vol.-% Sauerstoff erzeugt.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Luft-Gas-Trenneinheit zwei Betriebsarten aufweist, eine normale Betriebsart, die Sauerstoff mit einer Reinheit über 90 Vol.-% erzeugt, und eine Schadbetriebsart, die Sauerstoff mit einer Reinheit kleiner oder gleich 90 Vol.-% erzeugt.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Luft-Gas-Trenneinheit zwei Betriebsarten aufweist, eine normale Betriebsart, die Sauerstoff mit einer Reinheit über 95 Vol.-% erzeugt, und eine Schadbetriebsart, die Sauerstoff mit einer Reinheit kleiner oder gleich 95 Vol.-% erzeugt.
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Luft-Gas-Trenneinheit zwei Betriebsarten aufweist, eine normale Betriebsart, die einen ersten Sauerstoffdurchfluss erzeugt, und eine Schadbetriebsart, die einen Sauerstoffdurchfluss erzeugt, der geringer ist als der erste Sauerstoffdurchfluss.
9. Anlage zum Umsetzen des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet,**

dass sie $n \geq 1$ Hochöfen (1, 2), eine Luft-Gas-Trenneinheit (20) und mindestens $n + 1$, Kompressoren (3, 4, 16) aufweist, wobei jeder Hochofen mit mindestens einem Kompressor durch Luftversorgungs-kanalisationen (5, 6) verbunden ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Anlage Kanalisationen (18, 19) aufweist, die es erlauben, einen der Kompressoren, zweiter Kompressor (16) genannt, entweder mit der Luftversorgungs-kanalisation (5, 6) mindestens eines der Hochöfen (1, 2) oder mit der Luft-Gas-Trenneinheit (20) oder mit beiden zu verbinden.

15

20

25

30

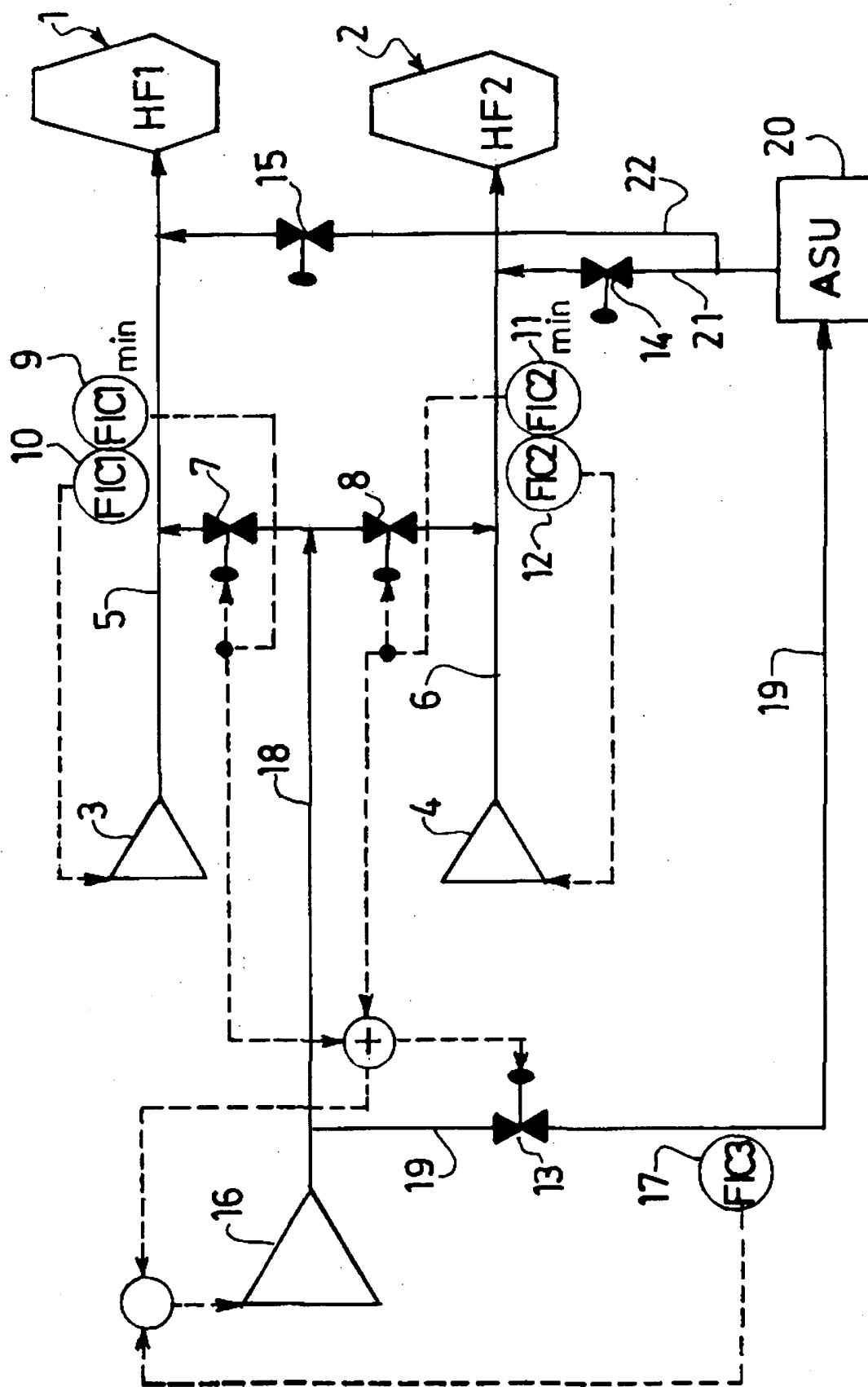
35

40

45

50

55



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

- FR 2857028 [0015]