

(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  
8 janvier 2009 (08.01.2009)

PCT

(10) Numéro de publication internationale  
WO 2009/004133 A1

- (51) Classification internationale des brevets :  
F02C 7/105 (2006.01) F02C 1/04 (2006.01)
- (21) Numéro de la demande internationale :  
PCT/FR2008/000677
- (22) Date de dépôt international : 14 mai 2008 (14.05.2008)
- (25) Langue de dépôt : français
- (26) Langue de publication : français
- (30) Données relatives à la priorité :  
0703552 15 mai 2007 (15.05.2007) FR
- (71) Déposant (pour tous les États désignés sauf US) : IFP  
[FR/FR]; 1 et 4 avenue de Bois Préau, F-92852 Rueil Malmaison cedex (FR).
- (72) Inventeur; et
- (75) Inventeur/Déposant (pour US seulement) : LEBAS, Etienne  
[FR/FR]; 13 montée Coupe-Jarret, F-38200 Vienne (FR).
- (74) Mandataire : ELMALEH, Alfred; IFP, 1 et 4 avenue de Bois Préau, F-92852 Rueil Malmaison cedex (FR).
- (81) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de protection nationale disponible) : AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, 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, ME, 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,

[Suite sur la page suivante]

(54) Title: SYSTEM FOR PRODUCING POWER, PARTICULARLY ELECTRICAL POWER, WITH A GAS TURBINE AND A ROTARY REGENERATIVE HEAT EXCHANGER.

(54) Titre : SYSTEME DE PRODUCTION D'ENERGIE, NOTAMMENT ELECTRIQUE, AVEC UNE TURBINE A GAZ ET UN ECHANGEUR DE CHALEUR REGENERATIF ROTATIF

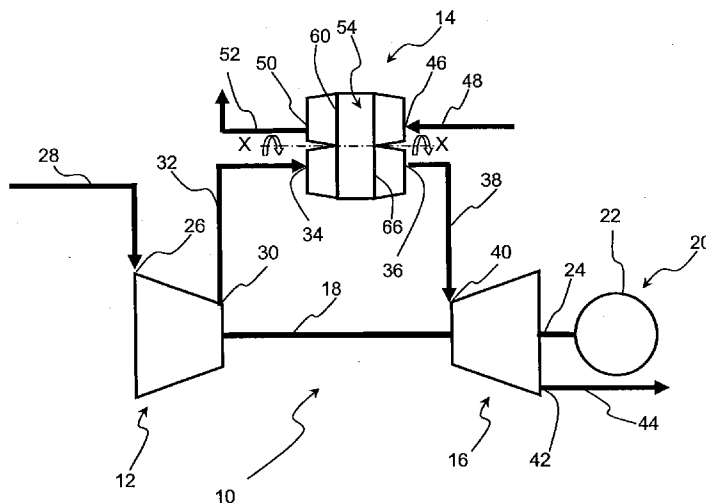


Figure 1

(57) Abstract: System for producing power, particularly electrical power, comprising a gas turbine (10) with at least one compressor (12; 12a, 12b) that has at least one compression stage, at least one expansion turbine (16), a heat exchanger (14) between said compressor and said expansion turbine, at a source of hot gases (48, 72). The exchanger is a rotary regenerative exchanger (14) through which the hot gases and compressed gases from said compressor pass.

[Suite sur la page suivante]

WO 2009/004133 A1



FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL,  
NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG,  
CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

— avant l'expiration du délai prévu pour la modification des  
revendications, sera republiée si des modifications sont re-  
çues

**Publiée :**

— avec rapport de recherche internationale

---

**(57) Abrégé :** Système de production d'énergie, notamment électrique, comportant une turbine à gaz (10) avec au moins un compresseur (12, 12a, 12b) à au moins un étage de compression, au moins une turbine de détente (16), un échangeur de chaleur (14) entre ledit compresseur et ladite turbine de détente, et une source de gaz chauds (48, 72). L' échangeur est un échangeur régénératif rotatif (14) parcouru par les gaz chauds et par des gaz comprimés provenant dudit compresseur.

## **Système de production d'énergie, notamment électrique, avec une turbine à gaz et un échangeur de chaleur régénératif rotatif.**

La présente invention se rapporte à un système de production d'énergie, notamment d'énergie électrique, comprenant une turbine à gaz avec un compresseur, une turbine de détente et un dispositif permettant de chauffer les gaz comprimés sortant du compresseur pour les envoyer vers la turbine de détente.

10 La production d'énergie électrique résulte généralement d'une génératrice qui est couplée à la turbine de détente de cette turbine à gaz.

La source de gaz chauds utilisée pour ce système de production d'énergie peut provenir d'une récupération de chaleur à haute température sur un procédé industriel, comme un four, ou d'une combustion d'un combustible solide, tel que la biomasse, dans un dispositif de chambre de combustion de type brûleur.

Il est déjà connu, notamment par le document WO 02/055855, un tel système qui utilise, en tant que dispositif de chauffage des gaz comprimés, un échangeur de chaleur parcouru, d'une part, par les fumées chaudes issues d'un brûleur qui utilise un combustible sur la base de biomasse et, d'autre part, par les gaz comprimés sortant du compresseur.

De ce fait, les calories véhiculées par les fumées sont transmises aux gaz comprimés de façon à ce que ces gaz parviennent à la turbine de détente avec une température et une pression suffisante pour la faire tourner. Sous l'impulsion de cette rotation, cette turbine entraîne un générateur de courant, généralement une génératrice, à laquelle elle est couplée.

30 Ce type de système bien que donnant satisfaction présente néanmoins des inconvénients non négligeables.

En effet, l'échangeur de chaleur utilisé ne permet pas de transférer une quantité suffisante de calories pour augmenter de façon conséquente la température des gaz comprimés et comme cela est largement connu, plus la température des gaz envoyés à la turbine de détente est élevée, plus le rendement électrique augmente. De ce fait le rendement électrique obtenu par ce système est relativement modeste, inférieur à 20 %.

En outre, la technologie des échangeurs conventionnellement utilisée dans un tel système, comme les échangeurs à tubes, est peu adaptée à cette application. Les tubes doivent être en aciers spéciaux pour résister aux hautes températures, ce qui rend ces équipements très coûteux. De plus, la température maximale atteinte par les gaz comprimés en sortie de l'échangeur reste limitée à 750°C, ce qui ne permet pas d'obtenir un bon rendement électrique sur l'installation.

15

La présente invention se propose de remédier aux inconvénients mentionnés ci-dessus grâce à un système de production d'énergie électrique qui permette d'obtenir un haut rendement énergétique en utilisant un échangeur de chaleur de hautes performances pouvant augmenter les températures de chauffage des gaz comprimés.

20

A cet effet, la présente invention concerne un système de production d'énergie, notamment électrique, comportant une turbine à gaz avec au moins un compresseur à au moins un étage de compression, au moins une turbine de détente, un échangeur de chaleur entre ledit compresseur et ladite turbine de détente, et une source de gaz chauds, caractérisé en ce que l'échangeur est un échangeur régénératif rotatif parcouru par les gaz chauds provenant de ladite source et par des gaz comprimés provenant dudit compresseur.

25

L'échangeur régénératif rotatif peut comporter un disque avec une multiplicité de secteurs radiaux parcourus alternativement par lesdits gaz chauds et par lesdits gaz comprimés.

30

L'échangeur régénératif peut comporter des boîtiers d'entrée de gaz comprimés et de gaz chauds et des boîtiers de sortie de gaz comprimés et gaz chauds.

5

Le système de production d'énergie électrique peut comprendre un générateur de fluide chaud traversé par les gaz chauds sortant de l'échangeur.

Le système de production d'énergie électrique peut comprendre un  
10 générateur de fluide chaud placé entre le compresseur et l'échangeur.

Le compresseur peut comprendre au moins deux étages de compression et un générateur de fluide chaud peut être disposé entre les deux étages.

15 De manière préférentielle, la source de gaz chauds peut comprendre une chambre de combustion.

La chambre de combustion peut comprendre au moins une entrée d'air provenant de la turbine de détente.

20

La chambre de combustion peut comprendre au moins une entrée d'air frais.

L'entrée d'air frais peut être reliée par une ligne à la turbine de détente et  
25 cette ligne peut traverser un radiateur de refroidissement.

La chambre de combustion peut comprendre une admission d'un combustible solide.

30 De manière avantageuse, le combustible peut comprendre de la biomasse.

La source de gaz chauds peut provenir d'une récupération de chaleur à haute température sur un procédé industriel

Préférentiellement, l'échangeur de chaleur est un échangeur régénératif  
5 rotatif de type séquentiel.

Les autres caractéristiques et avantages de l'invention seront mieux décrits à la lecture de la description qui va suivre, donnée à titre uniquement illustratif et non limitatif, et en se référant aux dessins sur lesquels :

- 10 - la figure 1 est un schéma illustrant le système de production d'énergie électrique selon l'invention ;  
- la figure 2 est une vue de détail en perspective de l'échangeur de chaleur utilisé dans le système selon l'invention ;  
- la figure 3 est un schéma d'une première variante du système de la  
15 figure 1 ;  
- la figure 4 est un schéma illustrant une autre variante du système de la figure 3 et  
- la figure 5 est un schéma illustrant une autre variante du système de la figure 4.

20

Sur la figure 1, le système de production d'énergie comprend une turbine à gaz 10 avec un compresseur de gaz 12 à au moins un étage de compression, un échangeur de chaleur 14 de type régénératif dont le descriptif sera plus détaillé dans la suite de la description, une turbine de détente 16 reliée par un  
25 arbre 18 au compresseur, et un moyen de production d'énergie électrique 20 commandé par la turbine de détente. Dans l'exemple de la figure 1, ce moyen de production d'énergie électrique comprend une génératrice électrique 22 reliée par un arbre 24 à la turbine de détente 16.

30

Le compresseur comprend une entrée de gaz, ici de l'air extérieur 26, raccordée à une ligne d'entrée d'air 28 et une sortie d'air comprimé 30 reliée par une ligne 32 à une entrée d'air comprimé 34 de l'échangeur 14. La sortie d'air

comprimé 36 de cet échangeur est reliée par une ligne 38 à l'entrée 40 de la turbine de détente 16. La sortie 42 de cette turbine est reliée à une ligne 44 qui permet d'évacuer les gaz détendus chauds vers tous moyens appropriés.

5 L'échangeur 14 comprend une entrée 46 de gaz chauds, comme celle qui peut provenir d'une récupération de chaleur à haute température sur un procédé industriel ou d'une combustion d'un combustible solide, et qui est connectée par une ligne 48 à la source de ces gaz chauds. Après avoir parcouru cet échangeur, les gaz chauds sont évacués par une sortie 50 et une  
10 ligne 52 vers tous moyens d'évacuation et de traitement, comme une cheminée (non représentée).

La figure 2 montre un exemple de réalisation de l'échangeur de chaleur régénératif qui est basé sur le principe des échangeurs rotatifs de type  
15 Lujström, comme cela est décrit à titre d'exemple dans le document US 1 522 825.

Cet échangeur comprend un disque rotatif d'échange de chaleur 54 entraîné en rotation autour de son axe XX pour tous moyens connus, comme  
20 un moteur électrique (non représenté), en un mouvement continu ou séquentiel. Ce disque est partagé par des cloisons radiales 56 en une multiplicité de secteurs d'échange radiaux 58, ici douze secteurs de 30° chacun, qui vont être alternativement parcouru par de l'air comprimé sortant du compresseur 12 et par les gaz chauds provenant de la ligne de gaz chauds 48. Chaque secteur  
25 comprend une matière permettant le stockage et le déstockage des calories, comme une céramique de type mullite ou cordiérite.

Comme illustré sur la figure 2, chaque face du disque est en relation avec des boîtiers fixes d'entrée et de sortie de fluide. Ainsi, la face 60, celle  
30 considérée à gauche de la figure 1, est en relation avec un boîtier d'entrée d'air comprimé 62 portant l'entrée 34 connectée à la ligne 32 et avec un boîtier de sortie de gaz chauds 64 portant la sortie de gaz chauds 50 raccordée à la

ligne 52. Sur l'autre face 66, sont placés un boîtier de sortie d'air comprimé 68 avec la sortie 36 raccordée à la ligne 38 et un boîtier d'entrée des gaz chauds 70 comprenant l'entrée des gaz chauds 46 raccordée à la ligne 48.

De manière avantageuse, chaque boîtier présente une forme de demi-  
5 lune et deux boîtiers sont disposés sur chaque face du disque, chacun en vis à vis l'un de l'autre, de façon à ce que ces deux boîtiers recouvrent la totalité de la face considérée du disque.

Préférentiellement, des dispositifs sont prévus pour assurer l'étanchéité  
10 entre chaque face et les boîtiers, et ce d'une manière quasi parfaite entre les différentes pièces. Notamment, ces dispositifs d'étanchéité peuvent être ceux qui sont décrits dans le brevet US 5 259 444.

A titre d'exemple, il est prévu une rotation séquentielle du disque 54 de  
15 l'ordre du quart de tour. Ainsi, les secteurs 58 d'une moitié supérieure du disque (en considérant la figure 2) sont parcourus par les gaz chauds entre l'entrée 46 et la sortie 50 en captant les calories que contiennent ces gaz pour devenir des secteurs à haute température alors que les secteurs 58 de l'autre moitié sont parcourus par l'air comprimé sortant du compresseur entre l'entrée 34 et la  
20 sortie 36 de façon à chauffer à une température élevée cet air comprimé grâce aux calories contenues dans ces différents secteurs 66. Cette position est maintenue pendant une durée suffisante et nécessaire pour que, d'une part, les fumées se refroidissent en transmettant le maximum de calories aux constituants de chaque secteur de la moitié supérieure du disque et, d'autre  
25 part, que les calories contenues dans les secteurs de la moitié inférieure du disque soient transmises à l'air comprimé pour le chauffer à une température élevée.

Au terme de cette durée, le disque est ensuite entraîné en un mouvement de rotation d'un quart de tour autour de son axe XX sous l'impulsion du moteur  
30 électrique et reste dans cette position pendant une durée suffisante et nécessaire, comme mentionné précédemment. Ce mouvement de rotation d'un quart de tour se répète ensuite tout au long du fonctionnement de la turbine.

Lors du fonctionnement du système illustré à la figure 1, l'air extérieur, de préférence à température et pression ambiantes, est admis à l'entrée 26 du compresseur 12 pour y être comprimé. Cet air comprimé est ensuite envoyé par la ligne 32 à l'entrée 34 de l'échangeur régénératif rotatif pour y être chauffé, comme mentionné ci-dessus. Il en ressort avec une haute température (de l'ordre de 900° C) pour être amené par la ligne 38 à l'entrée 40 de la turbine de détente 16. Cet air comprimé très chaud produit une rotation de cette turbine qui entraîne à son tour en rotation le compresseur 12 par l'arbre 18 et la génératrice 24 par l'arbre 26. L'air détendu sortant de la turbine de détente 16, qui est sensiblement à la pression atmosphérique, est envoyé par la ligne 44 vers tous moyens appropriés.

Les gaz chauds, qui sont envoyées par la ligne 48 dans l'échangeur 14, traversent cet échangeur entre l'entrée 46 et la sortie 50 en cédant une très grande partie de leur chaleur à une partie des secteurs 58 du disque 54. Les gaz refroidis ressortent de l'échangeur 14 pour être amenés par la ligne 52 vers la cheminée.

Grâce à ce système, il est possible d'obtenir, pour l'échangeur de chaleur 14, une efficacité thermique très élevée (supérieure à 97%), ce qui permet de chauffer à une température très élevée (supérieure à 900°C) le fluide à envoyer à la turbine de détente, permettant ainsi d'obtenir un rendement électrique du système de génération supérieure à 30%.

La variante de la figure 3 se distingue du système illustré en figure 1, d'une part, par la configuration de la source de gaz chauds provenant d'une combustion et d'autre part, par un dispositif permettant de produire de l'eau chaude.

Ainsi, cette source est avantageusement une chambre de combustion de type brûleur 72 comportant une admission d'un comburant 74 et une admission d'un combustible 76. Dans la configuration de la figure 3, l'air détendu issu de la

turbine de détente 16 est utilisé comme comburant par le brûleur via la ligne 44 mais tout autre configuration pour alimenter en comburant ce brûleur peut être utilisée, comme une alimentation en air extérieur. De manière avantageuse, l'admission de combustible 76 est connectée à une ligne d'amenée 78 d'un  
5 combustible solide, comme de la biomasse, mais tout autre type de combustible peut être envisagé, comme du biogaz. Ainsi, ce comburant se mélange avec de la biomasse introduite à l'entrée 76 du brûleur 72 pour y générer une combustion sous l'effet de tous moyens, comme une flamme. Ce brûleur comprend également une évacuation 82 des gaz chauds (ou fumées) résultant  
10 de la combustion et qui est raccordée à la ligne 48.

Ce système comprend également un générateur de fluide chaud 84, comme de l'eau chaude, qui est traversé par les fumées sortant de l'échangeur 14 et qui permet d'utiliser une partie de la chaleur générée par le  
15 brûleur 72 pour produire cette eau chaude. Généralement ce générateur est constitué d'un radiateur parcouru par les fumées sortant de l'échangeur et circulant dans la ligne 52 et par de l'eau qui y est introduite par une ligne 86 sous forme liquide et qui en ressort par une ligne 88 sous forme réchauffée. Dans ce cas, la turbine à gaz est appelée turbine à co-génération (électricité +  
20 chaleur).

Le fonctionnement du système représenté sur cette figure est semblable à celui décrit en relation avec la figure 1 avec les étapes supplémentaires de production d'eau chaude par le générateur 84 et de fumées chaudes par le  
25 brûleur.

Ainsi, ce système permet de réaliser une compression de l'air par le compresseur 12, un chauffage de cet air comprimé par traversée d'une partie des secteurs radiaux du disque 54 de l'échangeur 14 et une détente de l'air comprimé chaud dans la turbine de détente 16 en générant une rotation de  
30 cette turbine et conséquemment une rotation de la génératrice 22 pour produire de l'électricité.

L'air détendu sortant de la turbine est ensuite envoyé au brûleur 72 dans lequel se réalise une combustion avec le combustible de type biomasse qui y est introduit. Les fumées résultant de cette combustion traversent l'autre partie des secteurs radiaux de l'échangeur 14 en se refroidissant puis le générateur d'eau chaude 84 dans lequel elles chauffent l'eau qui y est apportée.

La variante de la figure 4 se différencie de celle de la figure 3 par un refroidissement de l'air comprimé sortant du compresseur 12 tout en permettant de chauffer un fluide, comme de l'eau, non pas à partir de la chaleur des fumées mais à partir de cet air comprimé et un refroidissement d'une partie de l'air détendu sortant de la turbine de détente 16.

Ainsi, le générateur 84, qui était placé sur la ligne 52 de la figure 3, est placé, dans le cas de la figure 4, sur la ligne 32 entre la sortie 30 du compresseur 12 et l'entrée 34 de l'échangeur 14.

Ceci permet, d'une part, d'abaisser la température de l'air comprimé à environ 25°C en entrée d'échangeur 14 et de pouvoir récupérer une plus grande quantité de chaleur à partir des fumées de combustion qui traversent cet échangeur. D'autre part, la température de l'air comprimé est sensiblement à un niveau constant et les calories qu'il véhicule sont utilisées pour obtenir de l'eau chaude en sortie du générateur et cela quelque soit la température des fumées qui peut subir des variations non négligeables.

Cette variante offre également la possibilité de refroidir une partie de l'air détendu sortant de la turbine de détente 16 pour l'injecter en entrée du brûleur 72 en addition de l'air détendu déjà injecté en entrée 74 par la ligne 44. Pour cela, il est prévu une ligne 90 de dérivation reliant un point 92 de la ligne 44 et une entrée d'air frais 94 au niveau du brûleur 72. Un radiateur de refroidissement 96 est placé sur cette ligne et permet d'abaisser la température de l'air détendu qui le traverse à un niveau de la température ambiante, par exemple par échange avec de l'air extérieur.

Cette injection d'air frais est plus particulièrement destinée à l'injection d'air primaire dans des brûleurs du type à grille qui ne supportent pas des températures élevées en entrée d'air.

5 Le fonctionnement du système de la figure 4 est semblable à celui de la figure 3 et ne sera décrit ci-après que dans ses grandes lignes.

Ce système permet ainsi de réaliser une compression de l'air par le compresseur 12, un refroidissement de cet air par traversée du générateur 84 en produisant de l'eau chaude, un réchauffage de cet air comprimé par une  
10 partie de l'échangeur 14, une détente de l'air comprimé chaud dans la turbine de détente 16 avec une rotation de cette turbine et de la génératrice 22 pour produire de l'électricité. L'air détendu sortant de la turbine est ensuite envoyé au brûleur 72, pour une partie de cet air détendu, directement et, pour l'autre partie, après passage au travers du radiateur 96 pour le refroidir. Cet air  
15 détendu est ensuite utilisé pour réaliser une combustion avec la biomasse qui est introduite dans le brûleur. Les fumées résultant de cette combustion traversent l'autre partie de l'échangeur en se refroidissant puis sont évacuées vers la cheminée.

20 La variante de la figure 5 se différencie de celle de la figure 4 par le fait qu'il est prévu d'augmenter le rendement global du système en diminuant le travail de compression.

Ainsi, à partir de la figure 4, il est prévu de placer un compresseur à deux  
25 étages 12a et 12b en lieu et place du compresseur 12. L'entrée du premier étage 12a est raccordée à la ligne d'entrée d'air extérieur 28, la sortie du deuxième étage 12b est raccordée par la ligne 32 à l'échangeur 14 en traversant le générateur 84 et une ligne 98 raccorde la sortie du premier étage avec l'entrée du second étage de compression. Un générateur additionnel de  
30 fluide chaud 84a est placé sur la ligne 98 entre les deux étages de compression et est utilisé pour générer de l'eau chaude.

De ce fait, l'air extérieur admis par la ligne 28 est comprimé à un premier niveau par le premier étage de compression 12a. En sortie de ce premier étage, l'air comprimé chaud circule dans la ligne 98 et traverse le générateur additionnel 84a pour échanger les calories qu'il véhicule avec l'eau qui y circule en produisant de l'eau chaude. L'air comprimé refroidi sortant du générateur additionnel pénètre ensuite dans le deuxième étage de compression 12b d'où il en ressort pour circuler dans la ligne 32 en traversant le générateur 84 avant de pénétrer dans l'échangeur 14. La suite du fonctionnement du système de la figure 5 est semblable à celui décrit en relation avec la figure 4.

10

La présente invention n'est pas limitée aux exemples décrits ci-dessus mais englobe toutes variantes et tous équivalents.

REVENDICATIONS

1) Système de production d'énergie, notamment électrique, comportant  
5 une turbine à gaz (10) avec au moins un compresseur (12 ; 12a, 12b) à au  
moins un étage de compression, au moins une turbine de détente (16), un  
échangeur de chaleur (14) entre ledit compresseur et ladite turbine de détente,  
et une source de gaz chauds (48, 72), caractérisé en ce que l'échangeur est un  
échangeur régénératif rotatif (14) parcouru par les gaz chauds provenant de  
10 ladite source et par des gaz comprimés provenant dudit compresseur.

2) Système de production d'énergie électrique selon la revendication 1,  
caractérisé en ce que l'échangeur régénératif rotatif (14) comporte un  
disque (54) avec une multiplicité de secteurs radiaux (58) parcourus  
15 alternativement par lesdits gaz chauds et par lesdits gaz comprimés.

3) Système de production d'énergie électrique selon la revendication 1 ou  
2, caractérisé en ce que l'échangeur régénératif (14) comporte des boîtiers  
d'entrée de gaz comprimés (62) et de gaz chauds (70) et des boîtiers de sortie  
20 de gaz comprimés (68) et gaz chauds (64).

4) Système de production d'énergie électrique selon l'une des  
revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il comprend un générateur de  
fluide chaud (84) traversé par les gaz chauds sortant de l'échangeur (14).  
25

5) Système de production d'énergie électrique selon l'une des  
revendications 1 à 4, caractérisé en ce qu'il comprend un générateur de fluide  
chaud (84) placé entre le compresseur (12 ; 12b) et l'échangeur (14).

30 6) Système de production d'énergie électrique selon l'une des  
revendications 1 à 5, caractérisé en ce que le compresseur comprend au moins

deux étages de compression (12a, 12b) et en ce que un générateur de fluide chaud (84a) est disposé entre les deux étages.

7) Système de production d'énergie électrique selon la revendication 1, caractérisé en ce que la source de gaz chauds comprend une chambre de combustion (72).

8) Système de production d'énergie électrique selon la revendication 7, caractérisé en ce que la chambre de combustion (72) comprend au moins une entrée d'air (76, 94) provenant de la turbine de détente (16).

9) Système de production d'énergie électrique selon la revendication 7 ou 8, caractérisé en ce que la chambre de combustion (72) comprend au moins une entrée d'air frais (94).

10) Système de production d'énergie électrique selon la revendication 9, caractérisé en ce que l'entrée d'air frais (94) est reliée par une ligne (90) à la turbine de détente (16) et ce que cette ligne traverse un radiateur de refroidissement (96).

11) Système de production d'énergie électrique selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que la chambre de combustion (72) comprend une admission d'un combustible solide (76).

12) Système de production d'énergie électrique selon la revendication 11, caractérisé en ce que le combustible comprend de la biomasse.

13) Système de production d'énergie électrique selon la revendication 1, caractérisé en ce que la source de gaz chauds provient d'une récupération de chaleur à haute température sur un procédé industriel

14) Système de production d'énergie électrique selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que l'échangeur de chaleur est un échangeur régénératif rotatif de type séquentiel.

1/2

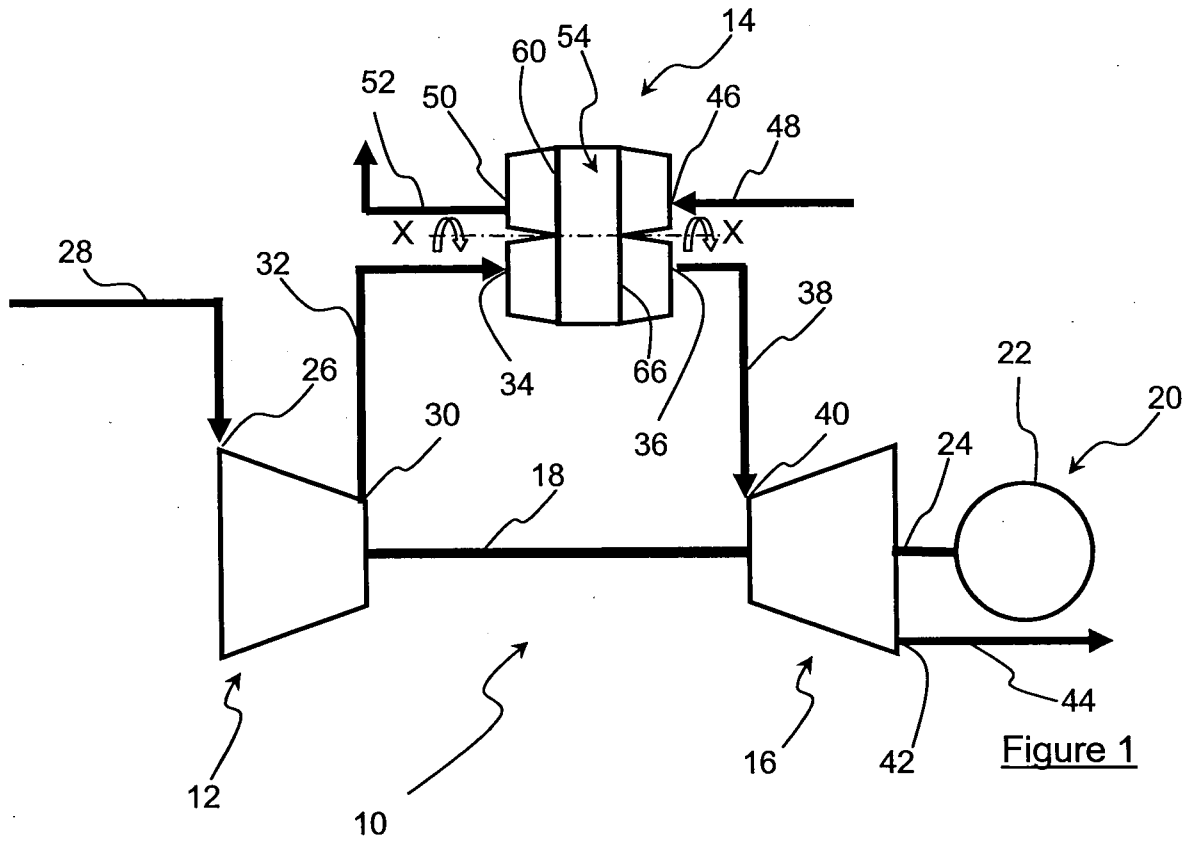


Figure 1

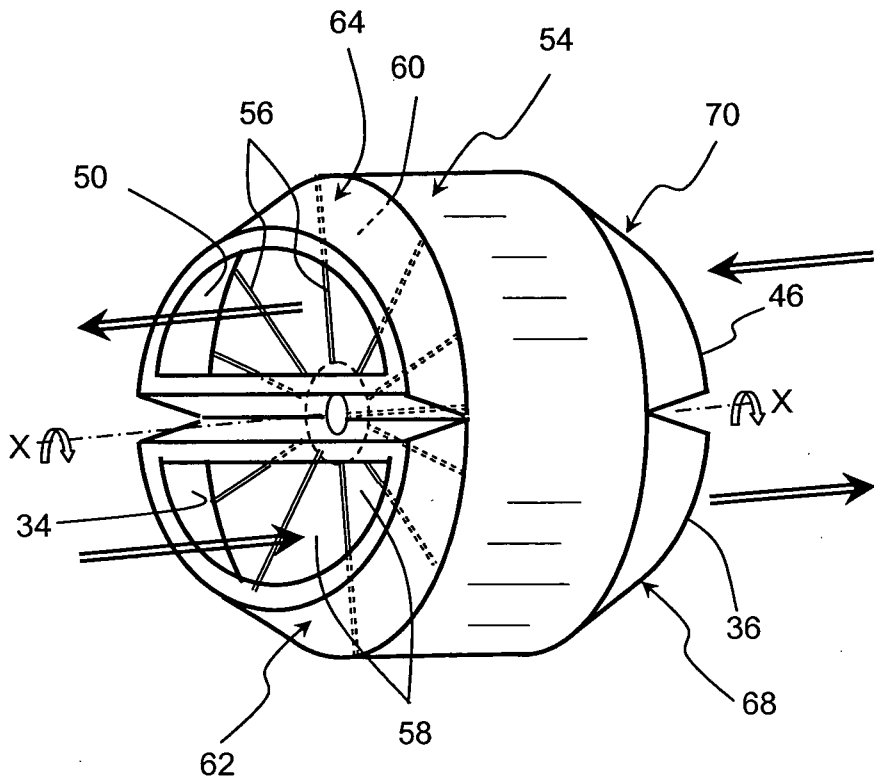


Figure 2

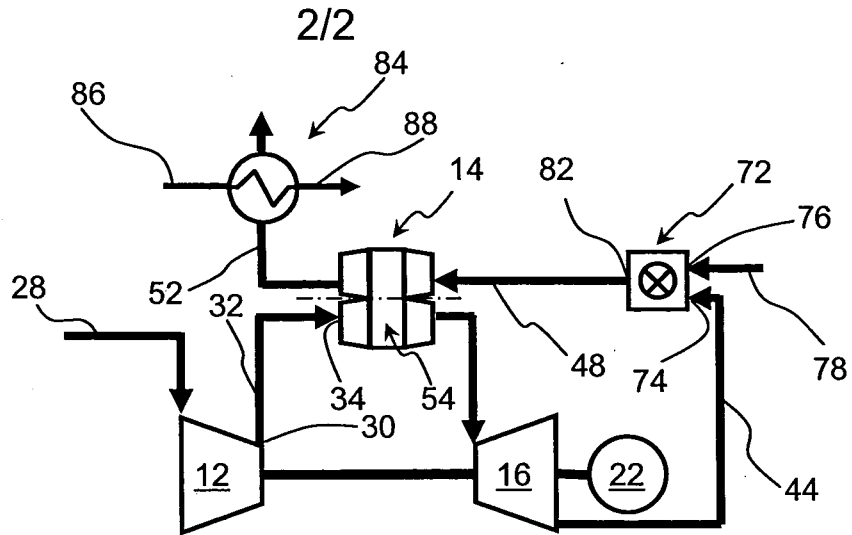


Figure 3

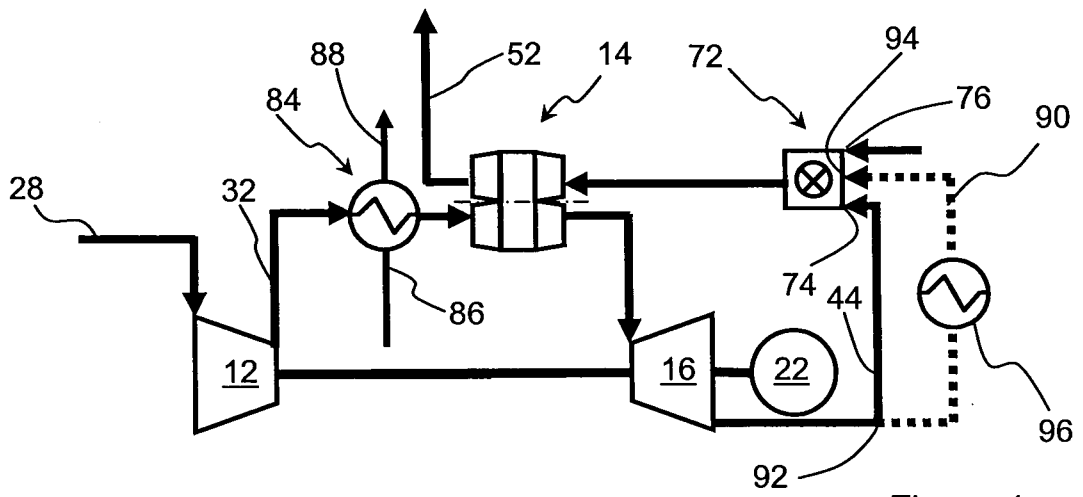


Figure 4

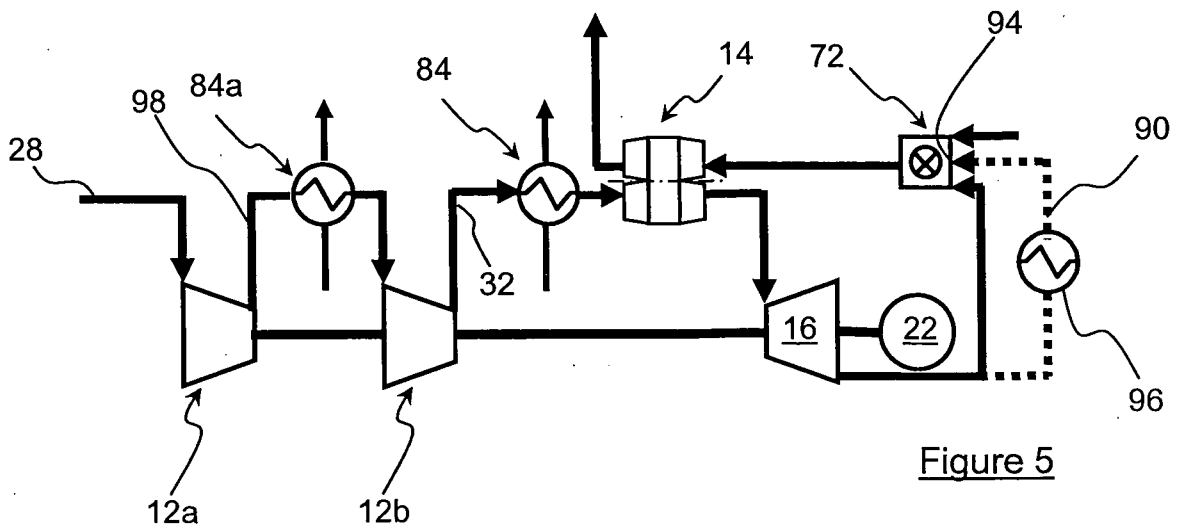


Figure 5

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No  
PCT/FR2008/000677

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**

INV. F02C7/105  
ADD. F02C1/04

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
F02C

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	GB 1 208 294 A (CLARKE CHAPMAN LTD) 14 October 1970 (1970-10-14)	1
Y	page 1, lines 13-39,57-85 page 2, lines 1-4 figures	2,6
Y	US 1 522 825 A (FREDRIK LJUNGSTROM) 13 January 1925 (1925-01-13) cited in the application page 1, lines 9-34 claims 1-5	2
Y	GB 595 807 A (LYSHOLM ALF) 17 December 1947 (1947-12-17) figures	6
	-/--	

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

\* Special categories of cited documents :

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the international filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- \*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- \*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- \*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- \*&\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

26 novembre 2008

Date of mailing of the international search report

09/12/2008

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2.  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040.  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Rini, Pietro

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No  
PCT/FR2008/000677

## C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 333 238 A (M. C. HEMSWORTH) 25 July 1967 (1967-07-25) column 1, lines 42-56 column 2, lines 32-38 column 3, line 52 - column 8, line 48 figures -----	1-5,7-14
X	US 3 818 696 A (BEAUFRERE A) 25 June 1974 (1974-06-25) column 2, lines 17-65 column 4, lines 1-12,40-46 column 15, lines 32-58 figures -----	1-5,7-14
A	WO 02/055855 A (TALBOTT S HEATING LTD [GB]; TALBOTT ROBERT EDWARD [GB]; TALBOTT BENJAM) 18 July 2002 (2002-07-18) abstract figures -----	1-14

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No <b>PCT/FR2008/000677</b>
--

Patent document cited in search report	A	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
GB 1208294	A	14-10-1970	NONE	
US 1522825	A	13-01-1925	NONE	
GB 595807	A	17-12-1947	NONE	
US 333238	A		NONE	
US 3818696	A	25-06-1974	NONE	
WO 02055855	A	18-07-2002	AT 281592 T	15-11-2004
			CA 2433991 A1	18-07-2002
			DE 60106976 D1	09-12-2004
			DE 60106976 T2	01-12-2005
			EP 1350016 A1	08-10-2003
			ES 2231390 T3	16-05-2005
			PT 1350016 T	31-03-2005
			US 2004088979 A1	13-05-2004

<b>A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE</b> INV. F02C7/105 ADD. F02C1/04		
Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB		
<b>B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE</b> Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement) F02C		
Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche		
Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si cela est réalisable, termes de recherche utilisés) EPO-Internal		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS</b>		
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	GB 1 208 294 A (CLARKE CHAPMAN LTD) 14 octobre 1970 (1970-10-14)	1
Y	page 1, ligne 13-39, 57-85 page 2, ligne 1-4 figures	2, 6
Y	US 1 522 825 A (FREDRIK LJUNGSTROM) 13 janvier 1925 (1925-01-13) cité dans la demande page 1, ligne 9-34 revendications 1-5	2
Y	GB 595 807 A (LYSHOLM ALF) 17 décembre 1947 (1947-12-17) figures	6
-/--		
<input checked="" type="checkbox"/>	Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents	<input checked="" type="checkbox"/> Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe
* Catégories spéciales de documents cités: *A* document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent *E* document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date *L* document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée) *O* document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens *P* document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée *T* document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention *X* document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément *Y* document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier *&* document qui fait partie de la même famille de brevets		
Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée		Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale
26 novembre 2008		09/12/2008
Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Fonctionnaire autorisé  Rini, Pietro

**RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE**

Demande internationale n°

PCT/FR2008/000677

**C(suite). DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS**

Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	US 333 238 A (M. C. HEMSWORTH) 25 juillet 1967 (1967-07-25) colonne 1, ligne 42-56 colonne 2, ligne 32-38 colonne 3, ligne 52 - colonne 8, ligne 48 figures -----	1-5,7-14
X	US 3 818 696 A (BEAUFRERE A) 25 juin 1974 (1974-06-25) colonne 2, ligne 17-65 colonne 4, ligne 1-12,40-46 colonne 15, ligne 32-58 figures -----	1-5,7-14
A	WO 02/055855 A (TALBOTT S HEATING LTD [GB]; TALBOTT ROBERT EDWARD [GB]; TALBOTT BENJAM) 18 juillet 2002 (2002-07-18) abrégé figures -----	1-14

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/FR2008/000677

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
GB 1208294	A	14-10-1970	AUCUN	
US 1522825	A	13-01-1925	AUCUN	
GB 595807	A	17-12-1947	AUCUN	
US 333238	A		AUCUN	
US 3818696	A	25-06-1974	AUCUN	
WO 02055855	A	18-07-2002	AT 281592 T	15-11-2004
			CA 2433991 A1	18-07-2002
			DE 60106976 D1	09-12-2004
			DE 60106976 T2	01-12-2005
			EP 1350016 A1	08-10-2003
			ES 2231390 T3	16-05-2005
			PT 1350016 T	31-03-2005
			US 2004088979 A1	13-05-2004