

(19)



(11)

EP 4 350 129 B1

(12)

FASCICULE DE BREVET EUROPEEN

(45) Date de publication et mention de la délivrance du brevet:

02.07.2025 Bulletin 2025/27

(51) Classification Internationale des Brevets (IPC):

F01K 9/00^(2006.01) F01K 25/10^(2006.01)

F25B 17/02^(2006.01) F25B 30/04^(2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **23201246.8**

(52) Classification Coopérative des Brevets (CPC):

F01K 9/003; F01K 25/10; F25B 17/02; F25B 30/04

(22) Date de dépôt: **02.10.2023**

(54) **SYSTÈME DE PRODUCTION D'ÉNERGIE PAR CYCLE DE RANKINE ORGANIQUE ET CYCLE À ABSORPTION INTÉGRÉS**

SYSTEM ZUR ENERGIEERZEUGUNG MIT EINEM ORGANISCHEN RANKINE-ZYKLUS UND INTEGRIERTEM ABSORPTIONSZYKLUS

INTEGRATED ORGANIC RANKINE CYCLE AND ABSORPTION CYCLE POWER GENERATION SYSTEM

(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

(30) Priorité: **04.10.2022 FR 2210128**

(43) Date de publication de la demande:

10.04.2024 Bulletin 2024/15

(73) Titulaire: **Commissariat à l'Énergie Atomique et aux Énergies Alternatives
75015 Paris (FR)**

(72) Inventeur: **PHAN, Hai Trieu**

38054 GRENOBLE Cedex 09 (FR)

(74) Mandataire: **Hautier IP**

**20, rue de la Liberté
06000 Nice (FR)**

(56) Documents cités:

CN-A- 104 236 161 US-A1- 2012 102 996

US-A1- 2012 125 002 US-A1- 2016 108 763

US-B2- 11 248 499

EP 4 350 129 B1

Il est rappelé que: Dans un délai de neuf mois à compter de la publication de la mention de la délivrance du brevet européen au Bulletin européen des brevets, toute personne peut faire opposition à ce brevet auprès de l'Office européen des brevets, conformément au règlement d'exécution. L'opposition n'est réputée formée qu'après le paiement de la taxe d'opposition. (Art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

Description

DOMAINE TECHNIQUE

[0001] La présente invention concerne un système de production d'énergie associant un cycle de Rankine organique et un cycle à absorption. L'invention trouvera plus particulièrement son application dans un objectif de récupération d'énergie et d'optimisation des rendements de production électrique d'un cycle ORC.

ETAT DE LA TECHNIQUE

[0002] Les systèmes de production d'électricité par cycles thermodynamiques sont largement connus. Notamment, les cycles Rankine organique (ORC) qui valorisent une source de chaleur, couramment une source de chaleur d'une température comprise entre 90°C et 200°C.

[0003] Ces systèmes ont besoin d'un refroidissement pour condenser la vapeur sortant de l'organe de détente (turbine). Ce refroidissement est généralement réalisé par un aérotherme ou une tour de refroidissement.

[0004] En été, lorsque l'ambiance est chaude, par exemple au-dessus de 35°C, la condensation en sortie de la turbine aura lieu à des hautes températures, par exemple jusqu'à 60°C, ce qui peut entraîner une perte significative de la production d'électricité.

[0005] On connaît des systèmes qui intègrent un cycle de Rankine organique et un cycle à absorption comme notamment le document EP2447483 qui prévoit un échangeur thermique unique ayant pour rôle d'être à la fois le condenseur du cycle de Rankine et l'évaporateur du cycle à absorption et dont le désorbeur du cycle à absorption est alimenté par le cycle de Rankine.

[0006] Le document CN104236161A montre aussi un exemple d'un système intégrant un cycle de Rankine organique et un cycle à absorption.

[0007] Le document US2016/108763 montre un cycle Rankine et un cycle à absorption qui sont connectés par un circuit intermédiaire.

[0008] Ces solutions bien que permettant d'optimiser le refroidissement du cycle de Rankine génèrent un rejet de chaleur par la machine à absorption qui se fait dans l'air ambiant présentant ainsi sensiblement les mêmes problématiques. Il existe donc le besoin de proposer un système de production d'énergie dont le rendement est optimisé.

RESUME

[0009] Pour atteindre cet objectif, selon un mode de réalisation on prévoit un Système de production d'énergie comprenant : - un cycle de Rankine organique (ORC) comprenant une première boucle de circulation d'un premier fluide de travail comprenant un dispositif de préchauffage, un premier évaporateur, un expanseur, un premier condenseur et une première pompe, - un

cycle à absorption comprenant une deuxième boucle de circulation d'une solution de travail comprenant un absorbeur, un générateur, un deuxième condenseur, une deuxième pompe et un deuxième évaporateur, caractérisé en ce que le système comprend un circuit intermédiaire apte à recevoir un fluide intermédiaire et assurant la connexion thermique du cycle ORC et du cycle à absorption et sur lequel sont agencés le deuxième condenseur et/ou l'absorbeur et le dispositif de préchauffage.

[0010] Le circuit intermédiaire permet de récupérer le rejet de chaleur en sortie des composants absorbeur et condenseur du cycle à absorption pour préchauffer le premier fluide de travail du cycle ORC, cela permet également d'assurer un refroidissement satisfaisant des composants absorbeur et condenseur du cycle à absorption quelques soit les conditions climatiques pour permettre un fonctionnement dans les meilleures conditions de rendement.

[0011] Selon un autre aspect ; l'invention concerne un procédé de production d'énergie par un système tel que décrit ci-dessus comprenant : - la production d'énergie électrique par l'expanseur du cycle ORC, - un rejet de chaleur par l'absorbeur et le deuxième condenseur du cycle à absorption, caractérisé en ce que la chaleur rejetée par l'absorbeur et/ou le deuxième condenseur du cycle à absorption est transmise au dispositif de préchauffage du cycle ORC par le circuit intermédiaire.

[0012] Le procédé permet ainsi d'utiliser les rejets de chaleur de la machine à absorption pour alimenter le cycle ORC. L'invention est définie par les caractéristiques des revendications indépendantes.

BREVE DESCRIPTION DES FIGURES

[0013] Les buts, objets, ainsi que les caractéristiques et avantages de l'invention ressortiront mieux de la description détaillée d'un mode de réalisation de cette dernière qui est illustré par les dessins d'accompagnement suivants dans lesquels :

La figure 1 représente l'architecture du système de production d'énergie selon un mode de réalisation de l'invention.

[0014] Les dessins sont donnés à titre d'exemples et ne sont pas limitatifs de l'invention. Ils constituent des représentations schématiques de principe destinées à faciliter la compréhension de l'invention et ne sont pas nécessairement à l'échelle des applications pratiques.

DESCRIPTION DÉTAILLÉE

[0015] Avant d'entamer une revue détaillée de modes de réalisation de l'invention, sont énoncées ci-après des caractéristiques optionnelles qui peuvent éventuellement être utilisées en association ou alternativement :

- Selon un exemple, le circuit intermédiaire 300 comprend un premier échangeur thermique inter-

médiaire 300 assurant un transfert thermique entre le circuit intermédiaire 300 et un fluide de récupération 502. Selon le fonctionnement du cycle ORC, la récupération du rejet de chaleur des composants absorbeur et/ou condenseur du cycle à absorption pour préchauffer le premier fluide de travail du cycle ORC peut être totale ou partielle, dans ce dernier cas, le premier échangeur thermique intermédiaire permet de compléter le refroidissement du fluide intermédiaire circulant dans le circuit intermédiaire avant de récupérer à nouveau de la chaleur dans l'absorbeur et/ou le condenseur,

- Selon un exemple, le fluide de récupération 502 est issu d'un aérotherme ou d'une tour de refroidissement,
- Alternativement, le fluide de récupération 502 est destiné à alimenter un circuit d'eau chaude sanitaire,
- Selon un exemple, le deuxième évaporateur 205 et le premier condenseur 106 sont connectés thermiquement de sorte que le deuxième évaporateur 205 transmette sa production de froid au premier condenseur 106 assurant la condensation du premier fluide de travail dans le premier condenseur 106,
- Selon un exemple, le système comprend une source froide 501 assurant la connexion thermique du deuxième évaporateur 205 du cycle à absorption 200 vers le premier condenseur 106 du cycle ORC 100,
- Selon un exemple, le cycle à absorption 200 comprend une source à refroidir 500 alimentant le deuxième évaporateur 205, et une source froide 500 en sortie du deuxième évaporateur 205 destinée à alimenter le premier condenseur 106,
- Alternativement, le premier condenseur 106 et le deuxième évaporateur 205 sont mutualisés dans un échangeur thermique commun entre le cycle ORC 100 et le cycle à absorption 200. On entend par là que la fonction de premier condenseur et la fonction de deuxième évaporateur sont réalisées par un échangeur thermique commun au cycle ORC et au cycle à absorption, le système comprend un échangeur thermique unique agissant comme condenseur du cycle ORC et comme évaporateur du cycle à absorption.
- Selon un exemple, le cycle ORC 200 comprend une première source de chaleur 400 alimentant le premier évaporateur 104 et dans lequel le cycle à absorption 200 comprend une deuxième source de chaleur 405 alimentant le générateur 203, la première source de chaleur 400 et la deuxième source de chaleur 405 étant connectées thermiquement,
- Selon un exemple, le système comprend un deuxième échangeur thermique intermédiaire 404 configuré pour assurer la connexion thermique de la première source de chaleur 400 et la deuxième source de chaleur 405,
- Avantagusement, le procédé comprend le transfert thermique de la production de froid du deuxième

évaporateur 205 du cycle à absorption 200 au profit du premier condenseur 106 du cycle ORC 100.

[0016] Le procédé permet ainsi une intégration optimisée du cycle à absorption dans laquelle la condensation du premier fluide de travail dans le premier condenseur est optimisée par l'utilisation du froid produit par le cycle à absorption. Cette disposition est particulièrement utile pour assurer une condensation correcte dans le premier condenseur et cela d'autant plus quand les conditions climatiques, en été, ne fournissent pas une température d'air ambiant suffisamment basse.

[0017] L'amont et l'aval, l'entrée, la sortie, en un point donné sont pris en référence au sens de circulation du fluide.

[0018] On entend par « connecté fluidiquement » ou « en connexion fluidique », lorsqu'une ligne assure une connexion par ou dans laquelle circule un fluide.

[0019] L'expression « A fluidiquement connecté à B » ou encore « A fluidiquement raccordé à B » est synonyme de « A est en connexion fluidique avec B » et ne signifie pas nécessairement qu'il n'existe pas d'organe entre A et B. Ainsi, ces expressions s'entendent d'une connexion fluidique entre deux éléments, cette connexion pouvant ou non être directe. Cela signifie qu'il est possible qu'entre un premier élément et un deuxième élément qui sont fluidiquement connectés, un parcours d'un fluide existe par un ou des conduits, éventuellement un organe supplémentaire.

[0020] Les expressions « agencée sur » ou « sur » sont synonymes de « raccordé fluidiquement à ».

[0021] À l'inverse, le terme « fluidiquement connecté directement » s'entend d'une connexion fluidique directe entre deux éléments. Cela signifie qu'entre un premier élément et un deuxième élément qui sont fluidiquement connectés directement aucun autre élément n'est présent, autre qu'un conduit ou plusieurs conduits.

[0022] On entend par « A est connecté thermiquement à B » ou « A est en connexion thermique avec B » que de l'énergie thermique circule entre A et B avec un sans connexion fluidique.

[0023] On entend par chaud, froid, refroidi, réchauffé, une température relative par rapport à un autre point du système.

[0024] On entend par un paramètre "sensiblement égal/supérieur/inférieur à" ou "de l'ordre de" une valeur donnée, que ce paramètre est égal/supérieur/inférieur à la valeur donnée, à plus ou moins 10 % près, voire à plus ou moins 5 % près, de cette valeur.

[0025] L'usage de l'article indéfini " un " ou " une " pour un élément ou une étape n'exclut pas, sauf mention contraire, la présence d'une pluralité de tels éléments ou étapes.

[0026] Les termes "premier", "deuxième" et "troisième", etc. sont utilisés simplement comme des étiquettes, et ne sont pas destinés à imposer des exigences numériques sur leurs objets.

[0027] Le système selon l'invention comprend un cycle

organique de Rankine 100 et un cycle à absorption 200.

[0028] Le système comprend un cycle organique de Rankine 100 (Organic Rankine Cycle, ORC, en anglais) également dénommé dans la suite cycle de Rankine 100, qui permet notamment de produire une puissance mécanique à partir d'une source chaude à basse ou moyenne température. Le cycle de Rankine 100 permet de valoriser l'énergie thermique en transformant l'énergie thermique en énergie mécanique. À titre d'exemple, l'énergie thermique est issue de l'industrie de transformation (métallurgie, chimie, papeterie...) avec les rejets thermiques à basse température, du transport avec moteur thermique dans lequel on a des besoins de chaleur : automobile, bateau, ou du solaire à concentration, ou de la biomasse ou de la géothermie.

[0029] Selon un mode de réalisation de l'invention, le cycle de Rankine 100 comprend un expanseur 105 et une première pompe 107 agencés en série avec un premier évaporateur 104 et un premier condenseur 106 et avantageusement selon l'invention un dispositif de préchauffage. Le cycle de Rankine 100 comprend une première boucle de circulation 101 destinée à recevoir un fluide de travail. Avantageusement, la première boucle de circulation 101 assure la connexion fluidique des constituants du cycle de Rankine 100 de sorte que le fluide de travail les traverse préférentiellement successivement dans l'ordre si après, le dispositif de préchauffage, plus précisément le premier échangeur de préchauffage 102 puis le deuxième échangeur de préchauffage 103, le premier évaporateur 104, l'expanseur 105, le premier condenseur 106 et la première pompe 107, puis à nouveau le dispositif de préchauffage. La boucle de circulation 101 est avantageusement un circuit fermé.

[0030] Le cycle de Rankine 100 comprend avantageusement un fluide de travail. Le fluide de travail peut être un fluide pur. Selon un mode de réalisation, le fluide de travail est un mélange de fluides, au moins deux fluides, voire plus. Le fluide de travail est de préférence organique. Le fluide de travail est par exemple le fluide R1233zd.

[0031] Selon un aspect de l'invention, le cycle de Rankine 100 comprend un dispositif de préchauffage. Selon une possibilité, le dispositif de préchauffage comprend au moins un premier échangeur de préchauffage 102. Préférentiellement, le dispositif de préchauffage comprend un deuxième échangeur de préchauffage 103. Le premier échangeur de préchauffage 102 et éventuellement le deuxième échangeur de préchauffage 103 sont des échangeurs thermiques agencés sur la première boucle de circulation 101 du cycle de Rankine 100. Le dispositif de préchauffage est configuré pour chauffer le fluide de travail jusqu'à la température de vaporisation c'est-à-dire en d'autres termes jusqu'à l'apparition de la première bulle de vapeur. Le fluide de travail entre dans le dispositif de préchauffage à l'état liquide comprimé et ressort en début d'état diphasique (liquide-vapeur).

[0032] Avantageusement, le dispositif de préchauf-

fage est connecté fluidiquement à la première pompe 107 et au premier évaporateur 104. Préférentiellement, la première boucle de circulation 101 comprend une connexion fluidique D agencée entre la première pompe 107 et le premier échangeur thermique 102 et permettant l'entrée du fluide de travail dans le premier échangeur de préchauffage 102, préférentiellement directement, depuis la sortie de la première pompe 107.

[0033] Selon le mode de réalisation illustré en figure 1, la première boucle de circulation 101 comprend une connexion fluidique E agencée entre le premier échangeur de préchauffage 102 et le deuxième échangeur de préchauffage 103 et permettant l'entrée du fluide de travail dans le deuxième échangeur de préchauffage 103, préférentiellement directement, depuis la sortie du premier échangeur de préchauffage 102. Suivant ce mode de réalisation, la première boucle de circulation 101 comprend une connexion fluidique F agencée entre le deuxième échangeur de préchauffage 103 et le premier évaporateur 104 et permettant la sortie du fluide de travail hors dispositif de préchauffage, préférentiellement directement, vers le premier évaporateur 104. Dans le cas, non représentée où le dispositif de préchauffage comprend uniquement le premier échangeur de préchauffage 102, c'est celui-ci qui est en connexion fluidique avec le premier évaporateur 104 pour assurer, préférentiellement directement, l'entrée du fluide de travail dans le premier évaporateur 104, depuis la sortie du dispositif de préchauffage.

[0034] Avantageusement, selon l'invention, le premier échangeur de préchauffage 102 est thermiquement couplé au circuit intermédiaire 300 jouant le rôle de source de chaleur.

[0035] Dans le mode de réalisation comprenant le deuxième échangeur de préchauffage 103, celui-ci est thermiquement couplé à une source de chaleur. Selon une possibilité préférée, la source de chaleur est préférentiellement la première source de chaleur 400 qui peut avoir déjà traversée le premier évaporateur 104.

[0036] Le cycle de Rankine comprend également un premier évaporateur 104. Le premier évaporateur 104 est un échangeur thermique agencé sur la première boucle de circulation 101 de cycle de Rankine 100. Le premier évaporateur 104 est configuré pour évaporer complètement le fluide de travail. Préférentiellement, le fluide de travail ressort légèrement surchauffé de sorte à ne pas envoyer à l'expanseur 105 des gouttelettes de liquide.

[0037] Le premier évaporateur 104 est thermiquement couplé à une source de chaleur 400. Le premier évaporateur 104 comprend une entrée et une sortie de source de chaleur 400 permettant l'apport de chaleur nécessaire à la surchauffe du fluide de travail. À titre d'exemple, la température de la source de chaleur 400 est inférieure à 200 °C.

[0038] Avantageusement, le premier évaporateur 104 est connecté fluidiquement au dispositif de préchauffage et à l'expanseur 105. La première boucle de circulation

101 comprend une connexion fluïdique F agencée entre le dispositif de préchauffage, plus précisément le deuxième échangeur de préchauffage 103, et le premier évaporateur 104 permettant l'entrée du fluïde de travail dans le premier évaporateur 104, préférentiellement directement, depuis le dispositif de préchauffage, plus précisément depuis la sortie du deuxième échangeur de préchauffage 103. La première boucle de circulation 101 comprend une connexion fluïdique A agencée entre le premier évaporateur 104 et l'expandeur 105 permettant l'entrée du fluïde de travail dans l'expandeur 105, préférentiellement directement, depuis la sortie du premier évaporateur 104. Préférentiellement, l'entrée du premier évaporateur 104 est connectée fluïdiquement à la sortie du dispositif de préchauffage et la sortie du premier évaporateur 104 est connectée fluïdiquement à l'entrée de l'expandeur 105.

[0039] Le cycle de Rankine comprend également un expandeur 105 tel que par exemple une machine volumétrique de détente ou une turbine. Cet expandeur 105 permet de détente le fluïde de travail et de produire une énergie mécanique à partir de cette détente. Le fluïde de travail entre dans l'expandeur 105 sous forme de vapeur comprimée haute pression et ressort de l'expandeur 105 sous forme de vapeur détendue basse pression. Dans un mode de réalisation, cette énergie est récupérée sur un arbre tournant. Cette énergie mécanique peut ensuite être récupérée sous forme électrique au niveau d'un alternateur situé sur ledit arbre tournant ou d'un compresseur ou d'une pompe permettant l'utilisation de l'énergie mécanique directement. L'expandeur 105 est par exemple dérivé d'une machine volumétrique de détente conventionnelle de l'industrie frigorifique, d'autres turbomachines ou machines volumétriques spécifiques seront plus cependant plus efficaces.

[0040] L'expandeur 103 est connecté fluïdiquement au premier évaporateur 104 et au premier condenseur 106. La première boucle de circulation 101 comprend une connexion fluïdique B agencée entre l'expandeur 105 et le premier condenseur 106, permettant l'entrée du fluïde de travail dans le premier condenseur 106, préférentiellement directement, depuis la sortie de l'expandeur 105. Préférentiellement, l'entrée de l'expandeur 105 est connectée fluïdiquement à la sortie du premier évaporateur 104 et la sortie de l'expandeur 105 est connectée fluïdiquement à l'entrée du premier condenseur 106.

[0041] Le cycle de Rankine 100 comprend également un premier condenseur 106. Le premier condenseur 106 est un échangeur thermique agencé sur la première boucle de circulation 101 du cycle de Rankine 100. Le premier condenseur 106 est configuré pour refroidir le fluïde de travail. Le fluïde de travail entre dans le condenseur 106 à l'état de vapeur détendue basse pression et ressort à l'état liquide, préférentiellement sous-refroidi pour éviter les risques de cavitation dans la pompe.

[0042] Le premier condenseur 106 est thermiquement couplé à une source froide 501 permettant de refroidir le fluïde de travail pour le condenser, voire le sous-refroidir.

Lors de ce refroidissement, la température de rosée est atteinte. Le refroidissement s'accompagne dès lors du phénomène de condensation. La source froide 501 est avantageusement issue du cycle à absorption décrit ci-après. La source froide 501 apporte le froid produit par l'évaporateur du cycle à absorption au premier condenseur 106 du cycle de Rankine 100.

[0043] Avantageusement, le premier condenseur 106 est connecté fluïdiquement à l'expandeur 105 et à la première pompe 107. La première boucle de circulation 101 comprend une connexion fluïdique C agencée entre le premier condenseur 106 et la première pompe 107 permettant l'entrée du fluïde de travail dans la première pompe 107, préférentiellement directement, depuis la sortie du premier condenseur 106. Préférentiellement, l'entrée du condenseur 106 est connectée fluïdiquement à la sortie de l'expandeur 105 et la sortie du premier condenseur 106 est connectée fluïdiquement à l'entrée de la première pompe 107.

[0044] Le cycle de Rankine 100 comprend également une première pompe 107. De préférence, elle permet au fluïde de travail d'être comprimé. Le fluïde de travail pénètre au niveau de la première pompe 107 à l'état liquide et ressort à l'état liquide comprimée haute pression. La première pompe 107 nécessite un apport d'énergie, classiquement sous forme d'électricité pour mettre en mouvement le fluïde de travail.

[0045] Avantageusement, la première pompe 107 est connectée fluïdiquement au premier condenseur 106 et au dispositif de préchauffage, plus préférentiellement au premier échangeur de préchauffage 102. La première boucle de circulation 101 comprend une connexion fluïdique D agencée entre la première pompe 107 et le dispositif de préchauffage et plus précisément avec le premier échangeur de préchauffage 102 permettant l'entrée du fluïde de travail dans le dispositif de préchauffage, préférentiellement directement, depuis la sortie de la première pompe 107. Préférentiellement, l'entrée de la première pompe 107 est connectée fluïdiquement à la sortie du premier condenseur 106 et la sortie de la première pompe 107 est connectée fluïdiquement à l'entrée du dispositif de préchauffage, plus précisément l'entrée du premier échangeur de préchauffage 102.

[0046] La première source de chaleur 400 pénètre dans le premier évaporateur 104 pour apporter de l'énergie assurant la vaporisation du fluïde de travail. Selon un mode de réalisation préféré, la première source de chaleur 400 forme au moins partiellement et préférentiellement totalement la source de chaleur alimentant le deuxième échangeur de préchauffage 103. À titre d'exemple, la source de chaleur 400 pénètre dans le premier évaporateur 104 à une température de l'ordre de 200°C et ressort du deuxième échangeur de préchauffage 103 à une température de l'ordre de 90 °C.

[0047] Le système selon l'invention comprend également un cycle à absorption 200.

[0048] Un cycle à absorption utilise des couples réfrigérant/sorbant présentant de fortes affinités afin de rem-

placer la compression de vapeur des machines traditionnelles de type pompe à chaleur. Cette solution présente de faibles consommations électriques, l'énergie principale étant issue de la source thermique, permettant de limiter le coût de fonctionnement dans le cas de la valorisation d'une source d'énergie à bas coût tel que le gaz par exemple ou gratuite (tel que l'énergie solaire ou le rejet de chaleur par exemple). De plus, les fluides frigorigènes utilisés dans les cycles à absorption ne présentent aucun impact environnemental : ni sur le réchauffement climatique (GWP pour Global warming potential = 0) ni sur la couche d'ozone (ODP pour Ozone depletion potential = 0).

[0049] Le cycle à absorption fonctionne grâce à une solution de travail. Ce type de cycle à absorption fonctionne grâce à la faculté de certains liquides d'absorber (réaction exothermique) et de désorber (réaction endothermique) une vapeur. Il utilise également le fait que la solubilité de cette vapeur dans le liquide dépende de la température et de la pression. Ainsi, un cycle à absorption utilise comme solution de travail comprenant un mélange binaire, dont l'un des composants est plus volatil que l'autre, et constitue le fluide frigorigène. À titre d'exemple, la solution de travail et le couple $\text{NH}_3/\text{H}_2\text{O}$. Le couple $\text{H}_2\text{O}/\text{LiBr}$ peut éventuellement également être utilisé.

[0050] Un cycle à absorption 200 comprend quatre échangeurs principaux (générateur 203, absorbeur 202, condenseur 204 et évaporateur 205), et avantageusement de un à trois échangeurs secondaires. Le rôle des trois échangeurs secondaires est d'améliorer les performances du cycle telles que : un rectifieur, un économiseur, un sous-refroidisseur. Selon une possibilité, le cycle à absorption comprend au moins un détendeur 206, et au moins une boucle à solution comprenant une pompe à solution 208 et une vanne de détente 207. Ce type de cycle fonctionne selon trois niveaux de température : un niveau de température basse correspondant à la production de froid à l'évaporateur 205, un niveau de température intermédiaire correspondant à la température de condensation du fluide frigorigène, mais également à celle d'absorption du fluide frigorigène par l'absorbant et un niveau de température élevé correspondant à la température motrice du générateur 203.

[0051] Le cycle à absorption 200 comprend une deuxième boucle de circulation de 201 configurée pour assurer la connexion fluide des différents composants du cycle à absorption. La deuxième boucle de circulation 201 est un circuit fermé destiné à recevoir la solution de travail.

[0052] Un cycle à absorption fonctionne pour une part à haute pression entre la pompe 208 en amont du générateur 203 et le détendeur 206, en aval du condenseur 204, et pour une autre part à basse pression entre le détendeur 206, en aval du condenseur 204 et la pompe 208 en amont du générateur 203.

[0053] Ce cycle thermodynamique est réalisable en raison de l'écart de pression de vapeur entre l'absorbant

et le fluide frigorigène qui est variable en fonction de la température et de la pression. Cette variabilité permet d'avoir un écart de concentration entre la solution pauvre et la solution riche décrites ci-après. L'avantage de ce cycle à absorption est que la compression mécanique est remplacée par une compression thermochimique qui utilise de la chaleur, c'est-à-dire une source d'énergie primaire dégradée. Le seul apport d'énergie primaire nécessaire se situe au niveau de la pompe à solution 208, mais son travail est environ 96 fois inférieur au travail que le compresseur de vapeur doit fournir pour des conditions de fonctionnement similaires.

[0054] Selon l'invention, le cycle à absorption comprend une solution de travail fluide frigorigène/absorbant comprenant selon une possibilité le couple Ammoniac/Eau ($\text{NH}_3/\text{H}_2\text{O}$). Les concentrations de la solution de travail et de l'absorbant dans la solution de travail sont adaptées à la pression et la température du traitement d'air et inférieures à la concentration de cristallisation de la solution. Selon une autre possibilité, la solution de travail comprend des liquides ioniques.

[0055] Ce couple $\text{NH}_3/\text{H}_2\text{O}$ est utilisable pour des applications de climatisation, mais aussi de réfrigération et il n'y a pas de cristallisation possible sur les plages de fonctionnement en pression et température. Par contre, pour ce couple, l'écart de pression de vapeur entre l'absorbant et le fluide frigorigène est faible. Il y a donc des traces d'eau emmenées avec la vapeur d'ammoniac en sortie du générateur 203 nécessitant parfois la présence d'un rectifieur.

[0056] La solution de travail est dite riche, car la concentration en fluide frigorigène est plus importante que dans la solution de travail dite pauvre.

[0057] Le cycle à absorption 200 du système selon l'invention comprend :

- un générateur 203 configuré pour vaporiser le fluide frigorigène. Le générateur 203 est connecté fluidiquement à l'absorbeur 202 et au condenseur 204. Avantageusement, le générateur 203 est raccordé fluidiquement à l'absorbeur 202. Le cycle à absorption comprend une connexion fluide K agencée entre le générateur 203 et l'absorbeur 204 pour permettre la sortie de la solution de travail pauvre vers l'absorbeur 202. Préférentiellement, le cycle à absorption 200 comprend une vanne de détente 207 agencée sur la connexion fluide K permettant de détendre la pression de la solution de travail dite pauvre avant qu'elle soit transmise. Le cycle à absorption comprend une connexion fluide J agencée entre l'absorbeur 204 et le générateur 203 pour permettre à la solution de travail riche de sortie de l'absorbeur 202 pour pénétrer dans le générateur 203. Préférentiellement, le cycle à absorption 200 comprend une pompe à solution 208 agencée sur la connexion fluide J pour mettre la solution de travail en circulation dans la deuxième boucle de circulation 201. La connexion fluide K et la conne-

xion fluïdique J font partie de la boucle de solution agencée entre le générateur 203 et l'absorbeur 202. Avantageusement, la pompe 208 est connectée fluïdiquement à un économiseur au travers duquel la solution de travail dite riche est réchauffée avant d'être transmise au générateur 203. Avantageusement, l'économiseur est un échangeur transmettant de la chaleur de la solution dite pauvre issue du générateur 203 vers la solution dite riche issue de l'absorbeur 202.

[0058] Avantageusement, le générateur 203 est raccordé fluïdiquement au deuxième condenseur 204 par une connexion fluïdique G permettant la sortie de la vapeur de fluïde frigorigène hors du générateur 203 vers le deuxième condenseur 204. Avantageusement, le générateur 203 comprend également une entrée et une sortie deuxième source de chaleur 405 permettant l'apport de chaleur nécessaire à la vaporisation du fluïde frigorigène.

[0059] Selon une possibilité non représentée, le cycle à absorption 200 peut comprendre un rectifieur disposé entre le générateur 203 et le condenseur 204, plus précisément sur la connexion fluïdique G. Le rectifieur permet d'enlever par condensation les traces d'eau entraînées avec le fluïde du dispositif.

[0060] Le cycle à absorption du système selon l'invention comprend :

- un deuxième condenseur 204 configuré pour condenser la vapeur de fluïde frigorigène. Le condenseur 204 est connecté fluïdiquement au générateur 203 et à l'évaporateur 205. Avantageusement, le cycle à absorption comprend une connexion fluïdique G permettant l'entrée de la vapeur de fluïde frigorigène dans le condenseur 204, préférentiellement directement depuis la sortie du générateur 203. Avantageusement, le condenseur 204 est raccordé fluïdiquement à un deuxième évaporateur 205. Préférentiellement, l'entrée du deuxième condenseur 204 est connectée fluïdiquement à la sortie du générateur 203 et la sortie du deuxième condenseur 204 est connectée fluïdiquement à l'entrée du deuxième évaporateur 205. Le cycle à absorption comprend une connexion fluïdique H permettant la sortie du fluïde frigorigène à l'état liquide du condenseur 204, vers l'entrée du deuxième évaporateur 205. Le cycle à absorption peut comprendre un détendeur 206 agencé sur cette connexion fluïdique H et configuré pour détendre le fluïde frigorigène à l'état liquide issu du condenseur 204. Le détendeur 206 amène le fluïde frigorigène à sa pression d'évaporation.

[0061] Avantageusement, le deuxième condenseur 204 comprend également une source de refroidissement. Le changement de phase du fluïde frigorigène de l'état vapeur à l'état liquide s'accompagne d'une

libération de chaleur. Avantageusement selon l'invention, la source de refroidissement du condenseur 204 est formée par le fluïde intermédiaire du circuit intermédiaire 300. La libération de chaleur produite par le condenseur 204 est transmise au fluïde intermédiaire circulant dans le circuit intermédiaire 300.

[0062] Avantageusement, le cycle à absorption peut comprendre un sous-refroidisseur agencé entre le condenseur 204 et l'évaporateur 205, et entre l'évaporateur 205 et l'absorbeur 202, plus précisément sur la connexion fluïdique H et sur une connexion fluïdique I en sortie de l'évaporateur. Le sous-refroidisseur permet de sous-refroidir le fluïde frigorigène en entrée de l'évaporateur 205 et de préchauffer le fluïde frigorigène à l'état de vapeur en sortie de l'évaporateur 205. Cet échangeur permet donc de réduire la taille du condenseur 204 et de l'évaporateur 205 et ainsi d'améliorer de manière notable les performances de la machine. La pertinence de ce composant est fonction des températures de fonctionnement, la taille de la machine et le coût des échangeurs.

[0063] Le cycle à absorption du système selon l'invention comprend :

- un deuxième évaporateur 205 configuré pour vaporiser le fluïde frigorigène. L'évaporateur 205 est connecté fluïdiquement au condenseur 203 et à l'absorbeur 202. Le cycle à absorption 200 comprend une connexion fluïdique I agencée entre la sortie de l'évaporateur 205 et l'entrée de l'absorbeur 202 et permettant la sortie de la vapeur de fluïde frigorigène de l'évaporateur 205, préférentiellement directement ou au travers d'un sous-refroidisseur vers l'entrée de l'absorbeur 202. Préférentiellement, l'entrée du deuxième évaporateur 205 est connectée fluïdiquement à la sortie du deuxième condenseur 204 et la sortie du deuxième évaporateur 205 est connectée fluïdiquement à l'entrée de l'absorbeur 202. Avantageusement, l'évaporateur 205 comprend également une entrée et une sortie d'une deuxième source à refroidir 500. Le changement de phase du fluïde frigorigène de l'état liquide à l'état vapeur s'accompagne d'une transmission de chaleur de la source à refroidir 500 au fluïde frigorigène. La source à refroidir 500 transmet des calories et voit ainsi sa température s'abaisser. L'évaporateur 205 est le lieu de la production de frigories.

[0064] Le cycle à absorption du système selon l'invention comprend :

- un absorbeur 202 configuré pour condenser la vapeur de fluïde frigorigène issue de l'évaporateur 205. L'absorbeur 202 est connecté fluïdiquement à l'évaporateur 205 et au générateur 203. Avantageusement, l'absorbeur 202 est raccordé fluïdiquement à l'évaporateur 205, plus précisément au sous-refroidisseur, par la connexion fluïdique I permettant l'entrée du fluïde frigorigène à l'état de vapeur dans

l'absorbeur 202. Avantageusement, l'absorbeur 202 et le générateur 203 sont connectés fluidiquement par la boucle de solution. Le changement de phase du fluide frigorigène de l'état vapeur à l'état liquide s'accompagne d'une libération de chaleur qui est transmise à une source de refroidissement. Avantageusement selon l'invention, la source de refroidissement de l'absorbeur 202 est formée par le circuit intermédiaire 300 et plus précisément par le fluide intermédiaire circulant. La chaleur produite par l'absorbeur 202 est évacuée au profit du circuit intermédiaire 300, plus précisément au profit du fluide intermédiaire circulant dans ledit circuit 300.

[0065] Selon un aspect de l'invention, le système comprend un circuit intermédiaire 300 apte à recevoir un fluide intermédiaire. Le circuit intermédiaire 300 est une boucle de circulation de fluide préférentiellement en circuit fermé. Le circuit intermédiaire 300 est configuré pour assurer la connexion thermique entre le cycle ORC 100 et le cycle à absorption 200. Le circuit intermédiaire 300 est destiné à alimenter le cycle ORC 100 en chaleur rejetée par le cycle à absorption 200. La chaleur rejetée par le cycle à absorption 200 par le l'absorbeur 202 et/ou le condenseur 204 est transmise au cycle ORC 100 par le circuit intermédiaire 300. La chaleur est transmise avantageusement au dispositif de préchauffage du cycle ORC 100 et notamment au premier échangeur de préchauffage 102. Le circuit intermédiaire 300 assure la circulation fluide du fluide intermédiaire successivement dans l'absorbeur 202 et/ou le condenseur 204 et dans le dispositif de préchauffage plus précisément dans le premier échangeur de préchauffage 102.

[0066] Préférentiellement, l'absorbeur 202 et le condenseur 204 sont agencés sur le circuit intermédiaire 300 successivement, c'est-à-dire en série, de sorte que le fluide intermédiaire circule dans l'absorbeur 202 pour récupérer la chaleur rejetée par celui-ci puis circule dans le condenseur 204 dans lequel le fluide intermédiaire récupère également la chaleur rejetée par celui-ci.

[0067] Selon une possibilité non représentée, le circuit intermédiaire peut comprendre le condenseur 204 et l'absorbeur 202 agencés en parallèle. Ainsi, il y a une récupération de la chaleur rejetée par l'absorbeur et le condenseur de manière indépendante permettant de choisir de récupérer l'un ou l'autre ou les deux.

[0068] Selon une possibilité non représentée, le circuit intermédiaire 300 comprend des dérives configurées pour permettre la circulation du fluide intermédiaire sans circuler dans l'absorbeur 202 ou le condenseur 204. Le circuit intermédiaire comprend la circulation dans l'absorbeur 202 ou dans sa première dérivation selon si la chaleur de l'absorbeur doit être ou non récupérée en fonction des besoins et des températures de points prédéfinis du système, puis la circulation dans le condenseur 204 ou dans sa deuxième dérivation selon si la chaleur de l'absorbeur doit être ou non récupérée en fonction des besoins et des températures de points pré-

définis du système.

[0069] Selon le mode de réalisation illustré, à titre d'exemple, le fluide intermédiaire pénètre dans l'absorbeur 202 à une température de l'ordre de 35°C et ressort de celui-ci à une température de l'ordre de 58°. Préférentiellement, le fluide intermédiaire pénètre à cette température dans le condenseur 204 et en ressort à une température de l'ordre 75°. Le fluide intermédiaire circule dans le dispositif de préchauffage du cycle ORC 100, notamment dans le premier échangeur de préchauffage 102. En fonction des besoins du cycle ORC, le fluide intermédiaire transmet plus ou moins de chaleur au cycle ORC 100.

[0070] Selon un mode de réalisation préféré, le circuit intermédiaire 300 comprend un premier échangeur intermédiaire 301 agencé sur le circuit intermédiaire 300 entre le cycle ORC 100 et le cycle à absorption 200, c'est-à-dire entre le dispositif de préchauffage et l'absorbeur 202 ou le condenseur 204, si l'absorbeur 202 n'est pas agencé sur le circuit intermédiaire 300. Le premier échangeur intermédiaire 301 est agencé en aval du dispositif de préchauffage et plus précisément du premier échangeur de préchauffage 102. Le premier échangeur intermédiaire 301 est agencé en amont de l'absorbeur 202, ou du condenseur 204 si l'absorbeur 202 n'est pas agencé sur le circuit intermédiaire 300. Le premier échangeur intermédiaire 301 permet d'utiliser la chaleur résiduelle du fluide intermédiaire en sortie du dispositif de préchauffage. Ainsi, si la récupération d'énergie thermique par le cycle ORC 100 n'est que partielle alors le premier échangeur intermédiaire 301 finit cette récupération thermique. Par exemple, un fluide de récupération circule dans le premier échangeur intermédiaire 301. Le fluide de récupération peut être une source de refroidissement tel qu'un flux d'air issu d'une tour de refroidissement ou bien d'un aérotherme. Selon une possibilité, le fluide de récupération est destiné à alimenter un réseau d'eau chaude sanitaire. Cette disposition permet à la fois d'utiliser l'ensemble de l'énergie thermique rejetée par le cycle à absorption 200 et d'assurer que le fluide intermédiaire puisse à nouveau jouer sa fonction de source froide auprès de l'absorbeur 202 et/ou du condenseur 204.

[0071] À titre d'exemple, le fluide intermédiaire est choisi parmi de l'eau ou de l'huile.

[0072] Le circuit intermédiaire 300 comprend une connexion fluide L agencée entre le condenseur 204 et le dispositif de préchauffage, plus précisément le premier échangeur de préchauffage 102 pour assurer la circulation du fluide intermédiaire entre la sortie du condenseur 204, préférentiellement directement, vers l'entrée du dispositif de préchauffage, plus précisément le premier échangeur de préchauffage 102. Le circuit intermédiaire 300 comprend une connexion fluide M agencée entre le dispositif de préchauffage, plus précisément le premier échangeur de préchauffage 102 et avantageusement le premier échangeur intermédiaire 301 pour assurer la circulation du fluide intermédiaire

entre la sortie dispositif de préchauffage, plus précisément le premier échangeur de préchauffage 102, vers, préférentiellement directement, l'entrée du premier échangeur intermédiaire 301. Le circuit intermédiaire 300 comprend une connexion fluïdique N agencée entre le premier échangeur intermédiaire 301 et l'absorbeur 202 pour assurer la circulation du fluïde intermédiaire depuis la sortie du premier échangeur intermédiaire 301 vers, préférentiellement directement, l'entrée de l'absorbeur 202. Le circuit intermédiaire comprend une connexion fluïdique O agencé entre l'absorbeur 202 et le condenseur 204 pour assurer la circulation du fluïde intermédiaire depuis la sortie de l'absorbeur 200 vers, préférentiellement directement, l'entrée du condenseur 204.

[0073] Selon un aspect de l'invention, le système comprend une connexion thermique supplémentaire entre le cycle ORC 100 et le cycle à absorption 200. Cette connexion thermique supplémentaire est en plus de la connexion thermique assurée par le circuit intermédiaire 300. Avantagement, le système comprend une connexion thermique entre le deuxième évaporateur 205 du cycle à absorption 200 et le premier condenseur 106 du cycle ORC 100. La connexion thermique est avantagement assurée par une source froide 501 issue du deuxième évaporateur 205 du cycle à absorption 200 vers le premier condenseur 106 du cycle ORC. Cette disposition est particulièrement utile pour assurer une température de source froide 501 au premier condenseur 106 suffisamment basse quelles que soient les conditions climatiques. En effet, le condenseur 106 du cycle ORC nécessite un refroidissement pour condenser la vapeur sortant de l'expansor 105. Notamment, lorsque l'ambiance est chaude par exemple au-dessus de 35°C, la condensation aura lieu à des hautes températures par exemple jusqu'à 60°C ce qui peut entraîner une perte significative de la production d'électricité. Le cycle à absorption 200 permet donc d'apporter un refroidissement additionnel grâce à un couplage thermique. Le deuxième évaporateur 205 du cycle à absorption 200 est utilisé pour refroidir la source froide 501 du premier condenseur 106 du cycle ORC 100. Une source à refroidir 500 circule au préalable dans le deuxième évaporateur 205 pour assurer l'évaporation de la solution de travail du cycle à absorption 200. La source de chaleur 500 cède de l'énergie thermique au cycle à absorption 200 et ressort refroidie du deuxième évaporateur 205 sous la forme d'une source froide 501. La source froide 501 alimente le premier condenseur 106 pour permettre une condensation optimale du fluïde de travail.

[0074] Avantagement, le système comprend une connexion fluïdique P agencée pour pénétrer dans le deuxième évaporateur 205 et assurer l'entrée de la première source à refroidir 500 dans le deuxième évaporateur 205. Avantagement, le système comprend une connexion fluïdique Q agencée entre le deuxième évaporateur 205 et le premier condenseur 106 pour assurer la circulation de la source froide 501 depuis la sortie de

l'évaporateur 205, préférentiellement directement, vers l'entrée du condenseur 106. Avantagement, le système comprend une connexion fluïdique R assurant la sortie de la source froide 501 hors du condenseur 106.

5 **[0075]** Selon une possibilité, le condenseur 106 peut comprendre une source froide complémentaire.

[0076] Selon une possibilité, la source à refroidir 500 est issue d'un circuit de refroidissement classiquement utilisé pour le refroidissement d'un cycle ORC. La source à refroidir 500 est choisie parmi un flux d'air issu d'un aérotherme ou d'une tour de refroidissement.

10 **[0077]** Selon une possibilité, la source à refroidir 500 et le fluïde de récupération 502 sont issus d'un même circuit de refroidissement alimenté par un aérotherme ou une tour de refroidissement.

15 **[0078]** À titre d'exemple, la source à refroidir 500 pénètre dans le deuxième évaporateur 205 à une température de l'ordre de 25°C. La source à refroidir 500 ressort sous forme de source froide 501 à une température de l'ordre de 20°C pour pénétrer dans le premier condenseur 106. La source froide 501 ressort du condenseur 106 à une température de l'ordre de 50°C.

20 **[0079]** Selon un autre aspect ; l'invention comprend une connexion thermique additionnelle entre le cycle ORC et le cycle à absorption 200. La connexion thermique additionnelle est destinée à assurer la connexion thermique entre le générateur 203 du cycle à absorption 200 et au moins le deuxième évaporateur 104 du cycle ORC 100. La connexion thermique additionnelle est configurée pour utiliser comme deuxième source de chaleur 405 du générateur 203 du cycle à absorption 200, la première source de chaleur 400 alimentant le premier évaporateur 104 du cycle ORC 100. Ainsi, l'ajout du cycle à absorption 200 au cycle ORC 100 ne nécessite pas d'avoir une nouvelle source de chaleur pour alimenter ledit cycle à absorption 200. La première source de chaleur 400 alimentant le premier évaporateur 104 peut être issue d'énergie renouvelable comme la géothermie, le solaire, d'énergie fatale comme l'énergie thermique résiduelle de procédé industrielle, ou encore d'énergie fossile. À titre d'exemple, la première source chaude 400 pénètre dans le premier évaporateur 104 à une température comprise entre 90° et 200°C. La source chaude 400 ressort du premier évaporateur 104 et traverse éventuellement le dispositif de préchauffage et plus précisément le deuxième échangeur de préchauffage 103. La source de chaleur 400 ressort à titre d'exemple à une température de l'ordre de 90°C. Le système selon l'invention comprend avantagement, au moins un piquage 401, 402, 403 assurant la dérivation d'une partie de la première source de chaleur 400 au profit du générateur 203. Le système comprend avantagement un module de commande assurant le fonctionnement de l'au moins un piquage 401, 402, 403 en fonction des températures de la source chaude 400 et des besoins du générateur 203. Préférentiellement, le système comprend trois piquages 401, 402, 403. Le système comprend avantagement un premier piquage 401

agencé en amont de l'entrée de la première source chaude 400 dans le premier évaporateur 104. Le système comprend avantageusement un deuxième piquage 402 agencé en aval de la sortie de la première source chaude 400 du premier évaporateur 104 et en amont du dispositif de chauffage plus précisément du deuxième échangeur de préchauffage 103. Le système comprend avantageusement un troisième piquage 402 agencé en aval de la sortie de la source chaude du deuxième échangeur de préchauffage 103.

[0080] Selon une première possibilité, la première source chaude 400 issue de l'un des piquages 401, 402, 403 circule directement dans le générateur 203, la première source chaude 400 et la deuxième source chaude 405 sont identiques. Selon une autre possibilité, le système comprend un deuxième échangeur intermédiaire 404 assurant le transfert thermique de la première source chaude 400 au profit d'une deuxième source chaude 405. La deuxième source chaude 405 circule en circuit fermé entre le deuxième échangeur intermédiaire 404 et le générateur 203.

[0081] L'invention n'est pas limitée aux modes de réalisations précédemment décrits et s'étend à tous les modes de réalisation couverts par l'invention.

LISTES DES REFERENCES

[0082]

- 100. Cycle de Rankine organique
- 101. Première boucle de circulation
- 102. Premier échangeur de préchauffage
- 103. Deuxième échangeur de préchauffage
- 104. Premier évaporateur
- 105. Expanseur
- 106. Premier condenseur
- 107. Première pompe
- 200. Cycle à absorption
- 201. Deuxième boucle de circulation
- 202. Absorbeur
- 203. Générateur
- 204. Deuxième condenseur
- 205. Deuxième évaporateur
- 206. Détendeur
- 207. Vanne de détente
- 208. Pompe de solution
- 300. Circuit intermédiaire
- 301. Premier échangeur intermédiaire
- 400. Première source de chaleur du cycle de Rankine organique
- 401. Premier piquage
- 402. Deuxième piquage
- 403. Troisième piquage
- 404. Deuxième échangeur intermédiaire
- 405. Deuxième source de chaleur du cycle à absorption
- 500. Source à refroidir du cycle à absorption
- 501. Source froide du cycle de Rankine organique

502. Fluide de récupération

- A. Connexion fluïdique entre la sortie de l'évaporateur et l'entrée de l'expanseur
- B. Connexion fluïdique entre la sortie de l'expanseur et l'entrée du condenseur
- C. Connexion fluïdique entre la sortie du condenseur et l'entrée de la première pompe
- D. Connexion fluïdique entre la sortie de la première pompe et l'entrée du premier réchauffeur
- E. Connexion fluïdique entre la sortie du premier réchauffeur est l'entrée du deuxième réchauffeur
- F. Connexion fluïdique entre la sortie du deuxième réchauffeur et l'entrée du premier évaporateur
- G. Connexion fluïdique entre la sortie du générateur et l'entrée du deuxième condenseur
- H. Connexion fluïdique entre la sortie du deuxième condenseur et l'entrée du deuxième évaporateur
- I. Connexion fluïdique entre la sortie du deuxième évaporateur et l'entrée de l'absorbeur
- J. Connexion fluïdique entre la sortie de l'absorbeur et l'entrée du générateur
- K. Connexion fluïdique entre la sortie du générateur et l'entrée de l'absorbeur
- L. Connexion fluïdique entre la sortie du deuxième condenseur et l'entrée du premier réchauffeur
- M. Connexion fluïdique entre la sortie du premier réchauffeur et l'entrée du premier échangeur
- N. Connexion fluïdique entre la sortie du premier échangeur et l'entrée de l'absorbeur
- O. Connexion fluïdique entre la sortie de l'absorbeur et l'entrée du deuxième condenseur
- P. Connexion fluïdique d'entrée de la source froide dans le deuxième évaporateur
- Q. Connexion fluïdique entre la sortie du deuxième évaporateur et l'entrée du premier condenseur

Revendications

40 **1.** Système de production d'énergie comprenant :

- Un cycle de Rankine organique (100) (ORC) comprenant une première boucle de circulation (101) d'un premier fluide de travail comprenant un dispositif de préchauffage, un premier évaporateur (104), un expanseur (105), un premier condenseur (106) et une première pompe (107),
- Un cycle à absorption (200) comprenant une deuxième boucle de circulation (201) d'une solution de travail comprenant un absorbeur (202), un générateur (203), un deuxième condenseur (204), une deuxième pompe (208) et un deuxième évaporateur (205),

caractérisé en ce que le système comprend un circuit intermédiaire (300) apte à recevoir un fluide intermédiaire et assurant la connexion thermique du cycle ORC (100) et du cycle à absorption (200) et sur

- lequel sont agencés le deuxième condenseur (204), l'absorbeur (202) et le dispositif de préchauffage.
2. Système selon la revendication précédente dans lequel le circuit intermédiaire (300) comprend un premier échangeur thermique intermédiaire (301) assurant un transfert thermique entre le circuit intermédiaire (300) et un fluide de récupération (502).
 3. Système selon la revendication précédente dans lequel le fluide de récupération (502) est issu d'un aérotherme ou d'une tour de refroidissement.
 4. Système selon la revendication 2 dans lequel le fluide de récupération (502) est destiné à alimenter un circuit d'eau chaude sanitaire.
 5. Système selon l'une quelconque des revendications précédentes dans lequel le deuxième évaporateur (205) et le premier condenseur (106) sont connectés thermiquement de sorte que le deuxième évaporateur (205) transmette sa production de froid au premier condenseur (106) assurant la condensation du premier fluide de travail dans le premier condenseur (106).
 6. Système selon la revendication précédente dans lequel le système comprend une source froide (501) assurant la connexion thermique du deuxième évaporateur (205) du cycle à absorption (200) vers le premier condenseur (106) du cycle ORC (100).
 7. Système selon l'une quelconque des deux revendications précédentes dans lequel le cycle à absorption (200) comprend une source à refroidir (500) alimentant le deuxième évaporateur (205), et une source froide (501) en sortie du deuxième évaporateur (205) destinée à alimenter le premier condenseur (106).
 8. Système selon l'une quelconque des revendications 1 à 5 dans lequel le premier condenseur (106) et le deuxième évaporateur (205) sont mutualisés dans un échangeur thermique commun entre le cycle ORC (100) et le cycle à absorption (200).
 9. Système selon l'une quelconque des revendications précédentes dans lequel le cycle ORC (200) comprend une première source de chaleur (400) alimentant le premier évaporateur (104) et dans lequel le cycle à absorption (200) comprend une deuxième source de chaleur (405) alimentant le générateur (203), la première source de chaleur (400) et la deuxième source de chaleur (405) étant connectées thermiquement.
 10. Système selon la revendication précédente comprenant un deuxième échangeur thermique intermédiaire (404) configuré pour assurer la connexion thermique de la première source de chaleur (400) et la deuxième source de chaleur (405).
 11. Procédé de production d'énergie par un système selon l'une quelconque des revendications précédentes comprenant :
 - la production d'énergie électrique par l'expandeur (105) du cycle ORC (100),
 - un rejet de chaleur par l'absorbeur (202) et le deuxième condenseur (204) du cycle à absorption (100),

caractérisé en ce que la chaleur rejetée par l'absorbeur (202) et le deuxième condenseur (204) du cycle à absorption (200) est transmise au dispositif de préchauffage du cycle ORC (100) par le circuit intermédiaire (300).
 12. Procédé selon la revendication précédente comprenant le transfert thermique de la production de froid du deuxième évaporateur (205) du cycle à absorption (200) au profit du premier condenseur (106) du cycle ORC (100).

Patentansprüche

1. Energieerzeugungssystem, Folgendes umfassend:
 - einen organischen Rankine-Zyklus (100) (ORC), umfassend eine erste Zirkulationsschleife (101) eines ersten Arbeitsfluids, umfassend eine Vorheizvorrichtung, einen ersten Verdampfer (104), einen Expander (105), einen ersten Kondensator (106) und eine erste Pumpe (107),
 - einen Absorptionskreislauf (200), umfassend eine zweite Zirkulationsschleife (201) für ein Arbeitsfluid, die einen Absorber (202), einen Generator (203), einen zweiten Kondensator (204), eine zweite Pumpe (208) und einen zweiten Verdampfer (205),

dadurch gekennzeichnet, dass das System einen Zwischenkreis (300) umfasst, der geeignet ist, ein Zwischenfluid aufzunehmen und die thermische Verbindung des ORC-Zyklus (100) und des Absorptionszyklus (200) sicherstellt und auf dem der zweite Kondensator (204), der Absorber und die Vorwärmvorrichtung angeordnet sind.
2. System nach dem vorhergehenden Anspruch, wobei der Zwischenkreislauf (300) einen ersten Zwischenwärmetauscher (301) umfasst, der eine Wärmeübertragung zwischen dem Zwischenkreislauf (300) und einem Rückgewinnungsfluid (502) sicher-

- stellt.
3. System nach dem vorhergehenden Anspruch, wobei das Rückgewinnungsfluid (502) aus einem Lufterhitzer oder einem Kühlturm stammt. 5
 4. System nach Anspruch 2, wobei das Rückgewinnungsfluid (502) dazu bestimmt ist, einen Warmwasserkreislauf zu speisen. 10
 5. System nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der zweite Verdampfer (205) und der erste Kondensator (106) thermisch so verbunden sind, dass der zweite Verdampfer (205) seine Kälteproduktion an den ersten Kondensator (106) überträgt, der die Kondensation des ersten Arbeitsfluids im ersten Kondensator (106) sicherstellt. 15
 6. System nach dem vorhergehenden Anspruch, wobei das System eine Kältequelle (501) umfasst, die die thermische Verbindung des zweiten Verdampfers (205) des Absorptionszyklus (200) mit dem ersten Kondensator (106) des ORC-Zyklus (100) sicherstellt. 20
 7. System nach einem der beiden vorhergehenden Ansprüche, wobei der Absorptionszyklus (200) eine zu kühlende Quelle (500), die den zweiten Verdampfer (205) speist, und eine kalte Quelle (501) am Ausgang des zweiten Verdampfers (205) zur Speisung des ersten Kondensators (106) umfasst. 25
 8. System nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei der erste Kondensator (106) und der zweite Verdampfer (205) in einem gemeinsamen Wärmetauscher zwischen dem ORC-Zyklus (100) und dem Absorptionszyklus (200) gepoolt sind. 30
 9. System nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der ORC-Zyklus (200) eine erste Wärmequelle (400) umfasst, die den ersten Verdampfer (104) speist, und wobei der Absorptionszyklus (200) eine zweite Wärmequelle (405) umfasst, die den Generator (203) speist, wobei die erste Wärmequelle (400) und die zweite Wärmequelle (405) thermisch verbunden sind. 35
 10. System nach dem vorhergehenden Anspruch, das einen zweiten Zwischenwärmetauscher (404) umfasst, der so konfiguriert ist, dass er die erste Wärmequelle (400) und die zweite Wärmequelle (405) thermisch verbindet. 40
 11. Verfahren zur Energieerzeugung durch ein System nach einem der vorhergehenden Ansprüche, Folgendes umfassend: 45
 - Erzeugung von elektrischer Energie durch den

Expander (105) des ORC-Zyklus (100),
 - eine Wärmeabfuhr durch den Absorber (202) und den zweiten Kondensator (204) des Absorptionszyklus (100),

dadurch gekennzeichnet, dass die Abwärme aus dem Absorber (202) und dem zweiten Kondensator (204) des Absorptionszyklus (200) über den Zwischenkreis (300) an die Vorwärmvorrichtung des ORC-Zyklus (100) übertragen wird.

12. Verfahren nach dem vorhergehenden Anspruch, umfassend die Wärmeübertragung der Kälteerzeugung von dem zweiten Verdampfer (205) des Absorptionszyklus (200) auf den ersten Kondensator (106) des ORC-Zyklus (100).

Claims

1. System for producing energy, comprising:

- An organic Rankine cycle (100) (ORC) comprising a first circulation loop (101) of a first working fluid comprising a preheating device, a first evaporator (104), an expander (105), a first condenser (106) and a first pump (107),
- An absorption cycle (200) comprising a second circulation loop (201) of a working solution comprising an absorber (202), a generator (203), a second condenser (204), a second pump (208) and a second evaporator (205),

characterised in that the system comprises an intermediate circuit (300) capable of receiving an intermediate fluid and ensuring the thermal connection of the ORC cycle (100) and of the absorption cycle (200), and on which the second condenser (204), the absorber (202) and the preheating device are arranged.

2. System according to the preceding claim, wherein the intermediate circuit (300) comprises a first intermediate heat exchanger (301) ensuring a heat transfer between the intermediate circuit (300) and a recovery fluid (502).
3. System according to the preceding claim, wherein the recovery fluid (502) comes from an air heater or from a cooling tower.
4. System according to claim 2, wherein the recovery fluid (502) is intended to supply a circuit with sanitary hot water.
5. System according to any one of the preceding claims, wherein the second evaporator (205) and the first condenser (106) are thermally connected,

such that the second evaporator (205) transmits its cold production to the first condenser (106) ensuring the condensation of the first working fluid in the first condenser (106).

ORC cycle (100).

- 5
6. System according to the preceding claim, wherein the system comprises a cold source (501) ensuring the thermal connection of the second evaporator (205) of the absorption cycle (200) to the first condenser (106) of the ORC cycle (100). 10
7. System according to any one of the two preceding claims, wherein the absorption cycle (200) comprises a source to cool (500) supplying the second evaporator (205), and a cold source (501) at the outlet of the second evaporator (205) intended to supply the first condenser (106). 15
8. System according to any one of claims 1 to 5, wherein the first condenser (106) and the second evaporator (205) are pooled in a common heat exchanger between the ORC cycle (100) and the absorption cycle (200). 20
9. System according to any one of the preceding claims, wherein the ORC cycle (200) comprises a first heat source (400) supplying the first evaporator (104), and wherein the absorption cycle (200) comprises a second heat source (405) supplying the generator (203), the first heat source (400) and the second heat source (405) being thermally connected. 25
30
10. System according to the preceding claim, comprising a second intermediate heat exchanger (404) configured to ensure the thermal connection of the first heat source (400) and the second heat source (405). 35
11. Method for producing energy by a system according to any one of the preceding claims, comprising: 40
- the production of electrical energy by the expander (105) of the ORC cycle (100),
 - a rejection of heat by the absorber (202) and the second condenser (204) of the absorption cycle (100), 45
- characterised in that** the heat rejected by the absorber (202) and the second condenser (204) of the absorption cycle (200) is transmitted to the preheating device of the ORC cycle (100) by the intermediate circuit (300). 50
12. Method according to the preceding claim, comprising the heat transfer of the cold production of the second evaporator (205) of the absorption cycle (200) in favour of the first condenser (106) of the 55

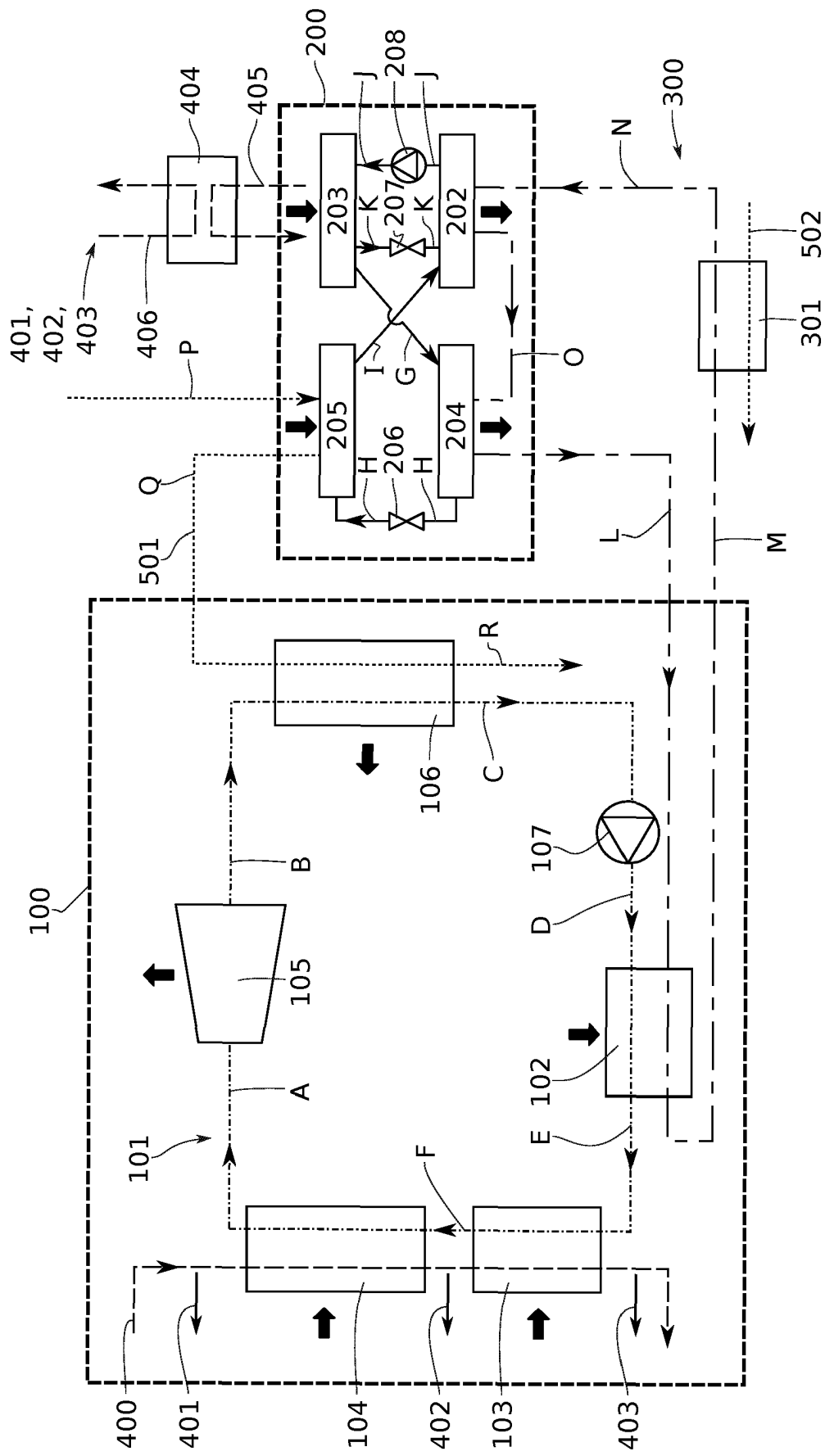


FIG. 1

RÉFÉRENCES CITÉES DANS LA DESCRIPTION

Cette liste de références citées par le demandeur vise uniquement à aider le lecteur et ne fait pas partie du document de brevet européen. Même si le plus grand soin a été accordé à sa conception, des erreurs ou des omissions ne peuvent être exclues et l'OEB décline toute responsabilité à cet égard.

Documents brevets cités dans la description

- EP 2447483 A [0005]
- CN 104236161 A [0006]
- US 2016108763 A [0007]