



(12) FASCICULE DE BREVET

- (11) N° de publication : **MA 33510 B1** (51) Cl. internationale : **F25J 3/02; F25J 3/06; B01D 53/00**
- (43) Date de publication : **01.08.2012**

-
- (21) N° Dépôt : **34607**
- (22) Date de Dépôt : **07.02.2012**
- (30) Données de Priorité : **13.07.2009 EP 09165304.8**
- (86) Données relatives à l'entrée en phase nationale selon le PCT : **PCT/EP2010/059971 12.07.2010**
- (71) Demandeur(s) : **ALSTOM TECHNOLOGY LTD, Brown Boveri Strasse 7 CH-Baden 5400 (CH)**
- (72) Inventeur(s) : **GRANIER, Francois**
- (74) Mandataire : **SABA & CO**

(54) Titre : **SYSTÈME DE TRAITEMENT DE GAZ**

- (57) Abrégé : Une centrale électrique pour la production d'énergie électrique ayant un système (1) destiné à traiter les gaz issus d'une combustion de combustibles fossiles comprend, selon l'invention, un compresseur adiabatique (5) pour une première compression basse pression des gaz de combustion, un second système de compression de gaz de combustion basse pression et à étages multiples (14), et un système de compression de CO2 haute pression (15), le système de compression de gaz de combustion basse pression et les systèmes de compression de CO2 haute pression étant tous les deux combinés dans une seule machine (C2) et disposés sur un arbre commun (16) entraîné par une roue menante commune (17). Un échangeur de chaleur (8) facilite l'amélioration de la récupération de chaleur obtenue par le refroidissement des gaz de combustion ayant subi une compression adiabatique. L'invention permet d'améliorer le facteur de puissance total d'une centrale électrique intégrée avec ce système de traitement et de réduire les coûts d'investissement.

ABREGE

Une centrale électrique pour la production d'énergie électrique ayant un système (1) destiné à traiter les gaz issus d'une combustion de combustibles fossiles comprend, selon l'invention, un compresseur adiabatique (5) pour une première compression basse pression des gaz de combustion, un second système de compression de gaz de combustion basse pression et à étages multiples (14), et un système de compression de CO₂ haute pression (15), le système de compression de gaz de combustion basse pression et les systèmes de compression de CO₂ haute pression étant tous les deux combinés dans une seule machine (C2) et disposés sur un arbre commun (16) entraîné par une roue menante commune (17). Un échangeur de chaleur (8) facilite l'amélioration de la récupération de chaleur obtenue par le refroidissement des gaz de combustion ayant subi une compression adiabatique. L'invention permet d'améliorer le facteur de puissance total d'une centrale électrique intégrée avec ce système de traitement et de réduire les coûts d'investissement.

(TREIZE PAGES)

ALSTOM TECHNOLOGY LTD.
P. P. SABA & CO., Casablanca

Système de traitement de gaz

01 AOUT 2012

33510

Domaine technique

La présente invention concerne des systèmes de traitement des gaz issus des centrales électriques alimentées aux combustibles fossiles destinées à la production de l'énergie électrique. En particulier, elle concerne un système de traitement des gaz servant à purifier de tels gaz afin de faciliter le transport et le stockage du dioxyde de carbone.

Technique antérieure

Dans le but de réduire l'émission du dioxyde de carbone (CO₂), un gaz à effet de serre, dans l'atmosphère, les gaz combustibles issus des centrales à combustibles fossiles destinées à la production de l'énergie électrique sont typiquement équipés des soi-disant systèmes de capture du CO₂. Les gaz CO₂ contenus dans les gaz de combustion sont d'abord séparés, puis comprimés, séchés et refroidis puis conditionnés pour un stockage permanent ou un autre emploi comme la récupération assistée du pétrole. Pour un transport, un stockage ou un autre emploi sans danger, le CO₂ doit avoir certaines qualités. Par exemple, pour la récupération assistée du pétrole, le gaz doit avoir une concentration en CO₂ d'au moins 95%, une température inférieure à 50°C et une pression de 13.8 Mpa. Les gaz de combustion issus des centrales électriques alimentées aux combustibles fossiles comprennent non seulement le CO₂ mais aussi un nombre d'autres contaminants comme la vapeur d'eau, l'oxygène, l'azote, l'argon, ainsi que le SO₃, SO₂, NO, NO₂, qui doivent être éliminés afin de respecter les règlements et les exigences en matière d'environnement relatives au transport et au stockage du CO₂. Tous ces contaminants et le CO₂ en soi peuvent exister en diverses concentrations en fonction du type de combustible fossile, des paramètres de combustion et de la conception de la chambre de combustion. Le pourcentage de CO₂ contenu dans les gaz de combustion varie de 4% dans le cas de la combustion de gaz d'une turbine à gaz jusqu'à 60% -90% dans le cas d'une chaudière à charbon avec une unité de séparation de l'air fournissant au procédé de combustion une quantité additionnelle d'oxygène. L'élimination des contaminants des gaz de combustion n'est pas contrainte par les barrières techniques mais plutôt par les coûts additionnels, les besoins en énergie et la réduction ultérieure de l'efficacité générale de la centrale électrique.

Minish M. Shah, "Oxyfuel combustion for CO₂ capture from pulverized coal boilers", GHGT-7, Vancouver, 2004, révèle un exemple d'un système de manipulation des gaz de combustion en provenance d'une chaudière à combustibles fossiles. Le système comprend une conduite de recyclage pour une partie des gaz de combustion qu'il faut retourner à la chaudière à charbon avec l'oxygène en provenance d'une unité de séparation de l'air. Le gaz de combustion est passé à travers un filtre, tel un filtre en tissu ou un dépoussiéreur électrostatique, pour en éliminer les cendres et la poussière puis à travers une unité de désulfuration des gaz de combustion pour l'élimination du SO_x et finalement à travers une unité de traitement des gaz pour la purification et la compression du CO₂. Cette unité

comprend un système pour l'élimination des gaz non condensables tels O₂, N₂ et Ar, un système de dessiccation pour l'élimination de la vapeur d'eau, et une série de systèmes de compression et de refroidissement. Ceux-ci comprennent un premier système de compression basse pression des gaz de combustion non purifiés et un système de compression haute pression du CO₂ purifié, chacun étant doté de refroidisseurs intégrés.

Pour la compression, de tels systèmes comprennent par exemple deux compresseurs centrifuges à étages multiples, un compresseur basse pression et un compresseur haute pression ainsi que des appareils pour la dessiccation et l'élimination cryogénique des gaz inertes se trouvant entre les compresseurs basse pression et haute pression. Les compresseurs centrifuges à étages multiples sont munis de refroidisseurs intermédiaires après chaque étage de compression afin de réduire la consommation énergétique à la compression. Le compresseur centrifuge à étages multiples comprend typiquement 4 à 6 étages de compression. Vu le grand nombre d'étages de compression, les compresseurs basse pression et haute pression sont chacun placés sur des arbres séparés avec une roue d'entraînement séparée. La chaleur résultant des refroidisseurs intermédiaires est une chaleur de faible intensité de 70-80°C, qui est typiquement non récupérée mais plutôt dissipée dans le système d'eau de refroidissement de la centrale électrique. Le système cryogénique destiné à l'élimination des gaz inertes produit un courant de gaz inerte sous pression, qui est typiquement dilaté dans une turbine adéquate, entraînant à son tour un générateur ou fournissant une partie de la puissance mécanique nécessaire pour entraîner un compresseur.

Par ailleurs, Bin Xu, R.A. Stobbs, Vince White, R.A. Wall, "Future CO₂ Capture Technology for the Canadian Market", Department for Business Enterprises & Regulatory reform, Report No. COAL R309, BERR//Pub, URN 07/1251, mars 2007, révèlent aux pages 124-129 un système de traitement des gaz de combustion comprenant la dessiccation, la compression, le refroidissement et le traitement cryogénique. Les compresseurs utilisés sont des compresseurs adiabatiques, réalisant des améliorations en termes de la consommation énergétique et des besoins en énergie.

Le US 6,301,927 révèle un procédé de séparation du CO₂ d'un gaz d'alimentation au moyen d'une auto-réfrigération, où le gaz d'alimentation est d'abord comprimé et dilaté dans une turbine. Le CO₂ contenu dans le gaz d'alimentation est ensuite liquéfié et séparé de ses composants gazeux dans un séparateur vapeur-liquide.

Le US 4,977,745 révèle un procédé de récupération du CO₂ de faible pureté à partir du gaz de combustion, qui consiste à comprimer le gaz de combustion et à le diriger à travers un lavage d'eau et un sécheur et finalement vers une unité de séparation du CO₂.

Le US 7,416,716 révèle un procédé et un appareil de purification du dioxyde de carbone, en particulier pour l'élimination du SO₂ et du NO_x du gaz de combustion CO₂ résultant d'un procédé de combustion à charbon. A cette fin, le gaz de combustion ou le gaz CO₂ brut est comprimé jusqu'à une pression élevée au moyen

d'un ensemble de compresseurs munis de refroidisseurs intermédiaires servant à refroidir le gaz comprimé, où la compression est en partie effectuée adiabatiquement. Le gaz comprimé contenant la vapeur d'eau, O₂, SO_x et NO_x est passé ensuite dans un dispositif de contact gaz/liquide pour laver le CO₂ gazeux avec de l'eau pour l'élimination du SO_x et du NO_x.

Résumé de l'invention

Compte tenu de la technique antérieure décrite, un objectif de l'invention concerne une centrale électrique à combustibles fossiles destinée à la production de l'énergie électrique, ayant un système amélioré de traitement des gaz de combustion qui sert à traiter les gaz de combustion issus de la combustion des combustibles fossiles de la centrale électrique.

Conformément à l'invention, une centrale électrique à combustibles fossiles comporte un système de traitement des gaz de combustion postcombustion, où le système comporte

- un premier compresseur de gaz de combustion basse pression, où le premier compresseur de gaz de combustion basse pression est un compresseur adiabatique, axial, sans refroidissement intermédiaire,
- un ou plusieurs échangeurs thermiques placés en aval du premier compresseur de gaz de combustion basse pression et configurés et arrangés pour transférer la chaleur à partir du gaz de combustion comprimé vers la centrale électrique ou un système raccordé à la centrale électrique,
- un second compresseur de gaz de combustion basse pression placé en aval de l'échangeur ou des échangeurs thermiques et ayant un ou plusieurs étages et un ou plusieurs refroidisseurs,
- une unité de purification cryogénique des gaz de combustion moyennant l'élimination des gaz inertes du gaz de combustion, placée en aval du second compresseur de gaz de combustion basse pression, et
- un système de compression du CO₂ haute pression placé en aval de l'unité de purification cryogénique et configuré et arrangé pour comprimer un courant de CO₂ en provenance de l'unité de purification cryogénique, le système de compression du CO₂ haute pression comprenant plusieurs étages et un ou plusieurs refroidisseurs,
- où le second compresseur de gaz de combustion basse pression et le système de compression du CO₂ haute pression sont tous les deux combinés dans une seule machine et sont placés sur un arbre commun qui est entraîné par une roue d'entraînement commune.

La centrale électrique dotée du système de traitement de gaz de combustion postcombustion conformément à l'invention permet, grâce à l'intégration d'un compresseur adiabatique, de réduire la consommation énergétique totale nécessaire à la compression des gaz de combustion. Par ailleurs, le compresseur adiabatique exempt de refroidisseurs intermédiaires permet de récupérer la chaleur du gaz de combustion et de l'exploiter dans la centrale électrique ou dans un système raccordé

à la centrale électrique comme un consommateur industriel ou un autre consommateur nécessitant de la chaleur. Pour cette raison, la chaleur requise, par exemple pour préchauffer l'eau d'alimentation, qui serait autrement extraite de la centrale électrique, est dorénavant tirée des gaz de combustion comprimés. Par conséquent, le système conformément à l'invention permet d'améliorer l'efficacité générale de la centrale intégrée avec le système de traitement des gaz de combustion, toutefois sans augmenter le nombre de compresseurs.

Par ailleurs, un système de traitement des gaz de combustion conformément à l'invention permet de réduire les coûts d'investissement initiaux du système. Le système comprend au total uniquement deux compresseurs avec deux roues d'entraînement et deux arbres, c'est-à-dire le compresseur adiabatique des gaz de combustion d'une part et la combinaison du second compresseur de gaz de combustion basse pression et du compresseur du CO₂ haute pression à étages multiples d'autre part. En dépit de l'ajout d'un compresseur adiabatique, le nombre total de machines du système est toujours le même. Finalement, la combinaison du second compresseur de gaz de combustion basse pression et du compresseur du CO₂ haute pression dans une seule machine occasionne non seulement une réduction des coûts d'investissement mais aussi une optimisation de l'espace dans la construction de la centrale.

Dans un mode de réalisation particulier de l'invention, la combinaison du second système de compression des gaz de combustion basse pression et du système de compression du CO₂ haute pression dans une machine placée sur un arbre comprend deux étages de compression basse pression et quatre à six étages de compression haute pression.

Dans un autre mode de réalisation particulier de l'invention, le système de traitement des gaz de combustion comprend une unité de dessiccation placée en aval du second compresseur de gaz de combustion basse pression. Ceci offre de meilleures possibilités dans la manipulation et l'emploi du CO₂ résultant.

Dans un autre mode de réalisation particulier de l'invention, le système de traitement des gaz de combustion comprend un ou plusieurs échangeurs thermiques servant à refroidir le gaz de combustion en aval du compresseur adiabatique, où l'échangeur ou les échangeurs thermiques sont configurés pour effectuer un échange de chaleur avec un débit d'eau faisant éventuellement partie du cycle d'eau/vapeur d'une centrale électrique ou de tout autre système à débit d'eau destiné à la récupération de la chaleur à l'intérieur de la centrale ou dans un système raccordé à la centrale. Pour ce mode de réalisation, le compresseur adiabatique de gaz de combustion est configuré pour une pression de décharge des gaz de combustion comprise dans une plage sélectionnée de pressions. Cette plage de pressions est sélectionnée par exemple compte tenu de la récupération de chaleur optimale avec le cycle d'eau/vapeur de la centrale, de la consommation énergétique réduite au minimum du compresseur adiabatique et de l'intégration des étages de compression basse pression et haute pression en aval du compresseur adiabatique des gaz de combustion.

Dans un mode de réalisation, la pression de décharge du compresseur adiabatique de gaz de combustion peut être établie à 7 jusqu'à 9 bars abs. Au-delà de cette plage de pressions, la compression adiabatique nécessite une consommation énergétique supérieure à la compression dans un compresseur centrifuge à refroidissement intermédiaire. A cette pression de décharge, la température à la décharge du compresseur adiabatique est comprise dans la plage de 170 à 280°C. Ceci permet par exemple une récupération efficace de la chaleur en chauffant des condensats du cycle d'eau/vapeur de la centrale électrique moyennant l'emploi d'un échangeur thermique dédié. Après la récupération de la chaleur, le gaz de combustion est à une température d'environ 50°C. Il est ensuite refroidi davantage dans un second échangeur, où la chaleur est dissipée. Il est ensuite comprimé à 30 jusqu'à 40 bars abs en deux étages du second compresseur de gaz de combustion basse pression, un compresseur centrifuge avec des refroidisseurs intermédiaires. Ces deux étages peuvent être aisément combinés avec le compresseur du CO₂ haute pression ayant 4 à 6 étages, par exemple en utilisant un compresseur à engrenage intégral ayant 6 à 8 étages. Le compresseur adiabatique facilite une récupération améliorée de la chaleur résultant du refroidissement du gaz de combustion comprimé. Ceci peut améliorer davantage l'efficacité globale d'une centrale électrique intégrée avec ce type de système de traitement de gaz de combustion. Un autre avantage de la centrale électrique conformément à l'invention est que le nombre de compresseurs de gaz de combustion, qui sont adiabatiques et centrifuges, demeure constant par comparaison aux centrales électriques de la technique antérieure ayant uniquement des compresseurs centrifuges.

Dans un autre mode de réalisation particulier de l'invention, le premier compresseur de gaz de combustion basse pression et le second compresseur de gaz de combustion basse pression sont configurés de sorte que le rapport de la pression de décharge du compresseur adiabatique à la pression de décharge du premier étage du compresseur de gaz de combustion basse pression soit compris dans la plage de 1.5 à 2.5.

La centrale électrique peut être tout genre de centrale alimentée aux combustibles fossiles, y compris une centrale à turbine à vapeur ayant une chaudière à charbon, où cette chaudière peut être actionnée avec ou sans oxygène additionnel fourni par une unité de séparation de l'air. Les centrales à combustibles fossiles peuvent également inclure des centrales à turbine à gaz ou à cycle combiné.

Dans un autre mode de réalisation, le système conformément à l'invention comprend aussi un système d'élimination ou de réduction du SO_x et du NO_x. Un tel système peut être placé dans le système de traitement de gaz de combustion basse pression, qui est en amont du compresseur de gaz de combustion ou en aval du compresseur adiabatique. Si le système d'élimination du SO_x et du NO_x est placé en aval du compresseur adiabatique du gaz de combustion, l'invention proposée peut toujours être réalisée en combinant le reste des étages centrifuges nécessaires pour la compression des gaz de combustion avec les étages requis pour la compression du CO₂ dans une machine entraînée par une roue d'entraînement. La cinétique de la réaction d'élimination du SO_x et du NO_x ainsi que les dimensions

du réacteur affecteront le choix de la pression de décharge du compresseur adiabatique. Par exemple, la pression de décharge peut ensuite être élevée à environ 15 bars abs, laissant ainsi un étage de la compression des gaz de combustion à combiner avec la compression du CO₂ dans un compresseur centrifuge à étages multiples.

Brève description des dessins

La figure 1 illustre un diagramme d'un mode de réalisation d'un système de traitement de gaz de combustion conformément à l'invention pouvant être intégré dans une centrale électrique destinée à la production de l'électricité.

Meilleurs modes de réalisation de l'invention

La figure 1 illustre un système de traitement de gaz de combustion 1 servant au traitement des gaz de combustion issus d'une centrale à combustibles fossiles. La centrale électrique n'est pas illustrée sauf une conduite 2 portant le gaz de combustion résultant de la combustion des combustibles fossiles servant à la production d'un milieu de travail utile pour actionner une turbine. Le système de traitement 1 comprend essentiellement une conduite des gaz de combustion 2, dirigeant les gaz de combustion vers un premier système de compression C1, un système de récupération de la chaleur HR, un second système de compression C2, placés tous en série dans l'ordre mentionné, et une conduite du CO₂ 3 dirigeant le CO₂ séparé vers une installation pour un autre emploi. La conduite du gaz de combustion 2 mène d'une centrale électrique au premier système de compression C1, qui comprend un compresseur adiabatique des gaz de combustion 5. Le système de récupération de la chaleur HR comprend des échangeurs thermiques servant à refroidir les gaz de combustion comprimés libérés par le compresseur C1 et à transférer la chaleur en provenance des gaz de combustion vers la centrale électrique. Le second système de compression C2 comprend un système de compression combiné à étages multiples et à refroidissement intermédiaire pour la compression basse pression des gaz de combustion et la compression haute pression du CO₂ purifié. Finalement, la conduite 3 éloigne le CO₂ purifié et comprimé du système 1 vers un autre système 4 pour le transport, le stockage ou un emploi additionnel du CO₂ comme la récupération assistée du pétrole.

Les gaz de combustion sont conduits, comme illustré, au système 1 à travers la conduite 2, où les gaz de combustion proviennent par exemple d'une chaudière à charbon, d'une chambre de combustion de gaz ou d'une chaudière à charbon alimentée en oxygène. En tant que tels, ils peuvent contenir un gaz CO₂ en diverses concentrations, comme 4% ou plus dans le cas d'une centrale à turbine à gaz avec ou sans recirculation des gaz de combustion, ou jusqu'à 60-90% dans le cas des chaudières à charbon alimentées en oxygène des centrales à turbine à vapeur. Après la chaudière ou la chambre de combustion, les gaz de combustion peuvent être prétraités dans un filtre comme un dépoussiéreur électrostatique ou un filtre en tissu ou toute autre unité de traitement pour l'élimination du soufre. En outre, les gaz de combustion peuvent être traités dans un appareil pour l'élimination du NO_x ou du mercure.

La conduite de gaz de combustion 2 porte le gaz de combustion contenant du CO₂ vers le compresseur adiabatique de gaz de compression basse pression 5, qui est entraîné par une roue d'entraînement 6 et configuré de façon à comprimer le gaz de combustion jusqu'à une pression de décharge de 5 à 20 bars abs. Une
5 consommation énergétique réduite pour la compression peut être atteinte avec une configuration pour une pression de décharge de 5 à 8 bars abs, par exemple 7 bars abs. Le compresseur adiabatique 5 est configuré pour une compression jusqu'à une pression de décharge ne dépassant pas 20 bars. La compression jusqu'à une pression de décharge supérieure à cette limite pourrait augmenter la consommation
10 énergétique supprimant ainsi les avantages découlant de l'emploi d'un compresseur adiabatique. Ceci est dû au fait que, au-delà d'une pression d'environ 8 bars abs, la consommation d'énergie adiabatique (axiale) devient plus grande que celle d'un compresseur centrifuge à refroidissement intermédiaire. Au-delà de cette pression, l'avantage d'avoir des roues plus efficaces dans la machine axiale est plus que
15 compensé par l'augmentation de la consommation énergétique due à l'élévation de la température du gaz en l'absence d'un refroidissement intermédiaire. A la décharge du compresseur, la température du gaz de combustion comprimé peut atteindre 200°C-280°C approximativement.

La pression de décharge optimale du compresseur adiabatique sera établie par la
20 minimisation de la consommation énergétique, mais aussi par des paramètres additionnels tels l'intégration du cycle d'eau/vapeur, l'élimination intermédiaire de SO_x et de NO_x au besoin, ainsi que la sélection de la machine.

Une conduite 7 mène à partir de la décharge du compresseur de gaz de combustion basse pression 5 vers un premier échangeur thermique 8, à travers lequel les gaz de
25 combustion chauds et comprimés s'écoulent à contrecourant à un débit d'eau ou un autre milieu de refroidissement. Le milieu de refroidissement est conduit à partir de l'échangeur thermique 8 à travers la conduite 9 vers un système de récupération de la chaleur dans un système de la centrale électrique ou dans un système raccordé à la centrale. Le compresseur adiabatique/axial de gaz de combustion 5 permet de
30 récupérer la chaleur des gaz de combustion à une température supérieure (170-240°C) par comparaison au cas où un compresseur centrifuge est utilisé dans cette position. Cette chaleur peut être effectivement exploitée dans la centrale électrique. Par exemple, dans le mode de réalisation illustré, le système de récupération de la chaleur est le cycle d'eau/vapeur 9 d'un système à turbine à vapeur. Dans un
35 exemple particulier, ce débit d'eau est raccordé à un préchauffeur d'eau d'alimentation ou à la pompe d'extraction de condensat. Une partie des condensats peut être chauffée directement par le gaz de combustion, contournant ainsi les réchauffeurs basse pression. La consommation de vapeur des réchauffeurs basse pression est réduite et, en conséquence, une plus grande quantité de vapeur est
40 dilatée dans la turbine à vapeur et la centrale est capable de produire une plus grande énergie électrique. En raison de l'emploi du compresseur adiabatique/axial de gaz de combustion, un gain de puissance de sortie nette de la centrale électrique de 0.5% à 1% peut être réalisé par comparaison à la sortie nette d'une centrale ayant uniquement des compresseurs centrifuges de gaz de combustion. La centrale
45 électrique conformément à l'invention a un rendement supérieur bien qu'ayant le

même nombre de compresseurs qu'une centrale électrique ayant uniquement des compresseurs centrifuges.

Après leur passage à travers l'échangeur thermique 8, les gaz de combustion ont une température de 50°C par exemple. Du côté des gaz de combustion, l'échangeur thermique 8 est raccordé par l'intermédiaire d'une conduite 10 à un autre échangeur thermique ou refroidisseur 11, où les gaz de combustion sont refroidis davantage jusqu'à une température de 30°C par exemple. La chaleur résultant de ce refroidissement est de faible intensité et peut être dissipée.

Une conduite 13 mène du refroidisseur 11 au système de compression combiné C2 entraîné par la roue d'entraînement 17 et comprenant un compresseur de gaz de combustion basse pression 14 et un compresseur du CO₂ haute pression 15 placés sur l'arbre 16 et entraînés par la roue d'entraînement 17. Le compresseur de gaz de combustion basse pression peut avoir par exemple deux étages d'un compresseur centrifuge avec un refroidisseur intermédiaire, tandis que le compresseur du CO₂ haute pression peut avoir par exemple quatre à six étages avec des refroidisseurs intermédiaires. Si la pression de décharge du compresseur adiabatique est inférieure, comprise dans la plage de pressions de décharge donnée entre 5 et 20 bars abs, le compresseur de gaz de combustion basse pression centrifuge peut également avoir trois étages au lieu de deux. Les gaz de combustion, comprimés jusqu'à une pression de 30 bars abs par exemple par le compresseur basse pression 14, sont menés à travers la conduite 18 vers une unité de dessiccation 19 et par la suite vers une unité cryogénique 20. Dans l'unité cryogénique, le gaz de combustion est séparé produisant un courant de gaz CO₂ purifié et un gaz évacué contenant des gaz inertes comme l'azote, l'oxygène et l'argon. Le gaz évacué est envoyé à travers la conduite 21 vers un expanseur 22, qui peut être monté sur le même arbre 16 ou sur un arbre indépendant. Dans le système de traitement des gaz de combustion conformément à l'invention, le système de compression des gaz de combustion basse pression 14 et le système de compression du CO₂ haute pression 15 sont placés sur le même arbre, tandis que le système de compression des gaz de combustion basse pression est placé en amont du système de purification cryogénique et le système de compression du CO₂ haute pression est placé en aval du système de purification.

Le gaz de combustion purifié cryogéniquement, contenant maintenant essentiellement le CO₂ en une concentration suffisante pour le transport et le stockage, est conduit de l'unité 20 au système de compression haute pression 15 pour une compression additionnelle jusqu'à une pression de 110 bars abs, duquel il est finalement conduit par l'intermédiaire de la conduite 3 vers un système 4 pour un autre emploi du CO₂. Le procédé cryogénique peut être optimisé du fait que le gaz CO₂ purifié est alimenté en deux flux séparés au système de compression 15 à deux pressions différentes respectivement, réduisant ainsi la consommation énergétique du compresseur. Une première conduite basse pression alimente le gaz CO₂ purifié vers l'entrée avant du système de compression 15 et une seconde conduite moyenne pression alimente le gaz CO₂ purifié vers un étage intermédiaire du système de compression 15.

Termes utilisés dans les figures

- 1 système de traitement des gaz de combustion
2 conduite des gaz de combustion de la centrale électrique
3 conduite du gaz CO₂ purifié
5 4 système de transport, de stockage ou d'emploi additionnel du CO₂ purifié
5 compresseur adiabatique
6 roue d'entraînement
7 conduite des gaz de combustion
8 échangeur thermique
10 9 système du milieu de refroidissement
10 conduite des gaz de combustion
11 échangeur thermique
12 système du milieu de refroidissement
13 conduite des gaz de combustion
15 14 compresseur basse pression des gaz de combustion
15 compresseur haute pression du gaz CO₂
16 arbre
17 roue d'entraînement du compresseur basse pression et du compresseur haute pression combinés
20 18 conduite des gaz de combustion
19 unité de dessiccation
20 unité cryogénique
21 conduite des gaz inertes
22 expanseur pour les gaz inertes évacués
25 C1 compresseur adiabatique
C2 machine de compression combinée
HR système de récupération de la chaleur

30

B09/123-0

REVENDEICATIONS :

1. Un système de traitement des gaz de combustion issus d'une centrale électrique alimentée aux combustibles fossiles destinée à la production de l'énergie électrique comprenant :
 - 5 un compresseur adiabatique pour une première compression basse pression du gaz de combustion ;
un second système de compression basse pression ayant un ou plusieurs étages et un ou plusieurs refroidisseurs ; et
un système de compression haute pression ayant plusieurs étages et un ou
10 plusieurs refroidisseurs, où le second système de compression basse pression et le système de compression haute pression sont tous les deux combinés dans une seule machine, placée sur un arbre commun et entraînée par une roue d'entraînement commune.
- 15 2. Le système conformément à la revendication 1, comprenant aussi une unité de purification cryogénique des gaz de combustion par l'élimination des gaz inertes des gaz de combustion, où l'unité de purification cryogénique est placée en aval du second système de compression basse pression et en amont du système de compression haute pression.
- 20 3. Le système conformément à la revendication 1, comprenant aussi une unité de dessiccation placée en aval du second système de compression basse pression.
4. Le système conformément à la revendication 1, où le système comprend deux étages de compression basse pression et quatre à six étages de compression haute pression placés sur un seul arbre.
- 25 5. Le système conformément à la revendication 1, comprenant aussi un échangeur thermique placé en aval du compresseur adiabatique.
6. Le système conformément à la revendication 1, comprenant aussi un échangeur thermique configuré pour effectuer un échange de chaleur avec un système à débit d'eau pour la récupération de la chaleur.
- 30 7. Le système conformément à la revendication 1, comprenant aussi un échangeur thermique configuré pour effectuer un échange de chaleur avec un système à débit d'eau pour la récupération de la chaleur, où le système à débit d'eau fait partie d'un cycle d'eau/vapeur d'une centrale à turbine à vapeur.
8. Le système conformément à la revendication 1, comprenant aussi un échangeur thermique configuré pour effectuer un échange de chaleur avec un
35 système à débit d'eau pour la récupération de la chaleur, où le système à débit d'eau est raccordé à une pompe d'extraction de condensat.
9. Le système conformément à la revendication 1, où le compresseur adiabatique est configuré pour une pression de décharge des gaz de combustion comprise dans la plage de 5 bars abs à 20 bars abs.

10. Le système conformément à la revendication 1, où le compresseur adiabatique est configuré pour une pression de décharge des gaz de combustion comprise dans la plage de 7 bars abs à 9 bars abs.
- 5 11. Le système conformément à la revendication 1, où le compresseur adiabatique et le système de compression basse pression sont configurés de sorte que le rapport de la pression de décharge du compresseur adiabatique à la pression de décharge du premier étage du système de compression basse pression soit compris dans une plage de 1.5 à 2.5.
- 10 12. Le système conformément à la revendication 1, comprenant aussi une première conduite pour le gaz CO₂ purifié basse pression menant d'une unité de purification cryogénique vers une première entrée du système de compression haute pression et une seconde conduite pour le gaz CO₂ purifié moyenne pression menant d'une unité de purification cryogénique vers un étage intermédiaire du système de compression haute pression.
- 15 13. Le système conformément à la revendication 1, comprenant aussi un système d'élimination du SO_x et du NO_x placé dans un système de traitement des gaz de combustion basse pression en amont des systèmes de compression des gaz de combustion ou après le compresseur adiabatique.
- 20 14. Le système conformément à la revendication 1, où le système est intégré avec une centrale électrique au gaz, charbon, charbon alimenté en oxygène, ou une centrale à turbine à gaz dotée d'une installation de capture du CO₂ postcombustion.

Nombre de lignes : 450

25

30

35

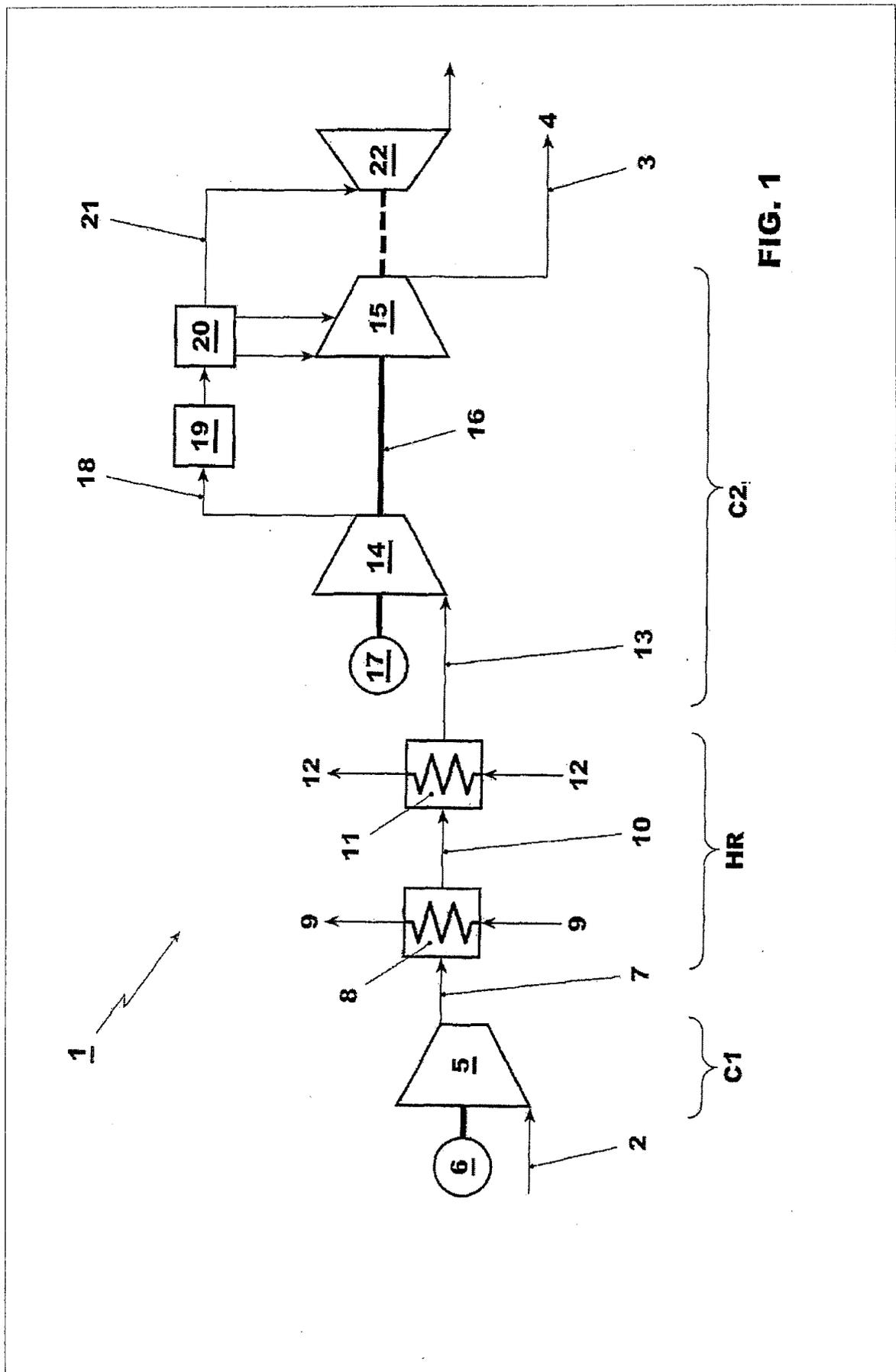


FIG. 1