(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) **EP 4 403 752 A1**

(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(43) Date de publication:
24.07.2024 Bulletin 2024/30

(21) Numéro de dépôt: **23152785.4**

(22) Date de dépôt: **20.01.2023**

(51) Classification Internationale des Brevets (IPC):
F01K 17/00 *(2006.01)* ***F01K 17/02*** *(2006.01)*

(52) Classification Coopérative des Brevets (CPC):
F01K 17/005; F01K 17/02

(84) Etats contractants désignés:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC ME MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Etats d'extension désignés:
BA
Etats de validation désignés:
KH MA MD TN

(71) Demandeur: **Wise Open Foundation**
1630 Bulle (CH)

(72) Inventeur: **Geinoz, François Ignace**
1630 Bulle (CH)

(74) Mandataire: **Omnis-IP**
Omnis-IP SA
Rue Galilée 4
1400 Yverdon-les-Bains (CH)

(54) **SYSTÈME ET PROCÉDÉ DE GÉNÉRATION D'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE**

(57) L'invention concerne un système (10) de génération d'énergie électrique comportant un circuit (11) de transport et de distribution d'énergie thermique, un circuit de cogénération (23) connecté matériellement au circuit de transport et de distribution et un circuit utilisateur (24) connecté thermiquement au circuit de cogénération (23). Le circuit (11) de transport et de distribution comporte une branche froide (13) dans laquelle un premier fluide caloporteur circule à l'état liquide, une branche chaude (12) dans laquelle le premier fluide caloporteur circule à l'état gazeux et une branche de régulation (14) connectée matériellement à la branche chaude (12) et à la branche froide (13), la branche de régulation (14) contenant un mélange du premier fluide caloporteur à l'état liquide et à l'état gazeux. Le circuit de cogénération (23) comporte un échangeur de chaleur (25) recevant du fluide caloporteur de ladite branche chaude (12), cet échangeur de chaleur (25) étant agencé pour transmettre de l'énergie thermique au circuit utilisateur (24), et une turbine (27) disposée entre l'échangeur de chaleur (25) et le circuit (11) de transport et de distribution d'énergie thermique.

L'invention concerne également un procédé de génération d'énergie électrique dans un système tel que décrit ci-dessus, et comportant les étapes consistant à prélever du fluide caloporteur à l'état gazeux de la branche chaude (12) du circuit ; à introduire le fluide caloporteur dans l'échangeur de chaleur (25), dans lequel ce fluide caloporteur cède une partie de sa chaleur à un second fluide caloporteur ; à extraire le premier fluide caloporteur de l'échangeur de chaleur (25) et le transférer à l'entrée (28) de la turbine (27), dans laquelle il génère un déplacement d'un organe mobile, le déplacement de cet organe mobile étant converti en énergie électrique au moyen d'un alternateur ; et à transférer le fluide caloporteur sortant de la turbine (27) à l'une des branches du circuit.

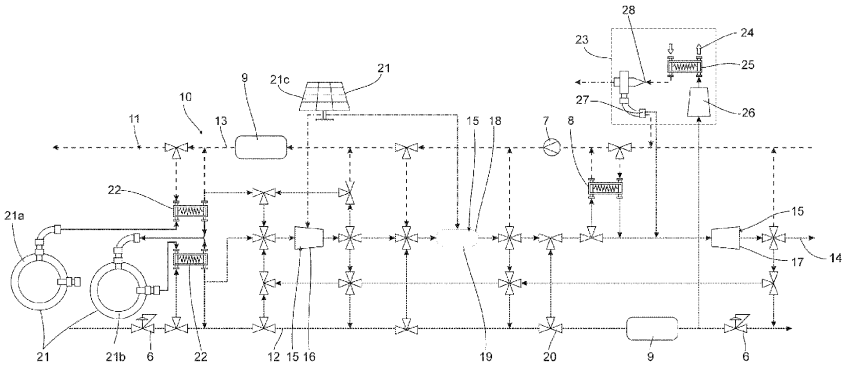

Fig. 1

EP 4 403 752 A1

Description

DOMAINE TECHNIQUE

[0001] La présente invention concerne le domaine de la génération d'énergie, en particulier la cogénération d'énergie électrique et/ou mécanique et d'énergie thermique. L'énergie mécanique peut être convertie en énergie électrique, cette énergie mécanique étant générée à partir d'un réseau de transport et de distribution d'énergie thermique. Cette énergie thermique peut par exemple être de l'énergie utilisée notamment pour le chauffage de bâtiments, le chauffage d'eau chaude sanitaire, la climatisation de bâtiments, la réfrigération et/ou la congélation.

[0002] Plus précisément, cette invention concerne un système de génération d'énergie électrique comportant un circuit de transport et de distribution d'énergie thermique, un circuit de cogénération connecté matériellement au circuit de transport et de distribution d'énergie thermique et un circuit utilisateur connecté thermiquement audit circuit de cogénération.

[0003] La présente invention concerne également un procédé de génération d'énergie électrique dans un système comportant un circuit de transport et de distribution d'énergie thermique, un circuit de cogénération connecté matériellement au circuit de transport et de distribution d'énergie thermique et un circuit utilisateur connecté thermiquement audit circuit de cogénération, dans lequel

- le circuit de transport et de distribution d'énergie thermique comporte au moins une branche, dite branche froide, dans laquelle un premier fluide caloporteur circule à l'état liquide, au moins une branche, dite branche chaude, dans laquelle ledit premier fluide caloporteur circule à l'état gazeux et une branche, dite branche de régulation, ayant une connexion matérielle d'une part avec ladite branche chaude et d'autre part avec ladite branche froide, ladite branche de régulation contenant un mélange dudit premier fluide caloporteur à l'état liquide et à l'état gazeux ; et
- dans lequel le circuit de cogénération comporte un échangeur de chaleur agencé pour recevoir du fluide caloporteur de la branche chaude du circuit et pour transmettre de l'énergie thermique audit circuit utilisateur, et une turbine disposée entre ledit échangeur de chaleur et ledit circuit de transport et de distribution d'énergie thermique.

ART ANTÉRIEUR

[0004] Il existe actuellement un certain nombre de systèmes de transport et de distribution d'énergie connectés à une ou plusieurs sources d'énergie, généralement dite sources chaudes, dans lesquelles de l'énergie est prélevée. Cette énergie est ensuite transmise à un fluide caloporteur, par exemple au moyen d'échangeurs de chaleurs, ces échangeurs de chaleur permettant un transfert d'énergie thermique entre la source chaude et le fluide caloporteur sans échange de matière. Le fluide caloporteur est mis en circulation dans un circuit de distribution. Des consommateurs d'énergie ou des circuits utilisateurs peuvent être connectés à ce circuit de distribution, par exemple également au moyen d'échangeurs de chaleur. De l'énergie thermique peut ainsi être échangée entre le circuit de distribution et le circuit utilisateur ou les consommateurs, que ce soit du circuit de distribution vers un circuit utilisateur ou au contraire, d'un circuit utilisateur vers le circuit de distribution.

[0005] De tels systèmes de distribution d'énergie sont souvent utilisés comme chauffage à distance, essentiellement pour chauffer des logements ou des bâtiments en général. Dans les systèmes réversibles, il est également possible de produire de l'air conditionné ou plus généralement, du froid pour la climatisation ou la réfrigération.

[0006] Parmi ces systèmes de transport et de distribution d'énergie, certains utilisent du dioxyde de carbone CO_2 comme fluide caloporteur. Le dioxyde de carbone est intéressant notamment par la fait qu'aux températures dans lesquelles il est généralement utilisé, il ne passe pas à l'état solide, contrairement à l'eau en particulier. Il n'est donc pas nécessaire de prendre des précautions particulières pour l'empêcher de prendre cet état de la matière. Par ailleurs, en choisissant une combinaison de pression et de température adéquates, il est possible d'utiliser la transition de phase entre l'état gazeux et l'état liquide du dioxyde de carbone. Cette transition de phase permet une libération ou une capture d'une grande quantité d'énergie sans changement de la température. Par ailleurs, la quantité d'énergie par unité de volume est largement plus grande dans le cas où cette énergie provient d'un changement de phase entre le CO_2 liquide et le CO_2 gazeux que dans le cas où elle provient d'un changement de température de l'eau. Il en résulte que le diamètre des tubes dans lesquels circulent le fluide caloporteur peut-être nettement plus faible dans le cas où ce fluide caloporteur est du CO_2 que dans le cas où il s'agit d'eau. Il en résulte notamment une installation simplifiée.

[0007] En pratique, le système de transport et de distribution d'énergie comporte un circuit formé de deux branches. Le fluide caloporteur constitué de dioxyde de carbone circulant dans l'une des branches se trouve à l'état gazeux, alors qu'il se trouve à l'état liquide dans l'autre branche du circuit. Le transfert d'énergie est réalisé par changement de phase de l'état gazeux à l'état liquide et inversement.

[0008] Un circuit tel que décrit ci-dessus est notamment détaillé dans le document intitulé "Towards energy-autonomous cities using CO2 networks and Power to Gas storage" de Raluca Suciu, Paul Stadler, Araz Ashouri et François Maréchal, publié dans « Proceedings of ECOS 2016 » et présenté à la « 29th International Conférence on Efficiency, Cost, Optimization, Simulation and Environmental Impact of energy systems, Postoroz,

Slovenia » du 19 au 23 juin 2016.

[0009] Ce document décrit un système de distribution d'énergie notamment prévu pour des installation d'air conditionné ou de climatisation, dont la température est typiquement comprise entre 18°C et 25°C, pour des installations de réfrigération, avec une température généralement comprise entre 1°C et 6°C, pour des installations de chauffage domestique, avec des températures comprises par exemple entre 30°C et 35°C et pour des installations de chauffage d'eau chaude sanitaire, avec une température généralement comprise entre 10°C et 60°C. Selon l'application (chauffage ou réfrigération) et selon la température du fluide caloporteur, soit le fluide caloporteur apporte de l'énergie au consommateur, soit il en prélève du consommateur.

[0010] Pour qu'un tel circuit fonctionne, il faut que la consommation d'énergie des consommateurs, soit l'énergie prélevée du circuit par ces consommateurs ou l'énergie apportée par ces consommateurs, soit équilibrée avec l'énergie apportée dans le circuit. En pratique, cela est rarement le cas et même en cas d'équilibre, cet équilibre ne dure que rarement longtemps. Une solution qui a été proposée est d'augmenter la taille du réseau de façon à augmenter le nombre de consommateurs en espérant qu'un équilibre se fasse. Ceci n'améliore en fait pas le système. Il augmente au contraire la difficulté d'installation puisqu'il est nécessaire d'augmenter la taille du réseau et de connecter un plus grand nombre de consommateurs. Par ailleurs, la consommation présentant souvent des cycles journaliers ou saisonnier, l'augmentation du nombre de consommateurs a en réalité tendance à augmenter le déséquilibre. Le circuit fonctionne donc mal, voire pas du tout dans la réalité.

[0011] A certains moments de la journée ou de l'année, l'énergie provenant des sources d'énergie est plus grande que l'énergie nécessaire aux consommateurs. Cette énergie en surplus est donc disponible notamment pour le stockage et/ou le transfert vers d'autres consommateurs ou d'autres réseaux. Cette énergie est en principe de l'énergie thermique. Le stockage de même que le transport de ce type d'énergie peuvent poser un certain nombre de problèmes et nécessiter des infrastructures complexes et coûteuses. Il existe donc un besoin pour pouvoir convertir, stocker et/ou transporter le surplus d'énergie, de façon à pouvoir l'utiliser lorsque la demande en énergie est plus grande que l'énergie disponible.

DESCRIPTION DE L'INVENTION

[0012] La présente invention permet de résoudre les problèmes mentionnés ci-dessus en proposant un système de cogénération agencé pour générer de l'énergie thermique dans une forme utilisable par des consommateurs d'une part et de l'énergie électrique d'autre part, dans un réseau de transport et de distribution d'énergie. Par ailleurs, ce système de cogénération permet d'équilibrer la demande en énergie avec la quantité d'énergie disponible, de façon très souple et très rapide, tout en offrant un bon rendement, en particulier en diminuant l'énergie perdue. La quantité d'énergie électrique générée peut être adaptée en fonction des besoins en énergie électrique, des besoins en énergie thermique et des ressources d'énergie primaire disponibles. En particulier, lorsque les besoins en énergie thermique sont inférieurs à l'énergie disponible, le surplus d'énergie peut être converti en énergie électrique, ce qui permet un transfert efficace de cette énergie vers d'autres consommateurs ou un stockage et une utilisation ultérieure de cette énergie.

[0013] Les buts de l'invention sont atteints par un système de génération d'énergie électrique tel que défini en préambule et caractérisé en ce que

- le circuit de transport et de distribution d'énergie thermique comporte au moins une branche, dite branche froide, dans laquelle un premier fluide caloporteur circule à l'état liquide, au moins une branche, dite branche chaude, dans laquelle ledit premier fluide caloporteur circule à l'état gazeux et une branche, dite branche de régulation, ayant une connexion matérielle d'une part avec ladite branche chaude et d'autre part avec ladite branche froide, ladite branche de régulation contenant un mélange dudit premier fluide caloporteur à l'état liquide et à l'état gazeux ; et
- en ce que le circuit de cogénération comporte un échangeur de chaleur agencé pour recevoir du fluide caloporteur de la branche chaude du circuit et pour transmettre de l'énergie thermique audit circuit utilisateur, et une turbine disposée entre ledit échangeur de chaleur et ledit circuit de transport et de distribution d'énergie thermique

[0014] Les buts de l'invention sont également atteints par un procédé tel que défini en préambule et caractérisé en ce qu'il comporte les étapes consistant à :

- prélever du fluide caloporteur à l'état gazeux de la branche chaude du circuit ;
- introduire ledit fluide caloporteur à l'état gazeux dans ledit échangeur de chaleur, dans lequel ce fluide caloporteur cède une partie de sa chaleur à un second fluide caloporteur ;
- extraire le premier fluide caloporteur de l'échangeur de chaleur et le transférer à l'entrée de ladite turbine, dans laquelle le flux de fluide caloporteur génère un déplacement d'un organe mobile, le déplacement de cet organe mobile étant converti en énergie électrique au moyen d'un alternateur ;
- transférer le fluide caloporteur sortant de la turbine à l'une des branches du circuit.

[0015] Du fait de sa souplesse en ce qui concerne l'utilisation et le réglage, le système de l'invention permet de récupérer de l'énergie de sources qui ne sont souvent pas utilisées parce que leurs caractéristiques physiques

ne correspondent pas aux besoins des installations existantes. De telles sources peuvent être par exemple des eaux de refroidissement d'installations industrielles, du liquide de retour d'un chauffage à distance, de l'énergie thermique de panneaux photovoltaïques ou d'autres types de sources d'énergie généralement considérées comme inutilisables. Il est clair qu'il est également possible d'utiliser des sources d'énergie « conventionnelles », notamment de l'énergie électrique de panneaux photovoltaïques, de l'eau chaude du liquide « aller » d'un chauffage à distance, ou de l'énergie thermique de panneaux solaires thermiques.

[0016] Cette énergie récupérée peut ensuite être utilisée comme apport dans un circuit dans lequel circule du dioxyde de carbone utilisé comme fluide caloporteur. Ce circuit comporte au moins une branche, dite branche chaude, dans laquelle le dioxyde de carbone circule sous forme gazeuse et une branche, dite branche froide, dans laquelle le fluide caloporteur circule sous forme liquide. Ces deux branches sont reliées entre elles par au moins un dispositif permettant de modifier l'état du fluide caloporteur, cet état étant liquide ou gazeux. Il est clair que lors de la transition d'un état à l'autre, un mélange se forme et le fluide caloporteur peut comporter une part de dioxyde de carbone sous forme gazeuse et une part sous forme liquide.

[0017] Le système de l'invention comporte en outre une branche permettant d'adapter les besoins ou les demandes en énergie par rapport à l'énergie disponible, ce qui permet à l'ensemble du système de fonctionner de façon optimale. Par ailleurs, le surplus d'énergie, à savoir l'énergie disponible qui n'est pas utilisée, peut notamment être converti en énergie mécanique, qui elle-même peut être convertie en énergie électrique au moyen d'une turbine. Cette énergie électrique peut être stockée en particulier dans des batteries ou des supercondensateurs en vue d'une utilisation ultérieure ou être transmise à distance, en vue d'une utilisation dans un autre lieu que le lieu de production.

[0018] Lorsque la demande en énergie est plus grande que l'énergie disponible, l'énergie stockée peut être utilisée pour pallier au manque. L'ensemble du système peut ainsi être équilibré aussi bien au niveau des demandes immédiates en énergie que sur le long terme.

[0019] Dans le système de l'invention, les différences de température entre la branche chaude et la branche froide peuvent être choisies de façon à être relativement faibles, notamment du fait de l'enthalpie massique importante du dioxyde de carbone. Par ailleurs, la température de la branche chaude et de la branche froide peut être proches de la température du registre terrestre à faible profondeur, typiquement entre 1 m et 2 m. En outre, le fluide caloporteur peut-être constamment mis en circulation. Du fait de la faible différence de température entre les branches du circuit et le registre terrestre, et de la circulation continue du fluide caloporteur, il y a peu de pertes d'énergie entre les branches du circuit et le sol. Cela signifie en particulier qu'il n'est pas nécessaire d'isoler les tubes formant les branches dans lesquelles circulent le fluide caloporteur. Ceci simplifie l'installation et diminue les coûts de l'ensemble du système.

[0020] Le système de l'invention est également intéressant par le fait qu'il permet de former de portions de circuit, ces portions pouvant être indépendantes les unes des autres ou au contraire être connectées les unes aux autres. Cet aspect connecté ou indépendant des portions de circuit peut être modifié automatiquement, en fonction des besoins et des ressources de chaque portion.

[0021] En particulier, l'énergie électrique produite par cogénération peut être utilisée pour alimenter une autre portion de circuit ou un autre circuit lorsque ce circuit ou cette portion de circuit consomme plus d'énergie que ce que les sources d'énergie primaire peuvent fournir. Ceci permet donc une grande souplesse et une adaptation dynamique du système.

BRÈVE DESCRIPTION DES DESSINS

[0022] La présente invention et ses avantages seront mieux compris en référence aux figures annexées et à la description détaillée d'un mode de réalisation particulier, dans lesquelles :

- la figure 1 est une vue schématique générale d'un système de cogénération selon l'invention, tel qu'utilisé dans un système de transport et de distribution d'énergie ; et
- la figure 2 est un abaque représentant les différents états du dioxyde de carbone CO_2 en fonction de la pression et de la température, ainsi que l'enthalpie massique en fonction de ces paramètres.

MODE DE REALISATION DE L'INVENTION

[0023] En référence à la figure 1, le système 10 de génération d'énergie électrique selon l'invention fonctionne dans un réseau de transport et de distribution d'énergie. Ce dernier comporte au moins un circuit 11 dans lequel circule un fluide caloporteur. Dans un mode de réalisation concret, le fluide caloporteur comporte du dioxyde de carbone. Ce dioxyde de carbone est particulièrement intéressant par le fait qu'il est susceptible de subir une transition de phase entre l'état liquide et l'état gazeux à des températures et des pressions atteignables en pratique dans des installations techniquement réalisables. Par ailleurs, à ces températures et pressions, il ne subit pas de changement de phase vers l'état solide, qui rendrait le système inutilisable. Enfin, la quantité d'énergie échangée par unité de masse du dioxyde de carbone, ou enthalpie massique, est importante, ce qui implique qu'il est possible de transférer ou de transporter une grande quantité d'énergie pour un volume restreint.

[0024] Le circuit 11 de l'invention comporte au moins trois branches. L'une des branches, dite branche chaude 12, contient du dioxyde de carbone CO_2 à l'état gazeux.

A titre d'exemple, la température du gaz dans cette branche chaude peut être supérieure à 12°C, par exemple d'environ 15°C et de préférence entre 15°C et 60°C. Il est à noter que cette température est indicative. En effet, elle peut varier en fonction de plusieurs paramètres, notamment du type de consommateurs d'énergie connectés au circuit et de leurs besoins spécifiques, du type de sources d'énergie disponibles et de leurs caractéristiques qui elles-mêmes peuvent varier en fonction de cycles journaliers ou saisonniers notamment, de même que de l'endroit où les mesures sont prises dans le circuit. Par ailleurs, la température peut également varier dans le temps en fonction de l'énergie prélevée ou de l'énergie reçue par le circuit.

[0025] La pression du dioxyde de carbone dans la branche chaude 12 peut être comprise entre 10 bars et 60 bars. De manière similaire à la température, la pression du dioxyde de carbone dans la branche chaude peut également varier en fonction de l'endroit dans cette branche et en fonction de l'instant auquel la mesure est faite.

[0026] Le circuit comporte une deuxième branche, dite branche froide 13, contenant du dioxyde de carbone à l'état liquide. La température du CO_2 liquide est également variable dans la branche froide, notamment en fonction de l'endroit dans la branche.

[0027] Cette température est toutefois plus basse que la température du gaz dans la branche chaude 12. A titre d'exemple, la température dans la branche froide 13 peut être inférieure à 15°C et être par exemple comprise entre 10°C et 12°C.

[0028] Le réseau de transport et de distribution d'énergie comporte en outre une branche de régulation 14. Celle-ci est connectée matériellement d'une part à la branche chaude 12 du circuit et d'autre part à la branche froide 13 de ce circuit. La branche de régulation 14 a pour rôle d'assurer l'équilibrage du circuit 11 en ce qui concerne les besoins en chaleur et en réfrigération. Cette connexion matérielle permet un échange de matière entre la branche de régulation 14 et les branches chaude 12 et froide 13.

[0029] La branche de régulation 14 peut avantageusement également être connecté thermiquement à la branche froide 13 au moyen d'au moins un échangeur de chaleur 8. Ce dernier est agencé pour transférer de l'énergie entre la branche de régulation 14 et la branche froide sans que de la matière ne soit échangée.

[0030] La branche de régulation 14 contient en principe un mélange de CO_2 à l'état gazeux et à l'état liquide, à température et pression constante par zone de la branche de régulation. L'absorption ou la libération d'énergie est réalisée en modifiant la proportion de CO_2 liquide et de CO_2 gazeux.

[0031] La branche de régulation 14 du circuit 11 de l'invention comporte au moins un dispositif de transformation 15 dont la fonction est de modifier la température et/ou la pression du fluide caloporteur lorsque ce dernier passe dans ce dispositif de transformation. De façon concrète, le dispositif de transformation 15 peut essentiellement prendre quatre formes distinctes. Selon une première forme, ce dispositif de transformation peut comprendre un compresseur 16. Ce dernier agit sur le dioxyde de carbone à l'état gazeux et a pour effet d'augmenter la pression dans le gaz. Cette augmentation de pression a également pour effet d'augmenter la température du gaz. L'état du dioxyde de carbone gazeux n'est pas modifié.

[0032] Selon une deuxième forme, le dispositif de transformation peut comprendre un détendeur 17. Ce dernier agit également sur le dioxyde de carbone à l'état gazeux et a pour effet de diminuer la pression dans le gaz. Cette diminution de pression a pour effet de diminuer la température du fluide caloporteur. En fonction de la diminution de la température et de la pression, l'état du dioxyde de carbone gazeux peut être modifié en état liquide ou au contraire, rester à l'état gazeux.

[0033] Selon une troisième forme, le dispositif de transformation peut comprendre un dispositif de chauffage 18. Ce dernier peut agir sur le dioxyde de carbone à l'état gazeux et à l'état liquide et augmente la température du fluide caloporteur. Cette augmentation de température, lorsqu'elle est appliquée au dioxyde de carbone liquide, peut avoir pour effet de générer une transition de phase, de l'état liquide à l'état gazeux. En fonction de l'ampleur de l'augmentation de la température, le dioxyde de carbone peut également rester à l'état liquide ou former un mélange de gaz et de liquide.

[0034] Selon une quatrième forme de réalisation, le dispositif de transformation peut comprendre un dispositif de refroidissement 19. Ce dernier peut agir aussi bien sur le dioxyde de carbone à l'état gazeux que sur le dioxyde de carbone à l'état liquide. Il diminue la température du fluide caloporteur. Cette diminution de température, lorsqu'elle est appliquée au dioxyde de carbone gazeux, peut avoir pour effet de générer une transition de phase, de l'état gazeux à l'état liquide. De manière similaire au chauffage, en fonction de l'ampleur de la diminution de la température, le dioxyde de carbone peut également rester à l'état gazeux ou former un mélange de gaz et de liquide.

[0035] Dans la figure 1, le dispositif de chauffage 18 est le dispositif de refroidissement 19 ont été illustrés par le même élément. Au contraire, le compresseur 16 et le détendeur 17 ont été représentés comme deux éléments distincts. En pratique, il est possible d'utiliser un même élément pour le chauffage et le refroidissement du fluide caloporteur ou au contraire deux éléments distincts. De manière similaire, il est possible d'utiliser un même élément pour comprimer le fluide caloporteur ou le détendre, ou au contraire d'utiliser deux éléments distincts.

[0036] Une zone de la branche de régulation 14 est définie comme une partie de cette branche de régulation comprise entre deux dispositifs de transformation 15 consécutifs. En principe, la température, la pression et la proportion de dioxyde de carbone liquide et de dioxyde de carbone gazeux dans une zone de la branche de régulation 14 sont sensiblement les mêmes dans toute la

zone. La température, la pression et/ou la proportion de dioxyde de carbone liquide et de dioxyde de carbone gazeux peuvent par contre varier d'une zone à l'autre de la branche de régulation 14. À titre d'exemple, la pression peut-être de l'ordre de 45 bars et la température de l'ordre de 10°C dans une zone. Cette température et cette pression peuvent être les mêmes ou sensiblement les mêmes dans une autre zone de la branche de régulation, la proportion de dioxyde de carbone liquide et de dioxyde de carbone gazeux pouvant être différente dans ces deux zones. Comme indiqué plus haut, cette pression peut généralement être comprise entre 15 et 100 bars, la température de transition dépendant de cette pression. Cette pression peut-être fixe dans le temps ou au contraire être variable et être adaptée aux besoins du système, en particulier en fonction du moment de la journée ou de l'année, de manière à adapter le système de façon dynamique aux besoins des consommateurs et aux ressources disponibles.

[0037] Le système de l'invention peut comporter, sur certaines branches et ou certaines zones, un élément de stockage 9 permettant de gérer la quantité de fluide caloporteur dans les différents endroits du circuit. Bien que ces éléments de stockage ne soient pas indispensables, ils facilitent la gestion du circuit.

[0038] Par ailleurs, pour assurer une circulation du fluide caloporteur dans le sens souhaité, la branche froide 13 peut en particulier comporter une ou plusieurs pompes 7. La branche chaude 12 peut comporter un ou plusieurs compresseurs ou une ou plusieurs vannes, notamment des vannes anti-retour et ou des vannes à contrôle de pression aval 6.

[0039] Comme on peut le voir sur la figure 1, le compresseur 16 de la branche de régulation 14 comporte une entrée reliée à la branche chaude 12 du circuit et/ou à la branche de régulation 14 de ce circuit. Une sortie du compresseur 16 est reliée à la branche de régulation 14 de sorte que le gaz comprimé est introduit dans cette branche de régulation. En fonction de son état, le dioxyde de carbone sortant du compresseur 16 peut être introduit dans la branche chaude 12, dans la branche froide 13 ou dans la branche de régulation 14 du circuit. La quantité ou la proportion de dioxyde de carbone transférée à chacune de ces branches peut notamment dépendre des besoins en énergie, de l'énergie disponible et des quantités de dioxyde de carbone liquide et de dioxyde de carbone gazeux contenus dans le mélange sortant du compresseur 16.

[0040] Le dispositif de chauffage 18, de même que le dispositif de refroidissement 19, qui sont représentés sur la figure 1 par le même élément, comportent une entrée qui est reliée à la branche chaude 12 du circuit, à la branche froide 13 de ce circuit ainsi qu'à la branche de régulation 14. Ce dispositif de chauffage 18 ou de refroidissement 19 comporte une sortie qui est également reliée à la branche chaude 12, à la branche froide 13 et à la branche de régulation 14 du circuit. En fonction des besoins du système, il est ainsi possible d'introduire dans le dispositif de chauffage 18 et dans le dispositif de refroidissement 19, du dioxyde de carbone liquide, du dioxyde de carbone gazeux et/ou un mélange de dioxyde de carbone à l'état gazeux et liquide. De manière similaire, en fonction du réchauffement ou du refroidissement du fluide caloporteur, il est possible de choisir la quantité de dioxyde de carbone liquide et de dioxyde de carbone qui ressort du dispositif de chauffage 18 et du dispositif de refroidissement 19. Le dioxyde de carbone liquide peut être introduit en totalité ou en partie dans la branche froide 13 du circuit. Le dioxyde de carbone gazeux peut être introduit en totalité ou en partie dans la branche chaude 12 du circuit. Le dioxyde de carbone qui n'est pas introduit dans la branche correspondante du circuit est conservé dans la branche de régulation 14. Le choix des quantités ou des proportions qui sont dirigées vers chacune des branches est réalisé de façon à ce que le circuit 11 soit équilibré en termes de demande et de besoins, de telle façon que ce circuit soit fonctionnel.

[0041] Les connexions entre les différents dispositifs de transformation et les différentes branches du circuit sont généralement réalisées au moyen de vannes 20 ou d'éléments similaires, permettant de choisir et de régler les quantités de chaque fluide qui est déviée vers chaque branche du circuit ou vers chaque dispositif de transformation. Ces vannes 20 sont généralement commandées automatiquement, en fonction des besoins de l'ensemble du circuit.

[0042] Le système 10 de l'invention est connecté à au moins une source d'énergie primaire 21, par exemple de l'eau provenant d'un conduit de retour d'un chauffage à distance. Il est à noter que généralement, la chaleur de ce conduit de retour est considérée comme inutile du fait qu'elle contient l'énergie qui n'a pas été prélevée par le chauffage à distance.

[0043] Il est clair que d'autres sources d'énergie primaire peuvent être utilisées, comme par exemple de l'énergie contenue dans un liquide de refroidissement d'une installation industrielles, d'une installation de production d'énergie ou d'autres installations similaires. Des panneaux solaires photovoltaïques et/ou thermiques peuvent également être utilisés comme source d'énergie primaire. Par ailleurs, il est possible de combiner plusieurs sources d'énergie. Il est par exemple possible d'utiliser une source d'eau combinée avec un ou plusieurs panneaux solaires.

[0044] La connexion entre la ou les sources d'énergie et l'une des branches du circuit du système de l'invention peut se faire au moyen d'un échangeur de chaleur 22 dans le cas où la source d'énergie provient d'un fluide tel que de l'eau. Un tel échangeur est intéressant par le fait qu'il permet un transfert d'énergie entre deux fluides, du fluide chaud vers le fluide froid, sans toutefois qu'il y ait un échange de matière. Un tel échangeur de chaleur peut notamment être un échangeur à plaques.

[0045] Dans le cas où l'une des sources d'énergie primaire produit de l'énergie électrique, celle-ci peut être utilisée directement pour faire fonctionner les compo-

sants du système qui requièrent une alimentation électrique. Elle peut également être convertie en énergie thermique.

[0046] Dans le mode de réalisation illustré par la figure 1, trois sources d'énergie primaire 21a, 21b, 21c sont représentées. Deux de ces sources d'énergie contiennent de l'énergie dans un fluide, en particulier de l'eau. Ces sources d'énergie sont connectées à un échangeur de chaleur 22. Dans le mode de réalisation illustré, l'un des échangeurs de chaleur est connecté à la branche chaude 12 du circuit, dans laquelle circule le dioxyde de carbone sous forme gazeuse et l'autre échangeur de chaleur est connecté à la branche froide 13 du circuit, dans laquelle circule le dioxyde de carbone sous forme liquide.

[0047] La troisième source d'énergie 21c est un panneau solaire photovoltaïque. L'électricité produite par ce panneau peut être utilisée en direct par les composants du système, en particulier les dispositifs de transformation 15; elle peut être stockée sous forme d'électricité dans des batteries ou des supercondensateurs notamment ; elle peut également être convertie en énergie thermique et être stocké par exemple dans le registre terrestre. Elle pourrait également être convertie pour être stockée dans des piles à combustible par exemple.

[0048] Les panneaux solaires photovoltaïques produisent également de l'énergie thermique qui est généralement inutilisée. Dans l'invention, cette énergie thermique peut-être récupérée par exemple au moyen d'un ou plusieurs échangeurs de chaleur (non représentés) et être également utilisée comme source d'énergie.

[0049] A titre d'exemple concret, l'une des sources d'énergie (21a) peut être un conduit de départ d'un dispositif de chauffage à distance et avoir une température comprise entre 70°C et 90°C. L'autre source d'énergie (21b) peut être un conduit de retour du dispositif de chauffage à distance et avoir une température comprise entre 25°C et 50°C. Le dioxyde de carbone à l'état gazeux peut avoir une température supérieure ou égale à une valeur comprise entre 12°C et 15°C alors que le dioxyde de carbone à l'état liquide peut avoir une température inférieure ou égale à la température du dioxyde de carbone à l'état gazeux. La température de transition entre l'état liquide et l'état gazeux du dioxyde de carbone varie en fonction de la pression. La pression du dioxyde de carbone telle qu'utilisée dans l'invention peut varier en fonction de l'endroit du circuit. Elle est généralement comprise entre 10 bars et 60 bars. Selon un exemple de réalisation concret, la pression du dioxyde de carbone peut être de l'ordre de 45 bars. La température de transition de phase du dioxyde de carbone est d'environ 10°C à cette pression. La température de transition de phase en fonction de la pression est visible sur la figure 2. La pression réelle du dioxyde de carbone peut être supérieure ou inférieure à cette valeur dans certaines zones du circuit.

[0050] La génération d'énergie électrique dans le système de l'invention est détaillée ci-dessous. Cette génération d'énergie électrique est réalisée dans un circuit de cogénération 23 connecté thermiquement à un circuit utilisateur 24. Cette connexion thermique entre le circuit de cogénération 23 et le circuit utilisateur 24 est réalisée par exemple au moyen d'un échangeur de chaleur 25 permettant d'échanger de l'énergie entre les deux circuits sans échange de matière.

[0051] Le circuit de cogénération 23 contient du fluide caloporteur comme le reste du circuit 11 de transport et de distribution d'énergie. Le circuit utilisateur 24 contient un fluide caloporteur, nommé ici fluide caloporteur d'utilisateur, qui peut être de même nature que le fluide caloporteur du circuit de cogénération 23 ou qui peut être différent. Typiquement, si le circuit utilisateur 24 est utilisé pour le chauffage d'un bâtiment ou pour de l'eau chaude sanitaire, ce fluide caloporteur d'utilisateur peut-être de l'eau.

[0052] Le circuit de cogénération 23 comporte un compresseur 26 ayant une entrée connectée matériellement à la branche chaude 12 et une sortie connectée à une entrée de l'échangeur de chaleur 25. Ce compresseur 26 a pour fonction de prélever du fluide caloporteur chaud de la branche chaude 12 et de comprimer ce gaz de façon à élever sa température. La température du dioxyde de carbone gazeux en sortie du compresseur 26 doit être compatible avec les besoins du circuit utilisateur 24. En particulier, l'énergie thermique du dioxyde de carbone gazeux entrant dans l'échangeur de chaleur 25 doit être suffisante pour chauffer le fluide caloporteur d'utilisateur à la température requise pour l'application souhaitée. Il est à noter que selon la température et la pression du fluide caloporteur dans la branche chaude 12 du circuit, et selon la température requise dans l'échangeur de chaleur 25, il est possible de se passer du compresseur.

[0053] Le circuit de cogénération 23 comporte en outre une turbine 27 formée d'une chambre reliée par une entrée 28 et une sortie 29, et contenant un organe mobile. La turbine 27 comporte en outre un alternateur. Un flux de matière, plus précisément de fluide caloporteur, se déplaçant entre l'entrée 28 et la sortie 29 a pour effet de déplacer l'organe mobile et de produire une énergie mécanique. Cette énergie mécanique est convertie en énergie électrique au moyen de l'alternateur. En pratique, l'organe mobile peut être une hélice mise en rotation par le flux de fluide caloporteur. La rotation mécanique de l'hélice génère de l'énergie électrique au moyen de l'alternateur. Il est toutefois possible d'utiliser d'autres systèmes de conversion d'énergie, pour autant qu'ils soient en mesure d'utiliser le fluide caloporteur pour produire de l'énergie électrique.

[0054] Le dispositif de cogénération 10 selon l'invention fonctionne de la façon suivante. Du dioxyde de carbone à l'état gazeux provenant de la branche chaude 12 du circuit 11 de transport et de distribution d'énergie thermique est introduit dans le compresseur 26. Ce dioxyde de carbone gazeux est comprimé de façon à ce qu'il atteigne une température compatible avec l'application souhaitée. Ce dioxyde de carbone gazeux chauffé est

introduit dans l'échangeur de chaleur 25 dans lequel il cède une partie de son énergie au fluide caloporteur d'utilisateur. En fonction de la quantité d'énergie cédée, le fluide caloporteur peut sortir de l'échangeur de chaleur 25 à l'état gazeux ou à l'état liquide. Ce fluide caloporteur refroidi est introduit dans l'entrée 28 de la turbine 27. Il est à noter que selon l'installation, il est possible de choisir que le fluide caloporteur sortant de l'échangeur de chaleur 25 soit toujours à l'état gazeux, toujours à l'état liquide, qu'il comporte un mélange de gaz et de liquide, ou que l'état du dioxyde de carbone soit variable. La turbine 27 peut être choisie en fonction de l'état du fluide caloporteur. Certaines turbines fonctionnent en effet uniquement avec du fluide caloporteur dans un seul état alors que d'autres peuvent fonctionner avec du fluide caloporteur à l'état liquide ou gazeux.

[0055] Le flux de dioxyde de carbone dans la turbine 27 génère un déplacement de l'organe mobile et donc une énergie mécanique. Cette énergie mécanique est convertie en énergie électrique au moyen d'une alternateur.

[0056] Cette énergie électrique peut être utilisée localement de façon directe. Elle peut également être stocké sous forme électrique dans un accumulateur, une batterie, un supercondensateur ou tout autre équipement adapté.

[0057] Le fluide caloporteur sortant par la sortie de la turbine peut se trouver à l'état liquide, gazeux ou sous forme de mélange de liquide et de gaz. En fonction de cet état, il peut être introduit dans une ou plusieurs des branches du circuit, à savoir la branche froide, la branche chaude ou la branche de régulation.

[0058] La répartition de la quantité de dioxyde de carbone à l'état liquide dans les différentes branches du réseau de transport et de distribution d'énergie thermique peut se faire au moyen d'une vanne telle qu'une vanne à trois voies comportant une entrée connectée à la turbine, une sortie connectée à la branche froide et une sortie connectée au circuit de régulation.

[0059] Le circuit de l'invention peut être utilisé pour alimenter différents types de consommateurs. En particulier quatre types de consommateurs d'énergie, représentatifs de différents modes d'utilisation de l'invention peuvent être décrits. Selon l'un de ces modes, le système est utilisé pour de la climatisation ou la production d'air conditionné. Dans un tel mode d'utilisation, l'air résultant peut avoir une température généralement comprise entre 10°C et 25°C. Le système de l'invention peut également être utilisé pour de la réfrigération. Dans ce cas, la température résultante est généralement comprise entre 0°C et 6°C. Selon un troisième mode d'utilisation, le système de l'invention est utilisé pour produire de l'eau chaude, notamment de l'eau chaude sanitaire, à une température comprise entre 15°C et 60°C environ. Dans un quatrième mode d'utilisation, le système est utilisé comme chauffage domestique. La température est alors comprise typiquement entre 16°C et 35°C.

[0060] Le circuit de régulation tel que décrit dans l'invention permet de réguler l'ensemble du système de l'invention, en fonction des besoins des utilisateurs. Il permet ainsi de transformer du dioxyde de carbone à l'état liquide en dioxyde de carbone à l'état gazeux et inversement, selon les besoins. Ainsi, le système peut être équilibré en termes de demande en énergie et en termes d'approvisionnement en énergie, ce qui permet à ce système d'être réglé de façon dynamique et donc de fonctionner de façon optimale.

[0061] Le dispositif de génération d'énergie électrique de l'invention est particulièrement intéressant par le fait qu'il permet d'une part de transformer de l'énergie thermique en énergie électrique, cette énergie thermique pouvant provenir de sources dont l'énergie n'est souvent pas utilisée. D'autre part, ce dispositif de génération d'énergie électrique permet en outre de réguler les flux de dioxyde de carbone circulant dans les différentes branches du système de transport et de distribution d'énergie thermique, ce qui permet de maintenir ce système en état de fonctionnement, quelles que soient les conditions dans lesquelles ce système se trouve. En particulier, il est possible d'adapter en temps réel, les flux lors de modifications des besoins en énergie pour la production d'air conditionné, de réfrigération, de production d'eau chaude ou de chauffage. Cette adaptation en temps réel permet une production et une utilisation optimale de l'énergie disponible, sous forme d'énergie thermique et sous forme d'énergie électrique.

[0062] Selon une variante, les dispositifs de transformation 15 peuvent utiliser de l'énergie renouvelable, telle que de l'énergie solaire, ou de l'énergie provenant des sources d'énergie du système. En particulier, ils peuvent utiliser une partie de l'énergie produite par le dispositif de cogénération. L'ensemble du système peut donc fonctionner avec des sources d'énergie qui ne sont généralement pas utilisées ou des sources d'énergie renouvelables, rendant ainsi ce système particulièrement intéressant du point de vue économique et écologique.

[0063] Le système de l'invention a été décrit avec du dioxyde de carbone comme fluide caloporteur. Ce dernier est intéressant de par ses propriétés. En effet, il subit une transition de phase à des températures et des pressions atteignables dans des installations techniquement réalisables. Il ne subit pas de transformation vers l'état solide dans les conditions d'utilisation habituelles du système. Il bénéficie d'une enthalpie massique importante. Il n'est pas toxique, se trouve en quantités abondantes et les coûts liés à son utilisation sont relativement faibles. D'autres fluides caloporteurs ne sont toutefois pas exclus. Il est en effet envisageable d'utiliser des fluides caloporteurs ayant des propriétés équivalentes, et en particulier des mélanges de différents fluides.

Revendications

1. Système de génération d'énergie électrique comportant un circuit (11) de transport et de distribution

d'énergie thermique, un circuit de cogénération (23) connecté matériellement au circuit de transport et de distribution d'énergie thermique et un circuit utilisateur (24) connecté thermiquement audit circuit de cogénération (23), **caractérisé en ce que**

• le circuit de transport et de distribution d'énergie thermique comporte au moins une branche, dite branche froide (13), dans laquelle un premier fluide caloporteur circule à l'état liquide, au moins une branche, dite branche chaude (12), dans laquelle ledit premier fluide caloporteur circule à l'état gazeux et une branche, dite branche de régulation (14), ayant une connexion matérielle d'une part avec ladite branche chaude (12) et d'autre part avec ladite branche froide (13), ladite branche de régulation (14) contenant un mélange dudit premier fluide caloporteur à l'état liquide et à l'état gazeux ; et
• **en ce que** le circuit de cogénération (23) comporte un échangeur de chaleur (25) recevant du fluide caloporteur de ladite branche chaude (12), cet échangeur de chaleur (25) étant agencé pour transmettre de l'énergie thermique audit circuit utilisateur (24), et une turbine (27) disposée entre ledit échangeur de chaleur (25) et ledit circuit de transport et de distribution d'énergie thermique.

2. Système de génération d'énergie électrique selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le circuit de cogénération (23) comporte en outre un compresseur (26) disposé entre la branche chaude (12) du circuit et ledit échangeur de chaleur (25).

3. Système de génération d'énergie électrique selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** l'échangeur de chaleur (25) comporte une entrée connectée matériellement à une sortie dudit compresseur (26).

4. Système de génération d'énergie électrique selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** l'échangeur de chaleur (25) comporte une sortie connectée matériellement à une entrée (28) de ladite turbine (27).

5. Système de génération d'énergie électrique selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** ladite turbine (27) comporte un organe mobile et un alternateur, ledit organe mobile étant mis en mouvement par un flux de fluide caloporteur à l'état gazeux et/ou à l'état liquide.

6. Système de génération d'énergie électrique selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** ladite turbine (27) comporte une sortie (29) de fluide caloporteur, cette sortie étant connectée matériellement à l'une des branches chaude (12) ou de régulation (14) du circuit (11) de transport et de distribution d'énergie thermique.

7. Système de génération d'énergie électrique selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la turbine (27) comporte une chambre de détente et **en ce que** l'entrée (28) de la turbine (27) reçoit du fluide caloporteur au moins partiellement sous forme gazeuse, ce fluide caloporteur gazeux subissant une détente dans ladite chambre de détente de la turbine (27).

8. Procédé de génération d'énergie électrique dans un système comportant un circuit (11) de transport et de distribution d'énergie thermique, un circuit de cogénération (23) connecté matériellement au circuit (11) de transport et de distribution d'énergie thermique et un circuit utilisateur (24) connecté thermiquement audit circuit de cogénération (23), dans lequel

• le circuit (11) de transport et de distribution d'énergie thermique comporte au moins une branche, dite branche froide (13), dans laquelle un premier fluide caloporteur circule à l'état liquide, au moins une branche, dite branche chaude (12), dans laquelle ledit premier fluide caloporteur circule à l'état gazeux et une branche, dite branche de régulation (14), ayant une connexion matérielle d'une part avec ladite branche chaude (12) et d'autre part avec ladite branche froide (13), ladite branche de régulation (14) contenant un mélange dudit premier fluide caloporteur à l'état liquide et à l'état gazeux ; et
• en ce que le circuit de cogénération (23) comporte un compresseur (26) agencé pour prélever du fluide caloporteur de ladite branche chaude (12) du circuit (11) de transport et de distribution d'énergie thermique, un échangeur de chaleur (25) agencé pour transmettre de l'énergie thermique audit circuit utilisateur (24) et une turbine (27) disposée entre ledit échangeur de chaleur (25) et ledit circuit (11) de transport et de distribution d'énergie thermique,

ce procédé étant **caractérisé en ce qu'**il comporte les étapes consistant à :

• prélever du fluide caloporteur à l'état gazeux de la branche chaude (12) du circuit ;
• introduire ledit fluide caloporteur à l'état gazeux dans ledit échangeur de chaleur (25), dans lequel ce fluide caloporteur cède une partie de sa chaleur à un second fluide caloporteur ;
• extraire le premier fluide caloporteur de l'échangeur de chaleur (25) et le transférer à l'entrée (28) de ladite turbine (27), dans laquelle le flux de fluide caloporteur génère un déplacement d'un organe mobile, le déplacement de cet organe mobile étant converti en énergie électrique au moyen d'un alternateur ;

• transférer le fluide caloporteur sortant de la turbine (27) à l'une des branches du circuit.

9. Procédé de génération d'énergie électrique selon la revendication 8, **caractérisé en ce qu'**il comporte une étape de compression du fluide caloporteur à l'état gazeux avant son introduction dans ledit échangeur de chaleur (25).

10. Procédé de génération d'énergie électrique selon la revendication 8, caractérisé en ce ledit fluide caloporteur sortant de la turbine (27) est transféré à la branche chaude (12) ou de régulation (14) du circuit.

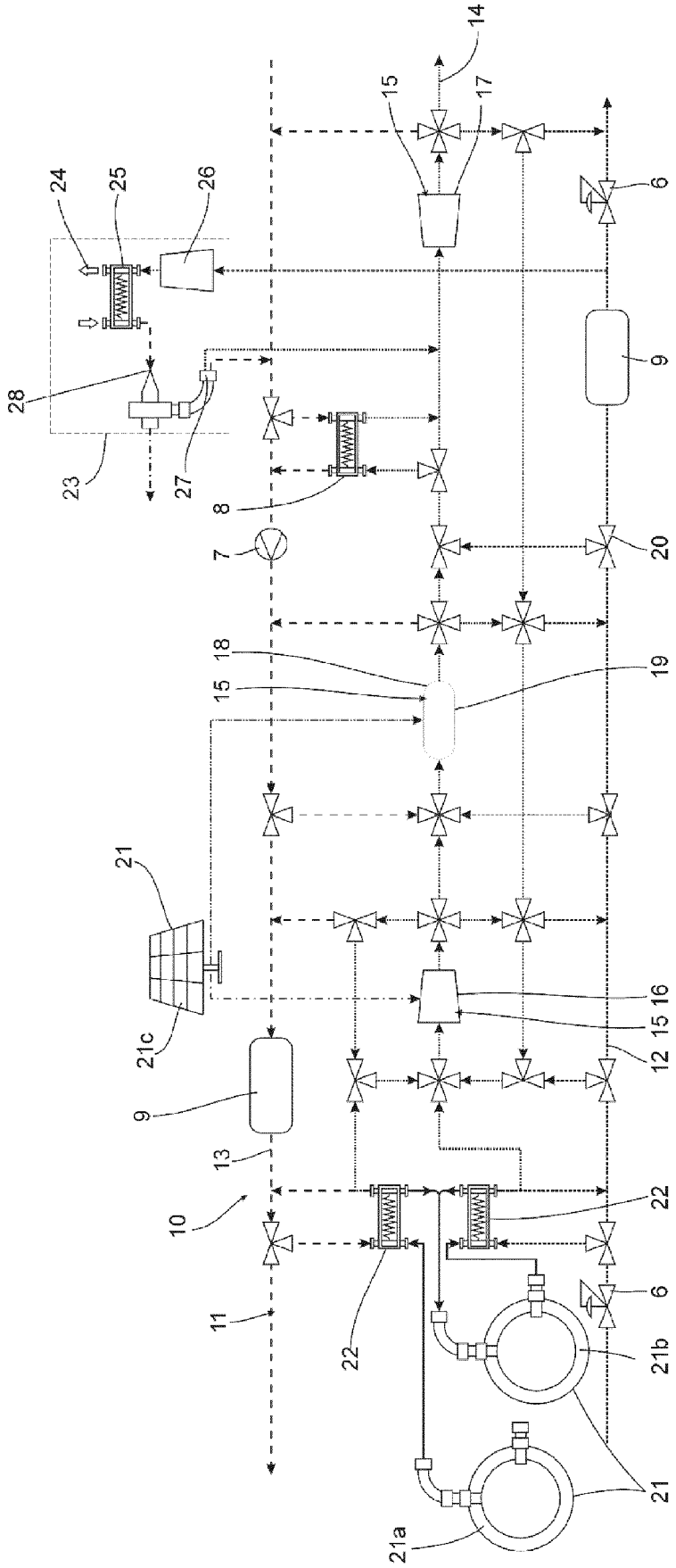
14
15
17
6
24
25
26
9
28
23
27
8
7
20
18
15
19
21
16
15
12
21c
9
13
10
22
11
22
6
21b
21
21a

Fig. 1

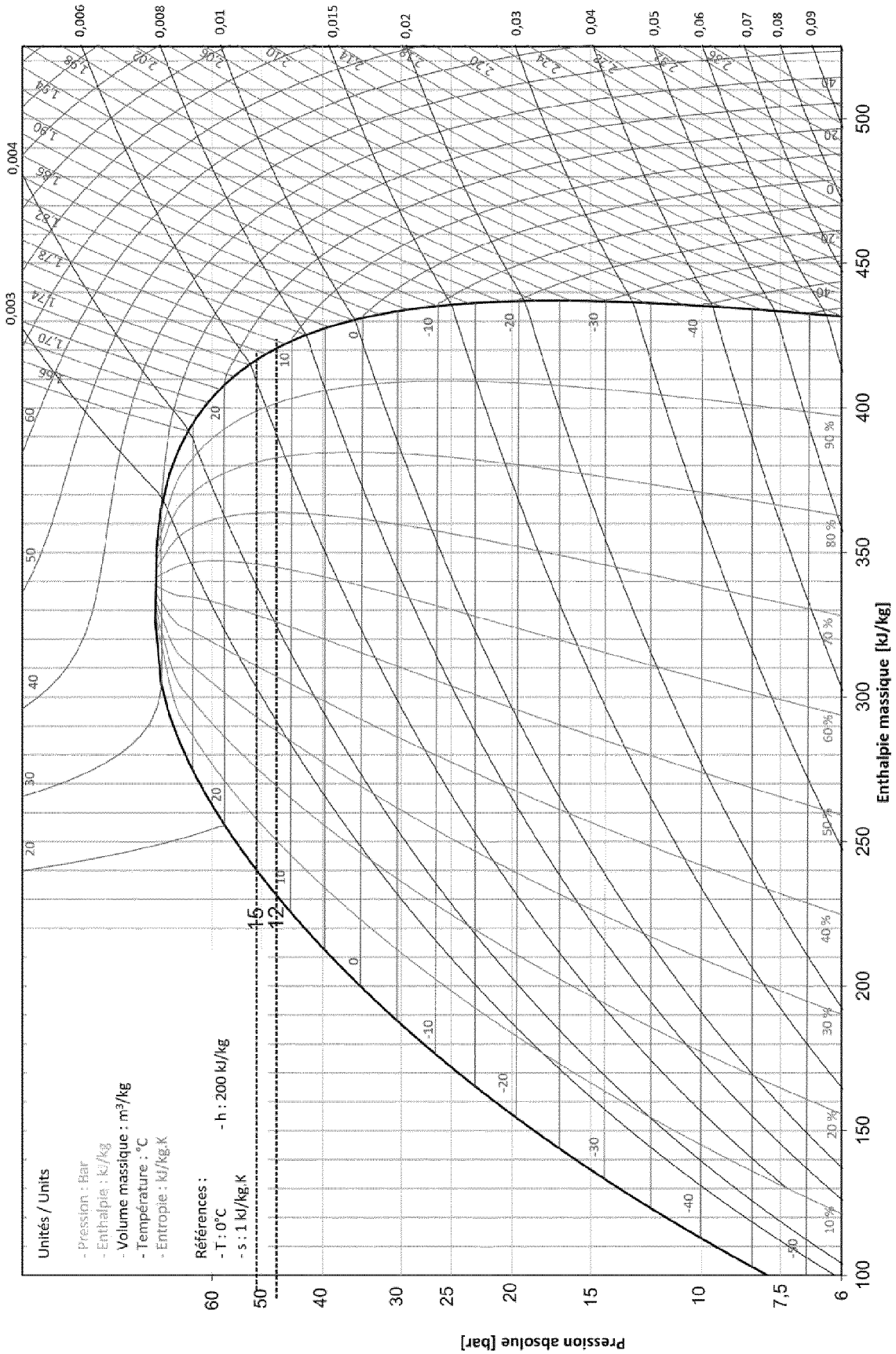
Unités / Units
- Pression : Bar
- Enthalpie : kJ/kg
- Volume massique : m³/kg
- Température : °C
- Entropie : kJ/kg.K
Références :
- T : 0°C
- h : 200 kJ/kg
- s : 1 kJ/kg.K
Pression absolue [bar]
Enthalpie massique [kJ/kg]

Fig. 2

Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande
EP 23 15 2785

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (IPC)
X	US 2016/146517 A1 (VAN BEVEREN [NL]) 26 mai 2016 (2016-05-26) * alinéas [0032] - [0039]; figures 1,2 *	1-10	INV. F01K17/00 F01K17/02
X	EP 0 099 501 A2 (BBC BROWN BOVERI & CIE [DE]) 1 février 1984 (1984-02-01) * page 8, ligne 31 - page 16, ligne 34; figures 1/5-5/5 *	1-10	
X	US 2017/248039 A1 (AUMANN RICHARD [DE] ET AL) 31 août 2017 (2017-08-31) * alinéas [0042] - [0050]; figures 1,2 *	1-10	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC)
			F01K

Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications

Lieu de la recherche	Date d'achèvement de la recherche	Examinateur
Munich	17 juillet 2023	Röberg, Andreas

CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES

X : particulièrement pertinent à lui seul
Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie
A : arrière-plan technologique
O : divulgation non-écrite
P : document intercalaire

T : théorie ou principe à la base de l'invention
E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date
D : cité dans la demande
L : cité pour d'autres raisons
.....
& : membre de la même famille, document correspondant

EPO FORM 1503 03.82 (P04C02)

ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET EUROPEEN NO. EP 23 15 2785

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche européenne visé ci-dessus.
Lesdits members sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets.

17-07-2023

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 2016146517 A1	26-05-2016	AU 2014287898 A1	04-02-2016
		AU 2014288913 A1	21-01-2016
		BE 1021700 B1	11-01-2016
		BR 112016000329 A2	30-01-2018
		CA 2915555 A1	15-01-2015
		CA 2917809 A1	15-01-2015
		CN 105378234 A	02-03-2016
		CN 105745401 A	06-07-2016
		CY 1119686 T1	04-04-2018
		CY 1120514 T1	10-07-2019
		DK 3019717 T3	27-11-2017
		DK 3033498 T3	22-05-2018
		EA 201600092 A1	30-06-2016
		EA 201690192 A1	29-07-2016
		EP 3019717 A2	18-05-2016
		EP 3033498 A1	22-06-2016
		ES 2649166 T3	10-01-2018
		ES 2672308 T3	13-06-2018
		HK 1217358 A1	06-01-2017
		HR P20171877 T1	23-03-2018
		HR P20180961 T1	10-08-2018
		HU E035684 T2	28-05-2018
		HU E038186 T2	28-09-2018
		JP 6401262 B2	10-10-2018
		JP 2016524120 A	12-08-2016
		JP 2016531263 A	06-10-2016
		LT 3019717 T	11-12-2017
		LT 3033498 T	25-06-2018
		NO 3019717 T3	10-02-2018
		NO 3033498 T3	01-09-2018
		PL 3019717 T3	30-03-2018
		PL 3033498 T3	28-09-2018
		PT 3019717 T	14-11-2017
		PT 3033498 T	08-06-2018
		SI 3019717 T1	31-01-2018
		SI 3033498 T1	31-08-2018
		TR 201809284 T4	23-07-2018
		US 2016146058 A1	26-05-2016
		US 2016146517 A1	26-05-2016
		WO 2015004515 A2	15-01-2015
		WO 2015005768 A1	15-01-2015
EP 0099501 A2	01-02-1984	AT E26869 T1	15-05-1987
		DE 3226429 A1	19-01-1984
		EP 0099501 A2	01-02-1984

EPO FORM P0460

Pour tout renseignement concernant cette annexe : voir Journal Officiel de l'Office européen des brevets, No.12/82

ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET EUROPEEN NO. EP 23 15 2785

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche européenne visé ci-dessus.
Lesdits members sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets.

17-07-2023

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 2017248039 A1	31-08-2017	EP 2538040 A1	26-12-2012
		US 2017248039 A1	31-08-2017
		WO 2013010610 A1	24-01-2013

EPO FORM P0460

Pour tout renseignement concernant cette annexe : voir Journal Officiel de l'Office européen des brevets, No.12/82

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.

Littérature non-brevet citée dans la description

- **RALUCA SUCIU ; PAUL STADLER ; ARAZ ASHOURI ; FRANÇOIS MARÉCHAL.** Towards energy-autonomous cities using CO2 networks and Power to Gas storage. *Proceedings of ECOS 2016 » et présenté à la « 29th International Conférence on Efficiency, Cost, Optimization, Simulation and Environmental Impact of energy systems, Postoroz, Slovenia,* 23 Juin 2016 **[0008]**