

12

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22 Date de dépôt : 28.09.06.

30 Priorité :

43 Date de mise à la disposition du public de la demande : 04.04.08 Bulletin 08/14.

56 Liste des documents cités dans le rapport de recherche préliminaire : *Ce dernier n'a pas été établi à la date de publication de la demande.*

60 Références à d'autres documents nationaux apparentés :

71 Demandeur(s) : HELIOTRANS Société à responsabilité limitée — FR.

72 Inventeur(s) : MATONOG PHILIPPE.

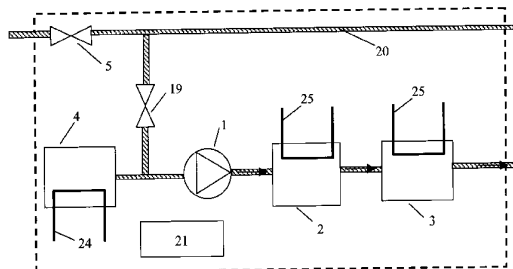
73 Titulaire(s) :

74 Mandataire(s) : IXAS CONSEIL.

54 MODULE UTILISABLE POUR LE STOCKAGE ET LE TRANSFERT THERMIQUE.

57 L'invention concerne un module utilisable pour le stockage et le transfert thermique, comprenant les composants suivants:

- (a) un compresseur (1) de fluide frigorigène;
- (b) un bloc d'échange et de stockage de la chaleur dit bloc haute température (2) situé à l'aspiration du compresseur (1);
- (c) un bloc d'échange et de stockage de la chaleur dit bloc moyenne température (3);
- (d) un autre échangeur de chaleur, ou préférentiellement un bloc d'échange et de stockage de la chaleur dit bloc basse température (4);
- (e) une vanne quatre voies (6) située en sortie du module haute température (2), cette vanne étant obligatoire si ledit module est destiné à fonctionner en mode réversible;
- (f) optionnellement deux clapets anti-retour (26, 36);
- (g) optionnellement une vanne d'injection (19) ladite vanne (19) injectant en amont du compresseur (1);
- (h) un détendeur (5).



Module Utilisable pour le Stockage et le Transfert thermique

Domaine de l'invention

- 5 L'invention concerne un dispositif thermodynamique de type pompe à chaleur ou système de climatisation.

Plus particulièrement, l'invention concerne un module hybride pour le stockage et le transfert thermique, comportant d'une part des éléments connus d'un dispositif thermodynamique classique (compresseur, détendeur, régulation) et d'autre part des blocs spécifiques d'échange et de stockage de la chaleur permettant d'accroître les performances du dispositif.

Le module peut être équipé de blocs additionnels de stockage si l'application le requiert.

Le module s'applique avec flexibilité à de nombreux types de systèmes différents.

- Une utilisation typique est celle dans un logement individuel ou collectif, mais d'autres utilisations peuvent être envisagées, par exemple pour des immeubles de taille plus importante, comme des immeubles de bureau, ou pour des habitations non permanentes (car dans les installations utilisant le module selon l'invention on n'a pas de stockage d'eau chaude sanitaire) ou pour des applications mobiles.

20 Etat de la technique

La consommation de chauffage, de climatisation et d'eau chaude sanitaire représentent typiquement environ 30% de la consommation d'énergie d'un pays industrialisé.

- Les gains en rendement des équipements de chauffage, de climatisation et de production d'eau chaude sanitaire sont essentiels car le coût de l'énergie augmente et il existe un besoin fort de diminuer la dépendance aux énergies fossiles.

Parallèlement, la climatisation se développe, ce qui va à l'encontre des économies d'énergie.

L'encombrement des dispositifs de chauffage et de climatisation devient un critère de plus en plus important du fait du coût au mètre carré de l'immobilier

La production d'eau chaude sanitaire représente une part croissante de la facture totale d'énergie d'un foyer. Cette tendance devrait se confirmer à l'avenir, en particulier du fait de l'amélioration de l'isolation des bâtiments (exemple des maisons passives en Allemagne et du label Minergie en Suisse).

- 5 En outre, les besoins en eau chaude sanitaire sont spécifiques : ils existent toute l'année mais sont discontinus au cours de la journée d'où un besoin de surpuissance calorifique et/ou de stockage de l'eau chaude sanitaire.

Il existe donc un besoin de systèmes thermiques capables de gérer efficacement des besoins continus et discontinus de chaleur et de refroidissement à des niveaux de
10 température différents tout au long de l'année.

Les systèmes thermodynamiques, et plus particulièrement les pompes à chaleur, offrent une alternative aux systèmes classiques utilisant des résistances électriques ou la combustion d'énergies fossiles pour chauffer l'eau domestique ou l'espace. En ce qui concerne les fluides frigorigènes, les Hydro Fluoro Carbone (HFC) sont actuellement
15 couramment utilisés pour les pompes à chaleur domestiques et pour les systèmes d'air conditionnés. Les hydrocarbures, en particulier les alcanes tels que le butane et le propane sont également utilisés dans des applications de type réfrigérateurs domestiques, et leur utilisation devrait s'étendre aux pompes à chaleur et climatisations dans les années à venir.

- 20 Le dioxyde de carbone (CO₂) est un fluide frigorigène prometteur, en particulier pour le chauffage d'eau chaude sanitaire et pour le chauffage et la climatisation des véhicules.

On trouve actuellement dans le commerce des systèmes conventionnels de pompe à chaleur équipés d'un refroidisseur de gaz (gas cooler en anglais) ou de désurchauffeur. Dans ces systèmes, la chaleur sensible des gaz de refoulement du compresseur est
25 utilisée pour chauffer l'eau d'un stockage d'eau. L'efficacité énergétique de tels systèmes est potentiellement élevée. Cependant la pompe à chaleur ne chauffe pas l'eau sanitaire en l'absence de chauffage ou de climatisation de l'espace. Par ailleurs, la quantité de chaleur récupérée est souvent trop faible du fait des conditions de fonctionnement du compresseur. Dans ce cas, très courant en Europe, un système de
30 chauffage complémentaire est nécessaire. C'est, de façon typique, un chauffage par résistance électrique ou encore un chauffage basé sur les énergies fossiles. Ce système est donc utilisé préférentiellement dans les parties du monde où il existe des besoins de chauffage ou de climatisation tout au long de l'année.

- On trouve également des pompes à chaleur conventionnelles équipées de vannes 3 voies sur le circuit d'eau de condensation. Dans ce cas, l'eau chaude domestique est chauffée par la chaleur sensible et la chaleur latente des gaz de refoulement du compresseur. Il est possible de chauffer l'eau chaude sanitaire sans qu'il y ait demande de chauffage ou de refroidissement. Cependant, l'efficacité du système décroît fortement au fur et à mesure que la température de l'eau chaude augmente. De plus, il n'est pas possible d'avoir simultanément le chauffage de l'eau chaude sanitaire et le chauffage ou le refroidissement de l'espace.
- 10 Le brevet n° EP 1 572 479 de DAIMLER CHRYSLER décrit un système utilisant un accumulateur thermique comportant un matériau de stockage de la chaleur comme réserve de froid dans un système de climatisation automobile. L'accumulateur thermique sert d'accumulateur de froid et de condenseur. Ce système permet de refroidir l'intérieur d'un véhicule lorsque le circuit de réfrigération par compression est stoppé. Le fluide frigorigène préféré dans ce brevet est le dioxyde de carbone.
- 15 La demande de brevet n° EP 1 632 734 de MATSUSHITA ELECTRIC présente un système de pompe à chaleur avec stockage de chaleur. Le système est basé sur un cycle à adsorption différent du système thermodynamique classique par compression utilisé dans les pompes à chaleur. Ce système est relativement complexe et nécessite d'avoir plusieurs réservoirs pour le stockage du matériau de stockage de la chaleur. Le stockage de la chaleur est réalisé par la décomposition d'un composé (par exemple décomposition du 2-propanolol en acétone et hydrogène) et adsorption des produits de décomposition s'ils sont à l'état gazeux (cas de l'hydrogène)
- 20 La demande de brevet n° brevet WO98 /11397 de Marius POCOL et Constantin PANDURU décrit un réservoir de stockage utilisé sur une boucle d'eau de l'air conditionné afin de lisser la consommation du système dans le temps.
- 25 Le brevet US 5,680,898 décrit une pompe à chaleur incluant un dispositif de stockage de la chaleur comportant des matériaux à changement de phase avec des températures de changement de phase différentes. Le dispositif d'échange et de stockage décrit dans ce brevet comporte un conteneur définissant une région intérieure configuré pour recevoir un premier matériau à changement de phase non encapsulé avec une première température de changement de phase, ce matériau pouvant être de l'eau. Le dispositif d'échange et de stockage comporte également une boucle de réfrigérant. Le dispositif
- 30

d'échange et de stockage comprend de plus une pluralité de capsules contenant un second matériau à changement de phase avec une seconde température de changement de phase, supérieure à celle du premier matériau. Le second matériau est immergé dans le premier. La chaleur est transférée au matériau à changement de phase encapsulé qui a une faible conductivité thermique par le matériau non encapsulé ayant une conductivité thermique supérieure

La demande de brevet US 2005 / 0258349 de SGL décrit un matériau à changement de phase utilisé pour le stockage de chaleur sous forme latente, ainsi que des dispositifs utilisant ce matériau. Le matériau à changement de phase de cette invention est un matériau composite, comprenant un matériau à changement de phase dans lequel sont incorporées des particules de graphite, le graphite étant du graphite naturel ou du graphite synthétique anisotrope. Le matériau à changement de phase possède un point de fusion compris entre -100 et $+500^{\circ}\text{C}$, et est choisi parmi les paraffines les alcools, les hydrates de gaz, l'eau, les solutions aqueuses de sels, les sels hydratés, les mélanges eutectiques de sels, les hydroxydes de métaux alcalins, et les mélanges de ces matériaux. Les matériaux à changement de phase préférés sont l'acétate de sodium trihydraté et le chlorure de calcium hexahydraté.

La demande de brevet WO 2006/034829 de SGL décrit un système de refroidissement de boisson basé sur un container chargé avec un matériau à changement de phase utilisant le graphite naturel expansé.

Tous ces systèmes existants possèdent au plus un élément de stockage de la chaleur. Soit ils ne permettent pas le chauffage simultané de l'eau chaude sanitaire et d'un espace, soit le système manque d'efficacité.

La présente invention propose un dispositif thermodynamique basé sur un système comprenant, en plus d'éléments classiques des systèmes thermodynamiques, au moins 2, et de préférence au moins 3, éléments distincts pour le stockage de la chaleur.

Objet de l'invention

Le Module Utilisable pour le Stockage et le Transfert thermique (MUSTT) selon l'invention, qui représente un premier objet de la présente invention, est un module hybride comprenant les composants suivants :

- (a) Un compresseur 1 de fluide frigorigène ;
- (b) un bloc d'échange et de stockage de la chaleur dit bloc haute température 2
situé à l'aspiration du compresseur 1 ;
- (c) un bloc d'échange et de stockage de la chaleur dit bloc moyenne température
5 3 ;
- (d) un autre échangeur de chaleur, ou préférentiellement un bloc d'échange et
de stockage de la chaleur dit bloc basse température 4 ;
- (e) une vanne quatre voies 6 située en sortie du module haute température 2,
cette vanne étant obligatoire si ledit module est destiné à fonctionner en
10 mode réversible ;
- (f) optionnellement au moins deux clapets anti-retour 26, 36, notamment pour
l'utilisation du module en tant que système réversible
chauffage/refroidissement ;
- (g) optionnellement une vanne d'injection 19 pour limiter la température de
15 refoulement du compresseur en mode chauffage, ladite vanne 19 injectant en
amont du compresseur 1 ;
- (h) un détendeur 5.

Le module MUSTT peut comporter en outre, si cela est nécessaire ou utile :

- 20 - Les composants de régulation et de puissance électrique pour alimenter les
différents éléments du système thermodynamique de façon fiable et optimale
énergétiquement ;
- un ou plusieurs blocs additionnels d'échange et de stockage de la chaleur si
nécessaire ou utile pour l'installation envisagée ;
- 25 - d'autres composants utiles ou nécessaires pour l'utilisation envisagée.

Plus particulièrement, un deuxième objet de la présente invention est un système
fonctionnant en mode non réversible et intégrant un module selon l'invention comme
décrit ci-dessus (module MUSTT), ledit système étant caractérisé en ce que lesdits
30 composants sont disposés de manière à ce que le fluide frigorigène 20 quitte le
refoulement du compresseur 1 en passant d'abord par le bloc haute température 2 et
ensuite par le bloc moyenne température 3, puis

- (a) pour une utilisation dans un système avec une source de chaleur et une charge thermique, préférentiellement l'eau chaude sanitaire, ledit fluide frigorigène 20 passe par le bloc basse température 4, par le détendeur 5, par un échangeur source de chaleur (tel qu'un échangeur sur l'air extrait ou une boucle géothermique), puis, par un circuit différent de celui du premier passage, de nouveau par le bloc basse température 4, puis ledit fluide frigorigène 20 rentre dans l'aspiration du compresseur 1, et le cycle reprend ;
- (b) pour une utilisation dans un système avec une source de chaleur et une première charge thermique, cette première charge thermique étant préférentiellement de l'eau chaude sanitaire, et une deuxième charge thermique (tel qu'un chauffage par le sol, un radiateur, un échangeur de chauffage d'air neuf, un ventilateur-convecteur), ledit fluide frigorigène 20 passe par l'échangeur de la deuxième charge thermique, puis passe par le bloc basse température 4, par le détendeur 5, par un échangeur source de chaleur (tel qu'un échangeur sur l'air extrait ou une boucle géothermique), puis, par un circuit différent de celui du premier passage, de nouveau par le bloc basse température 4, puis ledit fluide frigorigène 20 rentre dans l'aspiration du compresseur 1, et le cycle reprend ;
- (c) pour une utilisation dans un système avec deux sources de chaleur et deux charges thermiques, l'une desdites charges thermiques étant préférentiellement de l'eau chaude sanitaire (l'autre pouvant être par exemple un chauffage par le sol, un radiateur, un échangeur de chauffage d'air neuf, un ventilateur-convecteur), ledit fluide frigorigène 20 passe par un premier échangeur sur la charge thermique, puis par le détendeur 5, puis par un échangeur d'une première source de chaleur, puis par le bloc basse température 4 utilisé comme échangeur d'une deuxième source de chaleur, puis le fluide frigorigène 20 rentre dans l'aspiration du compresseur 1, et le cycle reprend.

Un troisième objet de la présente invention est un système fonctionnant en mode réversible et intégrant un module selon l'invention comme décrit ci-dessus (module MUSTT) et caractérisé en ce que lesdits composants sont disposés de manière à ce que le fluide frigorigène 20 quitte le refoulement du compresseur 1 en passant d'abord par le bloc haute température 2 et ensuite par la vanne quatre voies d'inversion de cycle 6, puis

- (a) pour une utilisation avec deux sources de chaleur et deux charges thermiques, la première charge thermique étant préférentiellement l'eau chaude sanitaire, cette première charge thermique étant reliée par un circuit indépendant en série aux blocs haute température et moyenne température, la deuxième charge thermique (tel qu'un chauffage par le sol, un radiateur, un échangeur de chauffage d'air neuf, un ventilo-convecteur) pouvant être utilisée soit en mode chauffage, soit en mode refroidissement,
- (i) en mode chauffage : ledit fluide frigorigène passe d'abord par un premier clapet anti-retour 26, puis par le bloc moyenne température 3, puis par l'échangeur de la deuxième charge thermique, puis par le détendeur 5, puis par l'échangeur de la première source de chaleur, puis par le bloc basse température 4 utilisé comme échangeur de la deuxième source de chaleur, puis de nouveau par la vanne quatre voies d'inversion de cycle 6, dans un circuit différent, puis le fluide frigorigène 20 rentre dans l'aspiration du compresseur 1, et le cycle reprend ;
- (ii) en mode refroidissement : ledit fluide frigorigène 20 passe par le bloc basse température 4 utilisé comme échangeur de la deuxième source, puis par l'échangeur de la première source, puis par le détendeur 5, puis par l'échangeur de la deuxième charge thermique, puis par un deuxième clapet anti-retour 36, et ensuite par la vanne quatre voie à inversion de cycle 6, dans un circuit différent, puis le fluide frigorigène 20 rentre dans l'aspiration du compresseur 1, et le cycle reprend ;
- (b) pour une utilisation avec deux sources de chaleur et trois charges thermiques, la troisième charge thermique étant préférentiellement l'eau sanitaire (de capacité plus limitée par rapport au cas (a)), cette troisième charge thermique étant reliée par un circuit indépendant au bloc haute température 2, les premières charges thermiques étant préférentiellement un chauffage par le sol, un radiateur, un échangeur de chauffage d'air neuf, un ventilo-convecteur,
- (i) en mode chauffage : le fluide frigorigène 20 passe d'abord par le bloc moyenne température 3 utilisé comme échangeur de la première charge

thermique, puis par l'échangeur de la deuxième charge thermique, puis le détenteur 5, puis par l'échangeur de la première source de chaleur, puis par le bloc basse température 4 utilisé comme échangeur de la deuxième source de chaleur, puis par la vanne quatre voie à inversion de cycle 6, dans un circuit différent, puis le fluide frigorigène 20 rentre dans l'aspiration du compresseur 1, et le cycle reprend ;

(ii) en mode refroidissement : le fluide frigorigène 20 passe d'abord par le bloc basse température 4 utilisé comme échangeur de la deuxième source, puis par l'échangeur de la première source, puis par le détenteur 5, puis par l'échangeur de la deuxième charge, puis par le bloc moyenne température 3 utilisé comme échangeur de la première charge, puis par la vanne quatre voies à inversion de cycle 6, dans un circuit différent, puis le fluide frigorigène 20 rentre dans l'aspiration du compresseur 1, et le cycle reprend.

15

Description des figures

- La figure 1 décrit le module MUSTT selon l'invention dans une version non réversible.
- 20 La figure 2 décrit le module MUSTT dans une version réversible avec des clapets anti-retour utilisable pour le chauffage et le refroidissement d'espace.
- La figure 3 représente le module réversible selon l'invention non muni de clapets anti-retour, sur lequel ont été ajoutés à titre d'exemple des blocs de stockage complémentaires 200, 300 pour les besoins éventuels d'une installation spécifique.
- 25 Les figures 4 à 16 décrivent, de manière non exhaustive, différents modes de réalisation d'installations particulières selon l'invention (en version non réversible et réversible).
- Les figures 4 à 6 décrivent plus spécifiquement des modes de réalisation basés sur une seule source de chaleur dans un module non réversible.
- La figure 4 décrit un système pourvu d'un module non réversible utilisé uniquement pour
- 30 chauffer l'eau chaude sanitaire à partir d'un échangeur air (extrait ou extérieur) / fluide frigorigène 7.

La figure 5 décrit un système pourvu d'un module non réversible utilisé pour chauffer l'eau chaude sanitaire et un espace à partir d'un échangeur air (extrait ou extérieur) / fluide frigorigène. L'échangeur chauffant l'espace est un échangeur de type fluide frigorigène/air 16.

- 5 La figure 6 décrit un système pourvu d'un module non réversible utilisé pour chauffer l'eau chaude sanitaire et un espace à partir d'une boucle géothermique chargée en fluide frigorigène 13. L'échangeur intermédiaire fluide frigorigène/eau 11 est complété par un ou plusieurs échangeurs à eau 15, 17.

- La figure 7 décrit un système pourvu d'un module non réversible utilisé pour chauffer
10 l'eau chaude sanitaire et un espace à partir d'une première source constituée par une boucle géothermique eau ou saumure 14 qui transmet sa chaleur à un échangeur eau/fluide frigorigène 11 et d'une deuxième source constitué d'un échangeur air/fluide frigorigène 7 (air extrait ou air extérieur). L'échangeur intermédiaire fluide frigorigène/eau 11 est complété par un ou plusieurs échangeurs à eau 15 et 17.

- 15 La figure 8 décrit un système pourvu d'un module non réversible utilisé pour chauffer l'eau chaude sanitaire et un espace à partir d'un échangeur air/fluide frigorigène 7 (air extrait ou air extérieur) et d'un panneau solaire thermique 10. L'échangeur intermédiaire fluide frigorigène/eau 11 est complété par un ou plusieurs échangeurs à eau 15, 17.

- La figure 9 décrit un système pourvu d'un module non réversible utilisé pour chauffer
20 l'eau chaude sanitaire et un espace à partir d'une première source constituée par une boucle géothermique eau ou saumure 14 qui transmet sa chaleur à un échangeur eau/fluide frigorigène 12 et d'une deuxième source constitué par un panneau solaire thermique 10. L'échangeur intermédiaire fluide frigorigène/eau 11 est complété par un ou plusieurs échangeurs à eau 15, 17.

- 25 La figure 10 décrit un système pourvu d'un module réversible muni de clapets anti-retour 26, 36 sur le bloc 3 utilisé pour chauffer l'eau chaude sanitaire et chauffer/refroidir un espace à partir d'une boucle géothermique eau ou saumure 14 qui transmet sa chaleur à un échangeur eau/fluide frigorigène 12 et d'un panneau solaire thermique 10. Le ou les échangeurs chauffant ou refroidissant l'espace sont des échangeurs à eau 15, 17,
30 raccordés à un échangeur intermédiaire fluide frigorigène / eau ou saumure 11.

La figure 11 décrit un système pourvu d'un module réversible muni de clapets anti-retour 26, 36 sur le bloc 3 utilisé pour chauffer l'eau chaude sanitaire et chauffer/refroidir un espace à partir d'un échangeur air/fluide frigorigène 7 (air extrait ou air extérieur) et d'un

panneau solaire thermique 10. Le ou les échangeurs chauffant ou refroidissant l'espace sont des échangeurs type fluide frigorigène/air 16.

La figure 12 décrit un système pourvu d'un module réversible muni de clapets anti-retour 26, 36 sur le bloc 3 utilisé pour chauffer l'eau chaude sanitaire et chauffer/refroidir un espace à partir d'une boucle géothermique eau ou saumure 14 qui transmet sa chaleur à un échangeur eau/fluide frigorigène 12 et d'un échangeur air/fluide frigorigène 7 (air extrait ou air extérieur. Le ou les échangeurs chauffant ou refroidissant l'espace sont des échangeurs à eau 15, 17, raccordés à un échangeur intermédiaire fluide frigorigène / eau ou saumure 11.

La figure 13 décrit un système pourvu d'un module non réversible utilisé pour chauffer l'eau chaude sanitaire et un espace à partir d'un échangeur air/fluide frigorigène 7 (air extrait ou air extérieur) et d'un panneau solaire thermique 10. Le ou les échangeurs chauffant l'espace sont des échangeurs à eau 15, 17, tels que des radiateurs à eau, raccordés directement sur le bloc d'échange et de stockage à température moyenne 3. Seul le bloc d'échange et de stockage haute température 2 chauffe l'eau chaude sanitaire. De plus, un échangeur de chauffage de l'espace de type fluide frigorigène/air 16 est ajouté au système.

La figure 14 décrit un système pourvu d'un module réversible utilisé pour chauffer l'eau chaude sanitaire et chauffer/refroidir un espace à partir d'un échangeur air/fluide frigorigène 7 (air extrait ou air extérieur) et d'un panneau solaire thermique 10. Le ou les échangeurs chauffant ou refroidissant l'espace sont des échangeurs à eau 15, 17 raccordés directement sur le bloc d'échange et de stockage à température moyenne 3. Seul le bloc d'échange et de stockage haute température chauffe l'eau sanitaire. De plus est ajouté au système un échangeur de chauffage ou de refroidissement de l'espace de type fluide frigorigène/air 16.

La figure 15 décrit un système pourvu d'un module réversible utilisé pour chauffer l'eau chaude sanitaire et chauffer/refroidir un espace à partir d'une première source constituée par une boucle géothermique eau ou saumure 14 qui transmet ou prend sa chaleur à un échangeur eau/fluide frigorigène 12 et d'une deuxième source constitué par un panneau solaire thermique 10. Le ou les échangeurs chauffant ou refroidissant l'espace sont des échangeurs à eau 15, 17 raccordés directement sur le bloc d'échange et de stockage à température moyenne 3. Seul le bloc d'échange et de stockage haute température 2 chauffe l'eau chaude sanitaire. De plus est ajouté au système un

échangeur de chauffage ou de refroidissement de l'espace de type fluide frigorigène/air 16.

La figure 16 décrit un système pourvu d'un module réversible non muni de clapets anti-retour, utilisé pour chauffer l'eau chaude sanitaire et chauffer/refroidir un espace à partir
 5 d'un échangeur air/fluide frigorigène 7 (air extrait ou air extérieur) et d'un panneau solaire thermique 10. Le ou les échangeurs chauffant ou refroidissant l'espace sont des échangeurs à eau 15, 17 raccordés directement sur le bloc d'échange et de stockage à température moyenne 3. Un échangeur de chauffage ou de refroidissement de l'espace de type fluide frigorigène/air 16 est ajouté au système.

10 En outre, un bloc d'échange et de stockage 3'' est ajouté sur le circuit du panneau solaire thermique 10. L'eau chaude sanitaire passe en série d'abord par ce bloc d'échange et de stockage supplémentaire, puis par le bloc d'échange et de stockage haute température 2.

La figure 17 représente un schéma de principe représentant les blocs d'échange et de
 15 stockage suivant l'approche technologique des échangeurs à plaques. La figure 17a est une vue de dessus, la figure 17b est une vue de côté.

La figure 18 représente un schéma de principe représentant les blocs d'échange et de stockage suivant l'approche technologique des échangeurs tubulaires cuivre. La figure 18a est une vue de face, la figure 18b est une vue de dessus.

20 La figure 19 représente une manière d'organiser les composants du système de la figure 20 muni des composants de la figure 24.

Liste de repères utilisés sur les figures :

- 1. Compresseur de fluide frigorigène
- 25 2, 200. Bloc d'échange et de stockage de la chaleur haute température
- 3, 300. Bloc d'échange et de stockage de la chaleur moyenne température
- 4. Bloc d'échange et de stockage de la chaleur basse température
- 5/ Détendeur commandé à distance par une régulation électronique
- 6/ Vanne 4 voies d'inversion de cycle
- 30 7/ Échangeur de type air/fluide frigorigène (typiquement air extrait ou air extérieur)
- 8/ Moto ventilateur

- 9/ Pompe à eau et vase d'expansion
- 10/ Panneau solaire thermique
- 11/ Échangeur chauffage de type fluide frigorigène vers eau
- 12/ Échangeur source de type eau ou saumure / fluide frigorigène
- 5 13/ Boucle géothermique fluide frigorigène
- 14/ Boucle géothermique eau ou saumure (typiquement propylène glycol)
- 15/ Appareils destinés au chauffage ou à la climatisation utilisant l'eau comme fluide de transfert
- 16/ Appareils destinés au chauffage ou à la climatisation utilisant le fluide frigorigène
- 10 comme fluide de transfert
- 17/ Radiateur à eau chaude
- 18/ Alimentation électrique classique courant alternatif
- 19/ Vanne d'injection pour limiter la température de refoulement du compresseur en mode chauffage
- 15 20/ Fluide frigorigène
- 21/ Régulation électronique
- 22/ Circuit d'eau chaude sanitaire
- 23/ Vanne de mélange eau chaude sanitaire
- 24/ Eau ou saumure (Ethylène Glycol ou équivalent)
- 20 25/ Eau chaude sanitaire
- 26, 36/ Clapet anti-retour
- 27, 28/ Connexion du fluide frigorigène
- 29, 30/ Connexion du fluide frigorigène
- 31/ Tubes cuivre
- 25 32/ Matériau d'échange et de stockage de la chaleur
- 33/ Plaques

Description détaillée de l'invention

a) Définitions

Dans le présent document, on entend par

- 5 ▪ Système thermodynamique : ensemble comportant un compresseur et plusieurs échangeurs dans lesquels circule un fluide de transfert spécifique appelé usuellement fluide frigorigène.
- 10 ▪ Boucle géothermique : Ensemble de tuyauteries placé dans le sol typiquement en position verticale ou horizontale et destiné à échanger la chaleur entre le système de chauffage ou de refroidissement et le sol.
- 10 ▪ Echangeur : Dispositif destiné à transférer de la chaleur entre plusieurs circuits
- 15 ▪ Fluide de transfert : fluide utilisé pour transféré de la chaleur ; les exemples classiques sont le fluide frigorigène, l'eau ou l'eau glycolée parfois appelé saumure
- 15 ▪ Source thermique ou source : Par convention, les termes source et charge thermique se réfèrent au mode chauffage. La source est le milieu d'où l'on extrait la chaleur en mode chauffage. Cette extraction de chaleur s'effectue avec certaines caractéristiques physiques comme l'inertie thermique ou la puissance disponible qui caractérisent la source. On peut noter que le terme source est impropre en mode refroidissement car on y rejette en fait de la
- 20 chaleur issue du bâtiment
- 20 ▪ Charge thermique ou charge : La charge est le milieu ou l'on rejette la chaleur en mode chauffage. Ce rejet de chaleur s'effectue avec certaines caractéristiques physiques comme l'inertie thermique ou la puissance disponible qui caractérisent la source, de même la charge est le lieu d'où
- 25 l'on retire la chaleur en mode refroidissement.
- 25 ▪ Fluide secondaire : ce terme est utilisé pour désigner le fluide circulant dans le circuit du bloc échangeur qui n'est pas parcouru par le fluide frigorigène.
- 30 ▪ Désurchauffeur : refroidisseur de gaz dans des cycles utilisant des fluide frigorigènes classiques (tels que les HFC). Cet échangeur ne réalise qu'un échange de chaleur sensible. Il n'y a pas de condensation dans l'échangeur .
- 30 ▪ « gas cooler » ou refroidisseur de gaz . Le terme gas cooler est souvent utilisé dans les cycles utilisant le CO2 puisqu'il n'y a pas de condensation

dans ce cycle, ce qui interdit l'utilisation du terme « condenseur » utilisé pour les fluides frigorigènes classiques.

- 5 ▪ Sous-refroidisseur : Situé en aval du condenseur, cet échangeur réalise un refroidissement additionnel du fluide frigorigène sous forme liquide en vue d'augmenter les performances du cycle frigorifique.
- Boucle ouverte : dans une boucle ouverte, le fluide de transfert est constamment renouvelé. Il ne circule pas indéfiniment sur un même circuit comme dans le cas d'une boucle dite fermée.

10 **b) Description générale**

Le module hybride ainsi que les systèmes qui l'incorporent selon l'invention rassemblent d'une part les composants classiques de systèmes thermodynamiques et d'autre part des éléments de stockage et d'échange de chaleur utilisant un matériau apte à stocker la chaleur. Le terme hybride se rattache à cette double fonction d'échange et de
15 stockage de la chaleur.

Le module hybride (MUSTT) constitue la base principale de systèmes multiples adaptables à de nombreuses installations destinées au chauffage d'eau sanitaire et/ou au chauffage et/ou au refroidissement d'un espace.

Lorsqu'il est placé dans un des différents systèmes décrits ci-après, le module selon
20 l'invention transfère l'énergie calorifique et la charge d'une ou plusieurs sources de chaleur dans trois blocs 2, 3, 4 d'échange et de stockage de la chaleur. Dans un mode de réalisation préféré du module selon l'invention, le stockage de la chaleur est obtenu grâce à l'emploi de matériaux à changement de phase solide / liquide qui permettent de stocker la chaleur sous forme latente. Chaque bloc a une température de changement
25 de phase différente. L'énergie calorifique stockée dans chaque bloc est utilisée par le système en fonction des besoins d'eau chaude sanitaire et/ou de chauffage. Une version spécifique du module assure également la fonction refroidissement.

Des matériaux de stockage de la chaleur utilisables pour la fabrication des blocs d'échange et de stockage de la chaleur selon l'invention sont les composites constitués
30 par une matrice poreuse de graphite et par de la paraffine tels que décrits dans la publication intitulée « Paraffin/porous-graphite matrix composite as a high and constant power thermal storage material » de Xavier Py, Régis Olives et Sylvain Mauran

(Laboratoire PROMES – Perpignan- France) (International Journal of Heat and Mass Transfer 44 (2001) 2727-2737).

D'autres matériaux à changement de phase nouveaux ou connus, tels que les acides gras ou les sels fondus mélangés à du graphite naturel expansé peuvent également être
5 utilisés pour la fabrication des blocs d'échange et de stockage du module selon l'invention.

Le module selon l'invention est utilisable avec les fluides frigorigènes HFC courants, tels que 134A, 410A, 407C ou 404A, ces références étant connues de l'homme du métier.
10 Le module selon l'invention est aussi utilisable avec les hydrocarbures et en particulier le propane, le butane et leurs mélanges. Il peut également fonctionner avec le dioxyde de carbone (CO₂), ou avec tout autre fluide frigorigène approprié.

Nous décrirons d'abord chacun des éléments du système selon l'invention et leur rôle.
15 Nous préciserons si nécessaire le cas des deux principaux types de fluide frigorigène considérés : d'une part les fluides de type HFC (hydro fluoro carbone) tels que les R134a, R407C, R404A, R410A, ou les hydrocarbures tels que le propane, et d'autre part le cas spécifique du CO₂.

20 **c) Description détaillée des composants**

1 - Compresseur de fluide frigorigène 1

Typiquement, le compresseur est volumétrique, de type à palettes ou de type spiro-orbital pour les HFC et les hydrocarbures. On peut également utiliser des modèles à
25 pistons pour le CO₂.

Avantageusement, la plage de fonctionnement du compresseur accepte une basse pression la plus élevée possible pour maximiser le coefficient de performance, en particulier lorsqu'un capteur solaire thermique 10 est connecté au bloc d'échange et de stockage basse température.

30 Le COP du système en chauffage est d'autant plus élevé que la pression d'aspiration du compresseur est élevée. L'apport thermique de la seconde source de chaleur permet

d'augmenter la basse pression en particulier dans le cas où la seconde source est un capteur solaire thermique 10.

Dans une variante du module selon l'invention, le compresseur 1 est alimenté en courant continu d'origine photovoltaïque afin de maximiser l'efficacité énergétique du module. En effet l'énergie électrique d'origine photovoltaïque viendra en déduction de la consommation d'énergie électrique du système.

La puissance du compresseur à une condition de fonctionnement donnée pourra être fixe car les blocs d'échange et de stockage limiteront par leur inertie thermique la fréquence des démarrages. Il sera cependant également possible de connecter un compresseur à puissance variable (par exemple de type « inverter »)

2 - Blocs d'échange et de stockage de la chaleur 2, 3, 4, 200, 300

Chaque bloc d'échange et de stockage de la chaleur est constitué d'une partie stockage et d'une partie échangeur. Le stockage de la chaleur fait appel à des matériaux à forte conductivité thermique. Dans les blocs d'échange et de stockage de la chaleur du module selon l'invention, on utilise avantageusement un matériau composite de type paraffine / graphite naturel expansé. La température de changement de phase du matériau est adaptée aux besoins.

La conductivité thermique de la paraffine pure est de 0,24 W/M/K . La conductivité thermique du matériau composite graphite naturel expansé / paraffine peut atteindre des valeurs comprises entre 4 et 70 W/M/K. La conductivité thermique du matériau composite paraffine / graphite naturel expansé est égale à celle de la matrice graphite (la conductivité thermique de la paraffine étant très faible par rapport à celle du graphite).

La partie échangeur permet le transfert de chaleur d'une part entre le fluide frigorigène et le matériau de stockage et d'autre part entre le matériau de stockage et le fluide d'échange secondaire. Ces 2 types d'échanges sont réalisés par exemple par l'échangeur représenté sur la figure 24.

La chaleur récupérée est d'abord stockée sous forme latente par le matériau à sa température spécifique de changement de phase. Lorsque le matériau est liquide, un stockage complémentaire sensible intervient par élévation de la température du matériau liquide.

Le matériau pourra se solidifier en partie ou en totalité en fonction de la quantité de chaleur échangée.

- La régulation de la machine interviendra alors pour démarrer le compresseur et ainsi recharger le matériau en quantité de chaleur. La quantité de matériau sera optimisée pour une utilisation d'intensité moyenne. Elle pourra être adaptée à des besoins spécifiques grâce à des blocs additionnels 200, 300 représentés figure 3.

Bloc d'échange et de stockage à haute température 2 , 200

- Selon l'invention, la valeur de changement de phase du bloc haute température est réglée à une valeur avantageusement comprise entre 60 et 75 °C et préférentiellement 65 et 70 °C pour les fluides HFC et les hydrocarbures. Cette valeur est comprise entre 75 et 90 °C et préférentiellement 80 à 85°C pour le CO₂ compte tenu des conditions de fonctionnement de ce fluide.

- Dans le cas du bloc haute température, le fluide d'échange secondaire est l'eau chaude sanitaire. L'échange de chaleur entre le fluide frigorigène et l'eau se fait à travers le matériau de stockage. Ceci tend à restreindre la performance mais permet d'avoir un effet de double paroi entre l'eau sanitaire et le réfrigérant . Cet effet de double paroi est une exigence légale dans certains pays.

- Le bloc d'échange et de stockage haute température 2 est utilisé en tant que stockage de la chaleur sensible du fluide frigorigène, donc en tant que refroidisseur de gaz (gas cooler) ou désurchauffeur, aussi bien dans le cas où le fluide frigorigène est un HFC ou un hydrocarbure que dans le cas où le fluide frigorigène est du CO₂.

- L'eau sanitaire, lorsqu'elle circule, récupère la chaleur sensible puis latente stockée par le matériau à changement de phase, et ainsi elle s'échauffe.

- Dans le circuit, le bloc haute température se situe avant la vanne d'inversion de cycle. Par conséquent, son mode de fonctionnement reste le même en mode chauffage et en mode refroidissement.

Bloc d'échange et de stockage à moyenne température 3, 300:

- Selon l'invention, la valeur de changement de phase du bloc moyenne température 3 est réglée à une valeur comprise entre 32 et 45 °C et de préférence entre 35 à 40 °C pour les fluides HFC, les hydrocarbures et pour le CO₂.

Le fluide secondaire est de l'eau sanitaire 25 (exemple figure 10) ou de l'eau du circuit de chauffage 24 (figure 11).

Ce bloc est utilisé principalement en tant que stockage de la chaleur latente du fluide frigorigène, donc en tant que condenseur dans le cas des HFC et des hydrocarbures ou
5 en tant que stockage de la chaleur sensible du fluide frigorigène dans le cas du CO₂ (second refroidisseur de gaz (gas cooler)).

En mode chauffage, la chaleur ainsi récupérée est d'abord stockée sous forme latente par le matériau à sa température spécifique de changement de phase. Lorsque le matériau est liquide, un stockage complémentaire sensible intervient par élévation de la
10 température du matériau liquide.

En mode refroidissement, le cycle frigorifique est inversé.

Lorsque le système est muni de clapets anti-retour, du fait de ces clapets le bloc moyenne température ne « voit » pas de fluide frigorigène, donc la chaleur emmagasinée reste stockée, et peut être utilisée pour le chauffage de l'eau sanitaire.

15 Lorsque le système n'est pas muni de clapet anti-retour, le bloc se refroidit jusqu'à ce que le matériau de stockage soit solide puis sa température descend de façon à atteindre la condition de fonctionnement du système. Il y a une inertie thermique sensible liée à la masse du matériau.

Un second bloc d'échange de stockage à moyenne température peut être utilisé dans
20 certains systèmes comportant un capteur solaire en tant que source de chaleur. L'utilisation de ce second bloc permettra d'augmenter la puissance disponible pour le chauffage de l'eau sanitaire.

Bloc d'échange et de stockage à basse température 4:

25 La valeur de changement de phase du matériau du bloc basse température est réglée à une valeur comprise entre 15 et 25 °C et de préférence 17 et 22 °C quel que soit le fluide frigorigène. Par ailleurs, le circuit basse pression du fluide frigorigène doit être suffisamment dimensionné pour limiter les pertes de charges.

Le fluide secondaire est le fluide frigorigène lui-même (cas de l'échangeur interne des
30 figures 4 à 8), de l'eau ou de la saumure (en fonctions des systèmes des figures 9 à 22)

Le bloc basse température a deux fonctions principales.

D'une part, comme c'est le cas sur les figures 4 à 8, il agit en tant qu'échangeur interne qui retire de la chaleur en sortie de condenseur. C'est un sous-refroidisseur dans le cas des HFC ou des hydrocarbures ou un troisième refroidisseur de gaz (gas cooler) dans le cas du CO₂. Simultanément, il chauffe les gaz d'aspiration du compresseur. Ainsi, il contribue à chauffer les gaz de refoulement et par conséquent à augmenter la quantité de chaleur qui est stockée par le bloc haute température. Or la quantité de chaleur stockée par le bloc haute température est un point critique pour le chauffage instantané de l'eau chaude sanitaire.

Par ailleurs, le bloc basse température stocke une quantité de chaleur qui peut être utilisée ponctuellement par le compresseur pour répondre aux besoins d'eau chaude sanitaire. Ceci est utile en particulier s'il n'y a qu'une seule source continue mais de faible puissance, par exemple lorsque la source est uniquement un échangeur sur l'air extrait.

D'autre part, comme c'est le cas sur les figures 9 à 23, le bloc basse température peut servir de source de chaleur utilisée séparément ou conjointement à une autre source. La régulation de la machine contrôle les paramètres de pression et de température afin d'optimiser l'efficacité du système en restant dans la plage de fonctionnement fiable. La régulation intervient sur le compresseur 1, la position du détendeur électronique 5 et l'activation des pompes de circulation 9.

En mode chauffage, la chaleur ainsi récupérée est d'abord stockée sous forme latente par le matériau à sa température spécifique de changement de phase. Lorsque le matériau est liquide et que la seconde source est suffisamment chaude, un stockage complémentaire sensible intervient par élévation de la température du matériau liquide (cas de la figure 9 équipé d'un capteur solaire) jusqu'à la valeur maximale acceptée par la régulation.

En mode refroidissement, le cycle frigorifique est inversé. Le bloc se réchauffera jusqu'à ce que le matériau à changement de phase soit liquide. Il chauffera ensuite en sensible. Cette chaleur pourra être évacuée en partie si le matériau est connecté à un échangeur à air (figure 20). Ou encore, le bloc sera passif et la chaleur du système sera transmise à la première par le fluide frigorigène (figure 19).

3 - Détendeur commandé à distance par une régulation électronique 5 :

Ce détendeur sera typiquement constitué d'une vanne dont l'ouverture et la fermeture sont commandés par un moteur pas à pas. Il régulera le flux de fluide frigorigène dans le circuit en fonction de la commande envoyée par la régulation.

- 5 On veillera à ce que le détendeur électronique reste dans la plage de pression acceptable pour le compresseur.

4 - Vanne 4 voies d'inversion de cycle 6 :

Cette vanne permet d'inverser le sens du réfrigérant dans le circuit et d'assurer ainsi les
10 fonctionnement en chauffage et refroidissement selon les besoins.

5 - Échangeur de type air/fluide frigorigène 7 :

L'air utilisé par cet échangeur est typiquement de l'air extrait (par la VMC de l'appartement/habitation sur lequel est installé le système) ou de l'air extérieur

- 15 Cet échangeur constitue une source de chaleur en mode chauffage.

Il peut également rejeter de la chaleur en mode froid.

6 - Moto ventilateur 8:

Il est constitué d'un ventilateur et de son moteur associé.

20

7 - Pompe à eau et vase d'expansion 9:

Cette pompe fait circuler l'eau ou la saumure (typiquement éthylène ou propylène glycol) entre des échangeurs du système.

- 25 La pompe à eau peut se trouver sur le circuit d'eau de chauffage et/ou sur le circuit de la source de chaleur lorsque cette source est une boucle géothermique.

8 - Panneau solaire thermique 10:

Ce panneau capte l'énergie solaire et la transmet au fluide (tel que le propylène glycol) de son propre circuit. Dans la présente invention, le panneau solaire thermique alimente le bloc d'échange et de stockage basse température

Le bloc basse température, pendant la durée de sa liquéfaction tend à stabiliser un certain temps la température de retour du fluide au panneau solaire à un niveau bas, ce qui augmente son efficacité.

9 - Échangeur de chauffage de type fluide frigorigène vers eau 11 :

- 5 Cet échangeur permet de transférer la chaleur entre le fluide frigorigène et l'eau de chauffage d'un espace et par conséquent permet l'utilisation de différents types d'échangeurs à eau décrits en 15 et 17.

10 - Échangeur source de type eau ou saumure / fluide frigorigène 12:

- 10 Cet échangeur permet de transférer la chaleur entre l'eau ou la saumure et le fluide frigorigène. Il permet un fonctionnement sur boucle ouverte ou l'utilisation d'une boucle géothermique à eau (figure 7).

11 - Boucle géothermique fluide frigorigène 13:

Cette boucle transfère l'énergie entre le sol et le fluide frigorigène.

12 - Boucle géothermique eau ou saumure (typiquement propylène glycol) 14 :

- 15 Cette boucle transfère l'énergie entre le sol et la saumure

13 - Appareils destinés au chauffage ou à la climatisation utilisant l'eau comme fluide de transfert 15:

- 20 Les appareils courants sont les ventilo-convecteurs , les échangeurs eau – air pour réchauffer ou refroidir l'air neuf et le plancher chauffant - rafraîchissant à circulation d'eau .

14 - Appareils destinés au chauffage ou à la climatisation et utilisant le fluide frigorigène comme fluide de transfert 16:

- 25 Les appareils courants sont les unités murales, les consoles et les batteries fluide frigorigène pour l'air neuf.

15 - Radiateur à eau chaude 17 :

Ces appareils ne permettent pas le refroidissement à cause de la condensation générée.

16 - Alimentation électrique 18:

- 30 Généralement, on emploiera une alimentation classique en courant alternatif:

Il est également possible d'envisager l'utilisation d'une alimentation en courant continu notamment obtenu à partir d'un panneau solaire photovoltaïque.

17 - Vanne d'injection pour limiter la température de refoulement du compresseur en mode chauffage 19:

- 5 Cette vanne limite la température de refoulement du compresseur en mode chauffage. De ce fait, elle permet d'étendre la plage de fonctionnement du compresseur dans les systèmes équipés d'échangeur liquide vapeur.

18 - Fluide frigorigène 20 :

- 10 Les fluides HFC (par exemple 134A, 407C, 404A & 410A) sont les plus courants. On peut également envisager d'utiliser les hydrocarbures, et plus particulièrement le propane en tant que fluide frigorigène. On peut aussi utiliser le CO₂

Le module selon l'invention s'adapte à tous les types de fluides. Les pressions de fonctionnement élevées des systèmes utilisant le CO₂ nécessitent un dimensionnement spécifique selon des principes connus de l'homme du métier.

- 15 **19 - Régulation électronique 21 :**

Elle reçoit les informations (pression,températures,consignes de fonctionnement) et commande les différents éléments du système (compresseurs , détendeur,,pompes, ventilateurs).

- 20 Il est à noter que la régulation du détendeur électronique sera très différente dans le cas des HFC et dans le cas du CO₂.

20 - Circuit d'eau chaude sanitaire 22:

- 25 La pression est donnée par le réseau d'alimentation en eau. En fonction des systèmes, l'eau chaude sanitaire passe soit uniquement par le bloc d'échange et de stockage haute température soit en série par le bloc d'échange et de stockage haute température et par le bloc d'échange et de stockage moyenne température.

21 - Vanne de mélange eau chaude sanitaire 23:

- 30 Cette vanne permet d'éviter les brûlures en maintenant une température de sortie d'eau d'environ 50 °C avant utilisation par mélange d'une eau à 10-20 °C environ issue du réseau d'alimentation en eau et d'une eau à 60-70 °C issue du bloc d'échange et de stockage haute température. Il est en effet nécessaire de stocker l'eau chaude sanitaire à une température d'au moins 60 °C car le stockage à des températures comprises entre 40 et 60 ° C favorisent le développement des colonies de légionellose.

27 - Clapets anti-retour 26, 36 :

Ils ne permettent le passage du gaz que dans un seul sens. Par conséquent, les 2 clapets anti-retour utilisés conjointement autorisent le passage du fluide frigorigène par le bloc moyenne température en mode chauffage et autorisent un passage direct du

5 fluide frigorigène en mode refroidissement.

d) Avantages de l'invention

Le module selon l'invention présente de nombreux avantages par rapport aux solutions existantes, parmi lesquels on peut citer, de manière non exhaustive :

10

- L'augmentation du rendement en mode chauffage d'eau chaude sanitaire qu'il y ait ou pas une charge de chauffage ou de refroidissement,
- Le chauffage instantané de l'eau à haute température pour éviter le risque de légionellose lié à un stockage à moyenne température,
- 15 - La réduction de l'encombrement,
- Une installation flexible due à la présence simultanée de connections réfrigérants et eau,
- La facilité d'installer à l'origine ou ultérieurement des capteurs solaires thermiques (ou photovoltaïques avec l'option adaptée)
- 20 - La suppression du ballon tampon destiné à éviter le cyclage du compresseur
- Le chauffage et le refroidissement simultané de l'eau et de l'air pour un confort optimal.

e) Description détaillée du fonctionnement des dispositifs selon l'invention

25

L'augmentation de l'efficacité du chauffage de l'eau sanitaire est un avantage spécifique de l'invention.

Le chauffage d'eau sanitaire par un système thermodynamique tel qu'une pompe à chaleur peut se faire classiquement de deux manières :

30 D'une part, le chauffage de l'eau peut se faire au moyen d'un refroidisseur de gaz ou d'un désurchauffeur. Ce type de système a deux inconvénients majeurs. Le premier

inconvenient des systèmes utilisant un refroidisseur de gaz est la température de refoulement insuffisante qui ne génère pas assez de puissance calorifique disponible en sensible au refoulement du compresseur. L'invention résout ce premier problème grâce au bloc d'échange et de stockage basse température 4 utilisé ici en tant qu'échangeur

5 liquide vapeur, ce qui augmente la température à l'aspiration du compresseur et par conséquent sa température de refoulement. Il est à noter qu'un échangeur liquide vapeur classique sans stockage pourrait également réaliser cette élévation de température, mais avec la limitation suivante : du fait du phénomène de transfert de chaleur par une paroi, l'élévation de température du gaz est d'autant plus importante

10 que l'écart de température est grand entre la partie basse pression de cet échangeur et sa partie haute pression. En pratique, un échangeur liquide vapeur ne doit pas être surdimensionné dans un système classique si on veut éviter des températures de refoulement trop élevées quand les conditions changent (baisse de la pression d'aspiration ou augmentation de la pression de refoulement). Ceci limite donc l'efficacité

15 de cet échangeur liquide vapeur classique.

L'intérêt d'utiliser comme dans la présente invention un bloc échangeur muni d'un matériau de stockage de la chaleur à changement de phase est de stabiliser la température d'aspiration à la valeur de changement de phase du matériau pendant un certain temps, ce qui permet pendant ce temps de charger les autres blocs de stockage.

20 Par conséquent on peut dimensionner le bloc échangeur et la température de changement de phase du matériau pour maximiser son efficacité aux conditions stabilisées par les matériaux à changement de phase. Ceci est vrai même pour des températures de condensation relativement basses telle que celle choisie pour le bloc d'échange et de stockage à moyenne température. Ainsi, la puissance récupérée à

25 haute température sera plus importante ce qui sera favorable pour chauffer l'eau chaude sanitaire. Cette stabilisation en température est également utile dans les systèmes avec deux sources de chaleur lorsque l'une des sources a une puissance instantanée élevée dans certaines conditions. Ceci peut être le cas si ladite source est un capteur solaire thermique. En cas d'ensoleillement fort, on peut mettre en marche la pompe de

30 circulation du capteur solaire. L'échange se fait à une température acceptable pour le compresseur en contrôlant le risque de montée excessive de la pression et/ou de la température d'aspiration. La durée de fonctionnement de la pompe de circulation détermine la puissance transmise par heure par le capteur solaire thermique au circuit thermodynamique. Lorsque l'on utilise un matériau à changement de phase pour le

stockage de la chaleur, cette puissance est plus constante dans le temps de par le processus de changement de phase du matériau, ce qui stabilise les conditions de fonctionnement du compresseur.

- 5 Par ailleurs l'énergie stockée dans le bloc basse température 4 est disponible pour le compresseur 1 pour une pointe de puissance de durée limitée pour compenser plus rapidement un puisage intense d'eau chaude sanitaire. Cette énergie stockée disponible s'ajoute à celle de la source classique du système et peut éviter dans certains cas la mise en marche de systèmes d'appoint par résistances électriques, qui sont peu efficaces énergétiquement. Ce cas est particulièrement utile si le compresseur 1 est
- 10 muni d'une variation de vitesse.

On peut ajouter une puissance supplémentaire avec la deuxième source sans utiliser d'échangeur avec matériau à changement de phase mais on n'aura pas la stabilisation en température ni la réserve de puissance décrite ci dessus.

- 15 Le second inconvénient des systèmes utilisant un refroidisseur de gaz est la nécessité d'avoir une charge thermique (de chauffage ou de climatisation) qui n'est pas utilisée pour chauffer l'eau chaude sanitaire. Le système selon l'invention y répond grâce à l'utilisation combinée des blocs basse 4, moyenne 3 et haute température 2 dans une phase de charge par cycle thermodynamique et une phase de décharge par circulation
- 20 d'eau chaude sanitaire.

Le coefficient de performance (COP) de ce type de fonctionnement dépend des conditions et du système mais il est typiquement de l'ordre de 4 à 4,5.

- Classiquement, le chauffage d'eau sanitaire peut se faire également par l'utilisation de la
- 25 puissance de condensation du cycle thermodynamique. Dans ce cas habituellement, une vanne dite « vanne trois voies » dérive l'eau du circuit de condensation vers un échangeur situé dans le stockage d'eau chaude sanitaire. La température de condensation est augmentée jusqu'à une valeur proche de la température de l'eau chaude sanitaire stockée. Le coefficient de performance va ainsi diminuer
- 30 progressivement jusqu'à atteindre des valeurs de l'ordre de 2 à 2,5. On peut estimer que le COP moyen pendant la période de chauffage et de maintien en température de l'eau chaude sanitaire est d'environ 3. De plus, avec un tel système utilisant une vanne trois

voies, on ne peut pas simultanément chauffer ou refroidir l'espace et chauffer l'eau chaude sanitaire

5 La réduction de consommation avec le système selon l'invention dépasse 30% pour le chauffage d'eau chaude sanitaire (COP de 4,5 au lieu de 3). Le chauffage ou le refroidissement simultané de l'espace reste possible.

10 Nous décrivons ci-dessous plusieurs modes de réalisation pour des systèmes selon l'invention pour détailler le fonctionnement des systèmes représentés sur les figures 4 à 16.

1) Modes de réalisation non réversibles

15 Un premier mode de réalisation est le mode non réversible décrit ci-dessus comme deuxième objet de la présente invention. Ce mode de réalisation peut être réalisé de différentes manières.

a) Utilisation avec une source de chaleur et une charge thermique

20 Dans ce mode de réalisation, les composants sont disposés de manière à ce que le fluide frigorigène 20 quitte le refoulement du compresseur 1 en passant d'abord par le bloc haute température 2 et ensuite par le bloc moyenne température 3, puis passe par le bloc basse température 4, par le détendeur 5, par un échangeur source de chaleur (tel qu'un échangeur sur l'air extrait ou une boucle géothermique), puis, par un circuit différent de celui du premier passage, de nouveau par le bloc basse température 4, puis ledit fluide frigorigène 20 rentre dans l'aspiration du compresseur 1, et le cycle reprend.

25 Un premier mode de réalisation de ce type est décrit schématiquement sur la figure 4. La figure 4 représente un système pourvu du module selon l'invention non réversible et d'un échangeur air (extrait ou extérieur) / fluide frigorigène 7. Dans le présent système, la charge thermique est de manière très préférentielle l'eau chaude sanitaire.

30 La puissance de chauffage est typiquement d'environ 2 KW sur l'air extrait. S'il s'agit d'air extérieur, la puissance de chauffage dépend des conditions météorologiques et est typiquement comprise entre 2 et 10 kW pour des applications résidentielles, mais pourrait atteindre des valeurs plus élevées pour d'autres utilisations..

Pendant la période de charge, le compresseur 1 fonctionne et charge les blocs d'échange et de stockage haute température 2 et moyenne température 3. La charge se fait à un régime de fonctionnement à coefficient de performance élevé, de l'ordre de 4 à 5, en particulier pour le chauffage de l'eau sanitaire, avec typiquement 40 °C de condensation pour un HFC ou un hydrocarbure. Le réfrigérant passe ensuite dans un échangeur interne qui transfère de la chaleur vers les gaz à l'aspiration du compresseur. Il passe ensuite à travers le détendeur électronique et rejoint l'évaporateur source de chaleur.

Lorsqu'il y a demande d'eau chaude sanitaire, celle-ci passe en série d'abord dans le bloc moyenne température 3 puis dans le bloc haute température 2. Cette eau est si nécessaire mixée à une eau plus froide pour éviter les brûlures. Il a été ainsi généré instantanément une eau de température adaptée qui n'a pas été stockée dans la plage de température 40 à 50 °C favorable au développement de la légionellose.

Dans ce mode de réalisation, le bloc d'échange et de stockage à basse température 4 est utilisé en tant qu'échangeur interne.

Il est à noter que l'échangeur air (extrait ou extérieur) / fluide frigorigène 7 peut être remplacé par une autre source de chaleur, par exemple par une boucle géothermique chargée en fluide frigorigène 13, ou une boucle géothermique chargée en eau 14.

Le fonctionnement du système reste similaire à ce qui est décrit ci-dessus. Les boucles géothermiques à fluide frigorigène 13, ou à eau 14 sont habituellement plus puissantes et plus stables que les échangeurs air / fluide frigorigène, mais ne sont pas utilisables sur toutes les habitations/immeubles.

b) Mode de réalisation avec une source de chaleur et deux charges thermiques

25

Dans ce mode de réalisation, les composants sont disposés de manière à ce que le fluide frigorigène 20 quitte le refoulement du compresseur 1 en passant d'abord par le bloc haute température 2 et ensuite par le bloc moyenne température 3, puis passe par l'échangeur de la deuxième charge thermique, puis passe par le bloc basse température 4, par le détendeur 5, par un échangeur source de chaleur (tel qu'un échangeur sur l'air extrait ou une boucle géothermique), puis, par un circuit différent de celui du premier passage, de nouveau par le bloc basse température 4, puis ledit fluide frigorigène 20 rentre dans l'aspiration du compresseur 1, et le cycle reprend.

30

Ce mode de réalisation de l'invention est représenté par la figure 5. Le système est similaire à celui du premier mode de réalisation de la figure 4 et est pourvu du module selon l'invention non réversible et d'un échangeur air (extrait ou extérieur) / fluide frigorigène 7. Le dispositif de ce mode de réalisation possède en outre une fonction supplémentaire de chauffage de l'espace, donnée par un échangeur fluide frigorigène / air 16.

La première charge thermique est préférentiellement l'eau chaude sanitaire. La deuxième charge thermique peut être par exemple un chauffage par le sol, un radiateur, un échangeur d'air neuf, un ventilateur convecteur. Lorsque le système est utilisé simultanément pour chauffer l'espace et l'eau sanitaire, le compresseur 1 transfère du fluide frigorigène successivement dans les deux blocs d'échange et de stockage haute température 2 et moyenne température 3 puis le fluide traverse l'échangeur de chauffage de l'espace. La régulation pourra être amenée à effectuer des arbitrages si la chaleur disponible à la source est insuffisante. En fonction de l'utilisation, l'énergie calorifique pourra par exemple principalement être destiné à chauffer l'eau chaude sanitaire. Dans ce cas, la capacité de l'échangeur chauffage sera limitée par exemple par arrêt du ventilateur d'échange ou diminution de sa vitesse.

Lorsque le système est utilisé uniquement pour chauffer l'eau sanitaire, son fonctionnement est similaire à celui décrit dans le premier mode de réalisation.

Dans ce mode de réalisation, le bloc d'échange et de stockage à basse température 4 est utilisé en tant qu'échangeur interne.

Il est à noter que l'échangeur air (extrait ou extérieur) / fluide frigorigène 7 pourra être remplacé par une autre source de chaleur si nécessaire, par exemple par une boucle géothermique chargée en fluide frigorigène.

Le fonctionnement du système sera similaire à celui décrit ci-dessus. La boucle géothermique est habituellement plus puissante et plus stable que l'échangeur air / fluide frigorigène).

Un autre mode de réalisation de ce type est représenté par la figure 6. Le dispositif du mode de réalisation selon l'invention de la figure 6 est pourvu d'un module non réversible selon l'invention, d'un ensemble composé d'un échangeur source intermédiaire de type eau (ou saumure) / fluide frigorigène 12 et d'une boucle

géothermique à eau ou saumure 14 en tant que source de chaleur, d'un échangeur intermédiaire fluide frigorigène/eau 11 lui-même complété par un ou plusieurs échangeurs à eau 15, 17.

Dans le mode de réalisation représenté par la figure 6, le fonctionnement est similaire à celui du mode de réalisation de la figure 5.

Dans ce mode de réalisation, le bloc d'échange et de stockage à basse température 4 est utilisé en tant qu'échangeur interne.

c) Mode de réalisation avec deux sources de chaleur et deux charges thermiques

Dans ce mode de réalisation, les composants sont disposés de manière à ce que le fluide frigorigène 20 quitte le refoulement du compresseur 1 en passant d'abord par le bloc haute température 2 et ensuite par le bloc moyenne température 3, puis passe par un premier échangeur sur la charge thermique, puis par le détendeur 5, puis par un échangeur d'une première source de chaleur, puis par le bloc basse température 4 utilisé comme échangeur d'une deuxième source de chaleur, puis le fluide frigorigène 20 rentre dans l'aspiration du compresseur 1, et le cycle reprend.

L'une desdites charges thermiques est préférentiellement de l'eau chaude sanitaire, l'autre pouvant être par exemple un chauffage par le sol, un radiateur, un échangeur de chauffage d'air neuf, un ventilateur convecteur.

20

Un mode de réalisation de ce type selon l'invention est représenté par la figure 7.

La figure 7 décrit un module non réversible utilisé pour chauffer l'eau chaude sanitaire et un espace à partir d'une première source constituée par une boucle géothermique eau ou saumure 14 qui transmet sa chaleur à un échangeur eau/fluide frigorigène 12 et d'une deuxième source constituée d'un échangeur air / fluide frigorigène (air extrait ou air extérieur) 7. Pour le chauffage de l'espace, un échangeur intermédiaire fluide frigorigène/eau 11 est complété par un ou plusieurs échangeurs à eau 15 et 17.

Un autre mode de réalisation de ce type est représenté par la figure 8. Dans le mode de réalisation selon l'invention, le système est pourvu d'un module non réversible selon l'invention, d'un échangeur air/fluide frigorigène (air extrait ou air extérieur) 7 et d'un panneau solaire thermique 10 en tant que sources de chaleur et d'un échangeur

intermédiaire fluide frigorigène/eau 11 complété par un ou plusieurs échangeurs à eau 15, 17 utilisés pour le chauffage de l'espace.

Le système du mode de réalisation représenté par la figure 8 est utilisé pour chauffer l'eau chaude sanitaire et un espace.

- 5 Dans le mode de réalisation représenté par la figure 8, lorsque le système est utilisé simultanément pour chauffer l'espace et l'eau sanitaire, le bloc d'échange et de stockage est utilisé à la fois pour le chauffage de l'eau sanitaire et pour le chauffage de l'espace grâce à l'échangeur intermédiaire 11.

- 10 Lorsque le système est utilisé uniquement pour chauffer l'eau sanitaire, il y a surabondance de puissance disponible grâce aux deux sources. La régulation gère la répartition des puissances grâce au détendeur et aux actuateurs (pompes ou ventilateur).

Un autre mode de réalisation de l'invention est représenté par la figure 9.

- 15 La figure 9 décrit un module non réversible utilisé pour chauffer l'eau chaude sanitaire et un espace à partir d'une première source constituée par une boucle géothermique eau ou saumure 14 qui transmet sa chaleur à un échangeur eau/fluide frigorigène et d'une deuxième source constitué par un panneau solaire thermique (10). L'échangeur intermédiaire fluide frigorigène/eau 11 est complété par un ou plusieurs échangeurs à eau 15 et 17.

- 20 Lorsque le système est utilisé simultanément pour chauffer l'espace et l'eau sanitaire, la température de la source géothermique est de l'ordre de 0°C (cas d'un captage horizontal), aussi la chaleur du panneau solaire thermique 10 devra d'abord liquéfier le matériau du bloc basse température 4. La température de refoulement restera pourtant suffisante pour charger le bloc haute température 2. En effet la pression d'aspiration plus basse et la surchauffe du panneau solaire thermique 10 maintiendront une surchauffe à l'aspiration suffisamment élevée. Le rendement sera moins bon que dans
25 le cas de la figure 9 mais la puissance dans un système bien dimensionné sera suffisante tout au long de l'année.

- 30 Lorsque le système est utilisé uniquement pour chauffer l'eau sanitaire, il y a surabondance de puissance disponible grâce aux deux sources. La régulation gère la répartition des puissances grâce au détendeur et aux actuateurs (pompes ou ventilateur)

2) Modes de réalisations réversibles

Un deuxième mode de réalisation est le mode réversible décrit ci-dessus comme troisième objet de la présente invention. Ce mode de réalisation peut être réalisé de
5 différentes manières.

a) Mode de réalisation avec deux sources de chaleur et deux charges thermiques

Dans ce mode de réalisation, la première charge thermique est préférentiellement l'eau chaude sanitaire. Cette première charge thermique est reliée par un circuit indépendant
10 en série aux blocs haute température et moyenne température. La deuxième charge thermique peut être utilisée soit en mode chauffage, soit en mode refroidissement.

Dans ce mode de réalisation, les composants sont disposés de manière à ce que le fluide frigorigène (20) quitte le refoulement du compresseur (1) en passant d'abord par le
15 bloc haute température (2) et ensuite par la vanne quatre voies d'inversion de cycle (6), puis :

- (i) Si la deuxième charge thermique est utilisée en mode chauffage : ledit fluide frigorigène passe d'abord par un premier clapet anti-retour (26), puis par le bloc moyenne température (3), puis par l'échangeur de la deuxième charge thermique,
20 puis par le détendeur (5), puis par l'échangeur de la première source de chaleur, puis par le bloc basse température (4) utilisé comme échangeur de la deuxième source de chaleur, puis de nouveau par la vanne quatre voies d'inversion de cycle (6), dans un circuit différent, puis le fluide frigorigène (20) rentre dans l'aspiration du compresseur (1), et le cycle reprend.
- 25 (ii) Si la deuxième charge thermique est utilisée en mode refroidissement : ledit fluide frigorigène (20) passe par le bloc basse température (4) utilisé comme échangeur de la deuxième source, puis par l'échangeur de la première source, puis par le détendeur (5), puis par l'échangeur de la deuxième charge thermique, puis par un deuxième clapet anti-retour (36), et ensuite par la vanne quatre voie à inversion de
30 cycle (6), dans un circuit différent, puis le fluide frigorigène (20) rentre dans l'aspiration du compresseur (1), et le cycle reprend.

Un exemple de ce mode de réalisation de l'invention est représenté par la figure 10. La figure 10 décrit un module réversible selon l'invention muni de clapets anti-retour tel que représenté figure 2, utilisé pour chauffer l'eau chaude sanitaire et un espace à partir d'une première source constituée par une boucle géothermique eau ou saumure 14 qui transmet sa chaleur à un échangeur eau/fluide frigorigène et d'une deuxième source constituée par un panneau solaire thermique 10. Pour la partie chauffage de l'espace, l'échangeur intermédiaire fluide frigorigène/eau 11 est complété par un ou plusieurs échangeurs à eau 15 et 17.

Dans ce mode de réalisation, le bloc moyenne température 3 est muni de clapets de clapet anti-retour. Le module réversible est ainsi adapté au chauffage de l'eau sanitaire simultanément avec une charge thermique (mode chauffage ou mode refroidissement)

En mode chauffage, le bloc moyenne température 3 est parcouru par le fluide frigorigène. Ce bloc se charge donc de chaleur en vue d'une utilisation par l'eau chaude sanitaire. En mode refroidissement, le jeu de deux clapets permet de court-circuiter le bloc moyenne température 3. La chaleur qui y est emmagasinée reste disponible pour l'eau chaude sanitaire.

Un autre mode de réalisation de l'invention est représenté par la figure 11 qui décrit un module réversible selon l'invention muni de clapets anti-retour 26, 36 tel que représenté figure 2, utilisé pour chauffer l'eau chaude sanitaire et un espace à partir d'une première source constituée par un échangeur air (extrait ou extérieur) / fluide frigorigène 7 et d'une deuxième source constituée par un panneau solaire thermique (10). Pour la partie chauffage de l'espace, l'échangeur est un échangeur fluide frigorigène / air 16.

Le fonctionnement du système de ce mode de réalisation est similaire à celui représenté par la figure 10.

Un autre mode de réalisation de l'invention est représenté par la figure 12.

La figure 12 décrit un module réversible selon l'invention muni de clapets anti-retour 26, 36 tel que représenté figure 2, utilisé pour chauffer l'eau chaude sanitaire et un espace à partir d'une première source constituée par une boucle géothermique eau ou saumure 14 qui transmet sa chaleur à un échangeur eau/fluide frigorigène et d'une deuxième source constituée par un échangeur air (extrait ou extérieur) / fluide frigorigène 7. Pour

la partie chauffage de l'espace, l'échangeur intermédiaire fluide frigorigène/eau 11 est complété par un ou plusieurs échangeurs à eau 15 et 17.

Le fonctionnement du système de ce mode de réalisation est similaire à celui représenté par la figure 10.

5

b) Mode de réalisation avec deux sources de chaleur et trois charges thermiques

Dans ce mode de réalisation, la troisième charge thermique est préférentiellement l'eau chaude sanitaire (de capacité plus limitée que dans le cas 2a) décrit ci-dessus). Cette
10 troisième charge thermique est reliée par un circuit indépendant au bloc haute température (2). Les deux autres charges thermiques peuvent être utilisées soit en mode chauffage, soit en mode refroidissement.

Dans ce mode de réalisation, les composants sont disposés de manière à ce que le
15 fluide frigorigène (20) quitte le refoulement du compresseur (1) en passant d'abord par le bloc haute température (2) et ensuite par la vanne quatre voies d'inversion de cycle (6), puis :

20 (i) En mode chauffage : le fluide frigorigène (20) passe d'abord par le bloc moyenne température (3) utilisé comme échangeur de la première charge thermique, puis par l'échangeur de la deuxième charge thermique, puis le détendeur (5), puis par l'échangeur de la première source de chaleur, puis par le bloc basse température (4) utilisé comme échangeur de la deuxième source de chaleur, puis par la vanne quatre
25 voie à inversion de cycle (6), dans un circuit différent, puis le fluide frigorigène (20) rentre dans l'aspiration du compresseur (1), et le cycle reprend.

(ii) En mode refroidissement : le fluide frigorigène (20) passe d'abord par le bloc basse
température (4) utilisé comme échangeur de la deuxième source, puis par
30 l'échangeur de la première source, puis par le détendeur (5), puis par l'échangeur de la deuxième charge, puis par le bloc moyenne température (3) utilisé comme échangeur de la première charge, puis par la vanne quatre voies à inversion de cycle

(6), dans un circuit différent, puis le fluide frigorigène (20) rentre dans l'aspiration du compresseur (1), et le cycle reprend.

Un exemple de ce mode de réalisation de l'invention est représenté par la figure 14 : le système est pourvu d'un module réversible selon l'invention non muni des clapets anti-retour, d'un échangeur air/fluide frigorigène (air extrait ou air extérieur) 7 et d'un panneau solaire thermique 10 en tant que sources de chaleur, ainsi que d'un ou plusieurs échangeurs chauffant ou refroidissant l'espace. Le ou les échangeurs chauffant ou refroidissement l'espace sont des échangeurs à eau 15, 17 raccordés directement sur le bloc d'échange et de stockage à température moyenne 3. De plus est ajouté au système un échangeur de chauffage ou de refroidissement de l'espace de type fluide frigorigène/air 16.

Seul le bloc d'échange et de stockage haute température 2 chauffe l'eau chaude sanitaire.

Lorsque le système est utilisé simultanément pour chauffer l'espace et l'eau sanitaire, le fonctionnement est similaire à celui du mode de réalisation représenté par la figure 13

De même, lorsque le système est utilisé uniquement pour chauffer l'eau sanitaire, le fonctionnement est similaire à celui du mode de réalisation représenté par la figure 13

Lorsque le système est utilisé simultanément pour refroidir l'espace et chauffer l'eau sanitaire, la spécifié du système tel que représenté par la figure 14 est de permettre un refroidissement simultané par l'air et par des refroidissements à eau (rafraîchissement par le sol par exemple). Le refroidissement par air permet une baisse de température rapide et une déshumidification de la pièce et le refroidissement du sol donne l'inertie thermique; La déshumidification de l'air limite le risque de condensation sur le sol. Le système permet facilement cette fonctionnalité grâce à ses connections multiples. La chaleur sera rejetée au niveau de l'échangeur 7 dont le débit devra être suffisant.

Lorsque le système est utilisé simultanément pour refroidir l'espace et chauffer l'eau sanitaire, le bloc d'échange et de stockage haute température 2 est toujours alimenté en chaleur et permet donc le chauffage de l'eau chaude sanitaire. Le bloc d'échange et de stockage moyenne température 3 est sous forme solide. La configuration préférable du point de vue du transfert thermique est celle de l'échangeur à plaques représenté sur la

figure 23. En effet cette configuration permet un échange direct entre le fluide frigorigène et l'eau des échangeurs 15.

Le bloc d'échange et de stockage basse température 4 est alimenté en gaz chaud. Il ne rejette pas de chaleur l'été car il est relié à un capteur solaire lui-même à température élevée. La pompe du capteur solaire n'est donc pas alimentée. La pompe du capteur solaire ne sera en général pas alimentée. En effet, le mode refroidissement apparaît l'été quand la température du capteur solaire est élevée et supérieure à la température de condensation du système. Il n'y aurait pas de rejet de chaleur mais plus vraisemblablement un transfert vers le capteur géothermique. Ce mode est envisageable dans certains cas pour recharger le capteur géothermique ou pour refroidir le circuit du capteur solaire mais il n'est pas indispensable. La chaleur sera donc rejetée au niveau de l'échangeur 7 dont le débit devra être suffisant.

Un autre mode de réalisation de l'invention est représenté par la figure 15.

Dans le mode de réalisation représenté par la figure 15, le système est pourvu d'un module réversible selon l'invention non muni des clapets anti-retour, d'une première source constituée par une boucle géothermique eau ou saumure 14 qui transmet ou prend sa chaleur à un échangeur eau/fluide frigorigène 12, d'une deuxième source constitué par un panneau solaire thermique 10, ainsi que d'échangeurs chauffant ou refroidissement l'espace. Le ou les échangeurs chauffant ou refroidissement l'espace sont des échangeurs à eau 15, 17 raccordés directement sur le bloc échangeur/stockage à température moyenne 3. De plus est ajouté au système un échangeur de chauffage ou de refroidissement de l'espace de type fluide frigorigène/air 16.

Seul le bloc d'échange et de stockage haute température chauffe l'eau chaude sanitaire. Le système est similaire dans son fonctionnement à celui de la figure 14. Le rejet de chaleur se fera par la boucle géothermique à eau ou saumure 14.

Un autre mode de réalisation de l'invention est représenté par la figure 16.

Dans le mode de réalisation représenté par la figure 16, le système est pourvu d'un module réversible selon l'invention non muni des clapets anti-retour, d'une première source constituée par un échangeur air/fluide frigorigène (air extrait ou air extérieur) 7, d'une deuxième source constitué par un panneau solaire thermique 10, ainsi que d'

échangeurs chauffant ou refroidissement l'espace. Le ou les échangeurs chauffant ou refroidissement l'espace sont des échangeurs à eau 15, 17 raccordés directement sur le bloc échangeur/stockage à température moyenne 3. De plus est ajouté au système un échangeur de chauffage ou de refroidissement de l'espace de type fluide frigorigène/air

5 16.

En outre, dans ce mode de réalisation, un bloc d'échange et de stockage moyenne température est ajouté dans le circuit du panneau solaire thermique 10. Lorsque la pompe de circulation est activée, la chaleur va se stocker dans deux blocs d'échange et de stockage: d'une part, le bloc basse température 4 pour assurer la surchauffe des gaz d'aspiration du compresseur et créer de l'énergie stockée en cas de demande du compresseur et d'autre part, dans le bloc supplémentaire moyenne température 3". En phase de décharge, l'eau sanitaire passera d'abord dans ce bloc moyenne température puis dans le bloc haute température chargé par le cycle thermodynamique.

15 Encore un autre mode de réalisation de l'invention, de type non réversible, est représenté par la figure 13.

Dans le mode de réalisation représenté par la figure 13, le système est pourvu d'un module non réversible, d'un échangeur air/fluide frigorigène (air extrait ou air extérieur) 7 et d'un panneau solaire thermique 10 en tant que sources de chaleur, ainsi que d'échangeurs chauffant l'espace. Le ou les échangeurs chauffant l'espace sont d'une part des échangeurs à eau 15, 17 raccordés directement sur le bloc d'échange et de stockage à température moyenne 3, et d'autre part un échangeur de chauffage de type fluide frigorigène/air 16.

25 Seul le bloc d'échange et de stockage haute température 2 est utilisé pour chauffer l'eau chaude sanitaire 25.

Lorsque le système est utilisé simultanément pour chauffer l'espace et l'eau sanitaire, l'air extrait est typiquement déjà à 20 °C, le panneau solaire thermique 10 va avoir tendance à rapidement liquéfier le bloc basse température et surchauffer le gaz. La régulation gère la surchauffe au compresseur et sa pression d'aspiration. Le panneau solaire apporte une puissance supplémentaire qui est véhiculée par le compresseur vers la partie du circuit en haute pression avec un rendement élevé.

30 Lorsque le système est utilisé uniquement pour chauffer l'eau sanitaire, il y a surabondance de puissance disponible grâce aux deux sources. La régulation gère la

répartition des puissances grâce au détendeur et aux actuateurs (pompes ou ventilateur)

La spécifié du système du mode de réalisation de la figure 13 est de permettre un chauffage de l'espace simultanément par l'air et par des chauffages à eau (chauffage par le sol par exemple), l'air permettant une mise en température rapide de la pièce et le sol donnant l'inertie thermique et l'effet rayonnant. Le système selon l'invention permet facilement cette fonctionnalité.

En revanche l'inconvénient du système du mode de réalisation de la figure 13 est une perte d'efficacité pour le chauffage de l'eau sanitaire puisque seul le bloc d'échange et de stockage 2 est utilisé pour le chauffage de l'eau sanitaire.

La figure 13 (2 sources, ECS + 2 échangeurs de chauffage en mode non réversible n'est pas couverte par les revendications 2 ou 3 !!!)

Les figures 4 à 16 ne traitent pas de façon exhaustive toutes les configurations. Elles ont pour but de montrer la flexibilité du module pour des installations variées.

La figure 17 représente un schéma de principe représentant les blocs d'échange et de stockage suivant l'approche technologique des échangeurs à plaques. Cet échangeur permet un échange direct respectivement entre fluide frigorigène et matériau de stockage, fluide frigorigène et fluide secondaire ce qui augmente la puissance thermique échangée mais il est cependant nécessaire d'ajouter une deuxième plaque entre le fluide frigorigène et l'eau chaude sanitaire de façon à obtenir une double paroi. Un échangeur à plaques est déjà utilisé de cette manière avec 2 circuits réfrigérants et un circuit eau. Mais l'utilisation avec du matériau de stockage est particulière à cette invention et en fait donc partie. On notera que l'écartement des plaques sera plus important pour le matériau de stockage (voir figure 23) afin de permettre un stockage thermique suffisant.

La figure 18 représente un schéma de principe représentant les blocs d'échange et de stockage suivant l'approche technologique des échangeurs tubulaires cuivre.

Cette approche est plus classique que celle des échangeurs à plaque, mais elle ne permet pas en permanence le contact deux par deux des trois fluides en présence. Le matériau de transition s'intercale entre les deux autres fluides.

L'effet de double paroi entre le fluide frigorigène et l'eau chaude sanitaire est respecté.

5

La figure 19 représente une manière parmi d'autres d'organiser les composants du système figure 20 muni des composants de la figure 24.

f) Exemple d'application : Maison individuelle

10 (i) Evolution des besoin thermiques :

La proportion de l'eau chaude sanitaire augmente dans la consommation d'énergie, en effet:

15 L'isolation des bâtiments et maisons individuelles s'améliore, ce qui diminue la quantité d'énergie nécessaire au chauffage de l'espace. En revanche, les besoins de chauffage de l'eau chaude sanitaire restent les mêmes.

Par exemple, une maison individuelle d'avant 1980 demande une énergie de chauffage totale d' environ 200Kwh/M2/an dont environ 20 Kwh/M2/an , environ 10% est utilisée pour l'eau chaude sanitaire .

20 Une maison de moins de 10 ans demandera environ 100Kwh/m2/an. La part d'eau chaude sanitaire (20 KWH/M2/an) représente alors 20%

La tendance va vers des maisons très isolées qui demandent environ 65Kwh/M2/an et moins. La part de l'eau chaude sanitaire est de 30%

25 L'efficacité du mode de chauffage de l'eau chaude sanitaire devient donc un point de plus en plus important.

(ii) Réponse aux besoins avec le module décrit dans l'invention

Nous allons prendre ce dernier cas et l'appliquer à une maison de 140 m2.

30 Les besoins calorifiques totaux sont donc de $65 \times 140 = 9100 \text{ KwhH}$ dont 2800Kwh pour l'eau chaude sanitaire. En prenant l'hypothèse vraisemblable d'un besoin

quotidien constant d'eau chaude sanitaire tout au long de l'année, on obtient un besoin de $2800/365=7.7\text{Kwh/jour} = 27720 \text{ KJ/jour}$

Cette énergie permet de chauffer 265 litres d'eau par jour de 15 deg C à 40 deg C

Si on considère un matériau de stockage de type paraffine, on peut prendre une
5 valeur de chaleur latente de fusion moyenne de 250 KJ/Kg et une densité de 800Kg/m³.

Il faudra globalement chauffer $27720/250=110 \text{ Kg}$ de matériau par jour pour assurer les besoins.

Si on considère le cas réaliste de deux cycles de fusion et de solidification du
10 matériau par jour, on obtient le besoin d'une masse de 55 Kg de matériau de stockage. Cette quantité de matière s'applique à la somme des masses des blocs haute et moyenne température.

Ceci représente un volume de $55/800*1000= 69$ décimètre cube de matériau.

Compte tenu du volume nécessaire pour les circuits eau et fluide frigorigène, on peut
15 estimer le volume total des deux blocs échangeurs à 100 décimètre cubes.

On peut répartir les volumes entre les deux blocs haute et moyenne températures si on fixe certaines hypothèses. La répartition ci-dessous est donnée à titre d'exemple, elle pourra varier en fonction des hypothèses prises.

20

Les hypothèses prises pour cet exemple sont les suivantes :

Le système considéré comprends deux sources : d'une part, une boucle géothermique à eau glycolée, d'autre part un panneau solaire. Le système considéré comprend la charge du circuit d'eau chaude sanitaire et peut éventuellement
25 comprendre une autre charge constituée par un circuit de chauffage par eau chaude (cas de la figure 9)

Le fluide frigorigène choisi est le : 410A

On considère un fonctionnement 100% eau chaude sanitaire (pas de charge de chauffage de l'espace)

30 Les blocs se chargent selon la condition de fonctionnement-ci dessous :

Température de condensation est de 40 °C, considérée égale à la température de changement de phase du bloc moyenne température.

- La température d'évaporation est de -5°C (cas usuel d'une boucle géothermique)
- L'enthalpie du fluide frigorigène à -5°C est de: 421KJ/Kg
- La température à l'aspiration du compresseur est de 20°C , considérée égale à la température de changement de phase du bloc basse température (la température à l'aspiration du compresseur pourra être plus élevée si besoin est en maintenant activé le circuit du capteur solaire)
- 5 L'enthalpie du fluide frigorigène à 20°C est de 446 KJ/Kg
- La variation d'enthalpie du fluide dans le bloc basse température est donc égale à
- $446-421=25\text{ KJ/Kg}$
- 10 La température de refoulement du compresseur est de 95°C : l'enthalpie du fluide frigorigène au refoulement du compresseur= 500KJ/Kg
- La température de changement de phase du bloc haute température est de 70°C
- L'enthalpie du fluide frigorigène à 70°C est de 470 KJ/Kg
- La variation d'enthalpie du fluide dans le bloc haute température est donc égale à :
- 15 $500-470=30\text{ KJ/Kg}$
- La variation d'enthalpie du fluide lors de la condensation dans le bloc moyenne température à 40°C est égale à 160KJ/Kg
- Le rapport des variations d'enthalpie $30/160$ donne environ 20% pour le bloc moyenne température.
- 20 Nous obtenons donc environ 20 litres pour le bloc haute température et 80 litres pour le bloc moyenne température. En pratique, On surdimensionnera le bloc haute température par exemple jusqu'à 40 litres pour pouvoir bénéficier de certaines conditions de fonctionnement favorables au niveau du capteur solaire et donc pouvoir stocker plus d'énergie à haute température .
- 25 Appliqué aux blocs basse et haute température, le rapport des enthalpies donne $25/30=0.67$ d'où un volume pour le bloc basse température de $0,67*0.2=14$ litres. En pratique on surdimensionnera également ce bloc, par exemple jusqu'à 30 litres, de façon à garder une réserve de stockage utilisable par le compresseur.
- On suppose les températures moyennes d'eau sanitaire suivantes : eau du réseau à
- 30 15°C et sortie d'eau chaude à 40°C soit un différentiel moyen de 25°C

Le circuitage de l'eau chaude sanitaire dans les blocs échangeurs moyenne et haute température sera fait de façon que 80% de l'écart de température (de 15 °C à 35 deg C) soit fait dans le bloc moyenne température et 20% (de 35 °C à 40 °C) soit fait dans le bloc haute température.

- 5 Nous obtenons donc une quantité d'environ $30+80+40= 150$ litres pour l'ensemble des blocs échangeurs.

A titre de comparaison , les dimensions standard d'un lave vaisselle sont de 600 mmx600mmx850mm générant un volume de 300 litres. Il apparaît envisageable de réaliser le système choisi pour l' exemple dans un volume proche d'un lave vaisselle.

REVENDICATIONS

- 1) Module utilisable pour le stockage et le transfert thermique, comprenant les composants suivants :
 - 5 (a) un compresseur (1) de fluide frigorigène ;
 - (b) un bloc d'échange et de stockage de la chaleur dit bloc haute température (2) situé à l'aspiration du compresseur (1) ;
 - (c) un bloc d'échange et de stockage de la chaleur dit bloc moyenne température (3) ;
 - 10 (d) un autre échangeur de chaleur, ou préférentiellement un bloc d'échange et de stockage de la chaleur dit bloc basse température (4) ;
 - (e) une vanne quatre voies (6) située en sortie du module haute température (2), cette vanne étant obligatoire si ledit module est destiné à fonctionner en mode réversible ;
 - 15 (f) optionnellement deux clapets anti-retour (26, 36) ;
 - (g) optionnellement une vanne d'injection (19) ladite vanne (19) injectant en amont du compresseur (1) ;
 - (h) un détendeur (5).

- 20 2) Système intégrant un module selon la revendication 1, ledit système fonctionnant en mode non réversible, et caractérisé en ce que lesdits composants sont disposés de manière à ce que le fluide frigorigène (20) quitte le refoulement du compresseur (1) en passant d'abord par le bloc haute température (2) et ensuite par le bloc moyenne température (3), puis
 - 25 (a) pour une utilisation dans un système avec une source de chaleur et une charge thermique, préférentiellement l'eau chaude sanitaire, ledit fluide frigorigène (20) passe par le bloc basse température (4), par le détendeur (5), par un échangeur source de chaleur, puis, par un circuit différent de celui du premier passage, de nouveau par le bloc basse température (4),
 - 30 puis ledit fluide frigorigène (20) rentre dans l'aspiration du compresseur (1), et le cycle reprend ;
 - (b) pour une utilisation dans un système avec une source de chaleur et une première charge thermique, cette première charge thermique étant

30 (i) en mode chauffage : ledit fluide frigorigène passe d'abord par un premier clapet anti-retour (26), puis par le bloc moyenne température (3), puis par l'échangeur de la deuxième charge thermique, puis par le détendeur (5), puis par l'échangeur de la première source de chaleur, puis par le bloc basse température (4) utilisé comme échangeur de la deuxième source de chaleur, puis de nouveau par la vanne quatre voies d'inversion de cycle (6), dans un

circuit différent, puis le fluide frigorigène (20) rentre dans l'aspiration du compresseur (1), et le cycle reprend ;

- (ii) en mode refroidissement : ledit fluide frigorigène (20) passe par le bloc basse température (4) utilisé comme échangeur de la deuxième source, puis par l'échangeur de la première source, puis par le détendeur (5), puis par l'échangeur de la deuxième charge thermique, puis par un deuxième clapet anti-retour (36), et ensuite par la vanne quatre voie à inversion de cycle (6), dans un circuit différent, puis le fluide frigorigène (20) rentre dans l'aspiration du compresseur (1), et le cycle reprend ;

10

- (b) pour une utilisation avec deux sources de chaleur et trois charges thermiques, dont la troisième charge thermique étant préférentiellement l'eau sanitaire (de capacité plus limitée par rapport au cas (a)), cette troisième charge thermique étant reliée par un circuit indépendant au bloc haute température (2),

15

- (i) en mode chauffage : le fluide frigorigène (20) passe d'abord par le bloc moyenne température (3) utilisé comme échangeur de la première charge thermique, puis par l'échangeur de la deuxième charge thermique, puis le détendeur (5), puis par l'échangeur de la première source de chaleur, puis par le bloc basse température (4) utilisé comme échangeur de la deuxième source de chaleur, puis par la vanne quatre voie à inversion de cycle (6), dans un circuit différent, puis le fluide frigorigène (20) rentre dans l'aspiration du compresseur (1), et le cycle reprend ;

20

- (ii) en mode refroidissement : le fluide frigorigène (20) passe d'abord par le bloc basse température (4) utilisé comme échangeur de la deuxième source, puis par l'échangeur de la première source, puis par le détendeur (5), puis par l'échangeur de la deuxième charge, puis par le bloc moyenne température (3) utilisé comme échangeur de la première charge, puis par la vanne quatre voies à inversion de cycle (6), dans un circuit différent, puis le fluide frigorigène (20) rentre dans l'aspiration du compresseur (1), et le cycle reprend.

25

30

- 4) Système selon la revendication 3, correspondant au schéma de fonctionnement montré par la figure 16
- 5) Module ou système selon la revendication 1 à 4, dans lequel
5 ledit bloc haute température (2) comporte un matériau à changement de phase dont la température de changement de phase est réglée à une valeur comprise entre 60°C et 75°C et avantageusement 65 et 70°C, ou à une température comprise entre 75°C et 90°C et avantageusement 80 à 85°C si le fluide frigorigène (20) est le CO₂.
- 10 6) Module ou système selon une quelconque des revendications 1 à 5, dans lequel ledit bloc moyenne température (3) comporte un matériau à changement de phase dont la température de changement de phase est réglée à une valeur comprise entre 32°C et 45°C, et avantageusement comprise entre 35°C et 40°C.
- 15 7) Module ou système selon une quelconque des revendications 1 à 6, dans lequel ledit bloc basse température (4) comporte un matériau à changement de phase dont la température de changement de phase est réglée à une valeur comprise entre 15°C et 25°C, et avantageusement comprise entre 17°C et 22°C.
- 20 8) Utilisation d'un module ou système selon une quelconque des revendications 1 à 7 pour le refroidissement ou le chauffage de wagons ferroviaires, navires ou camions.
- 25 9) Utilisation du module ou système selon une quelconque des revendications 1 à 7 pour le chauffage de l'eau sanitaire d'un bâtiment ou d'une partie d'un bâtiment.
- 10) Utilisation selon la revendication 9, dans laquelle ledit module ou système est utilisé en plus pour le chauffage de l'air et / ou pour le refroidissement dudit
30 bâtiment ou de ladite partie de bâtiment.

1 / 18

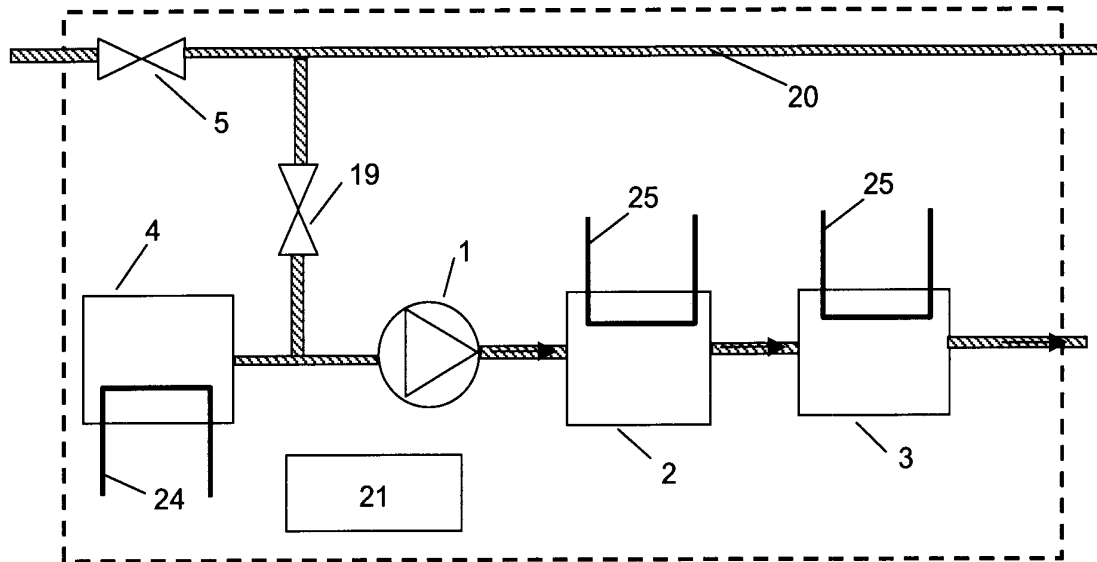


Figure 1

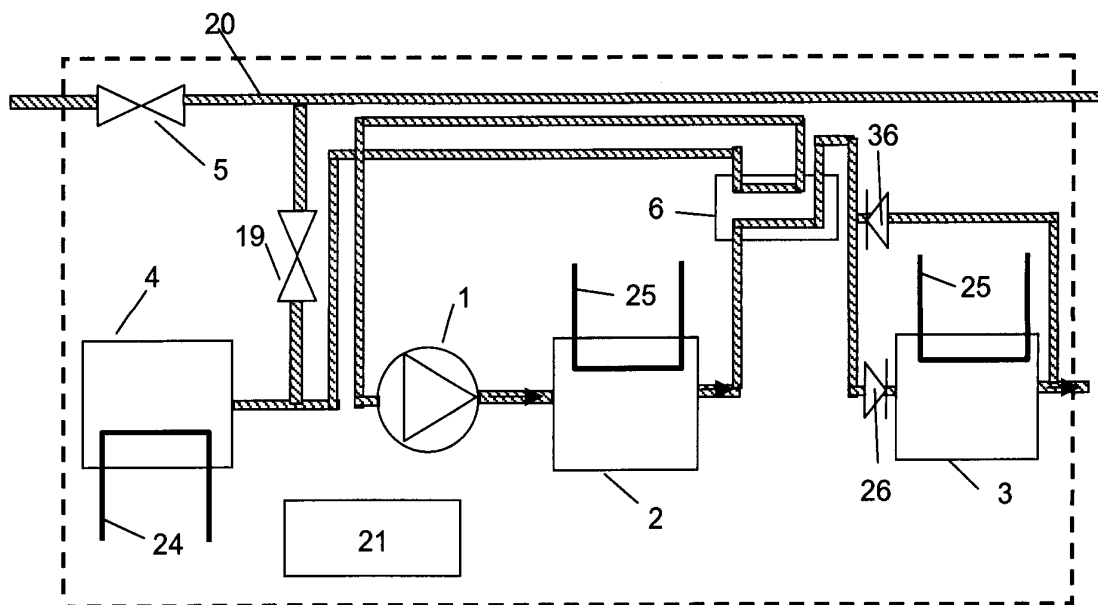


Figure 2

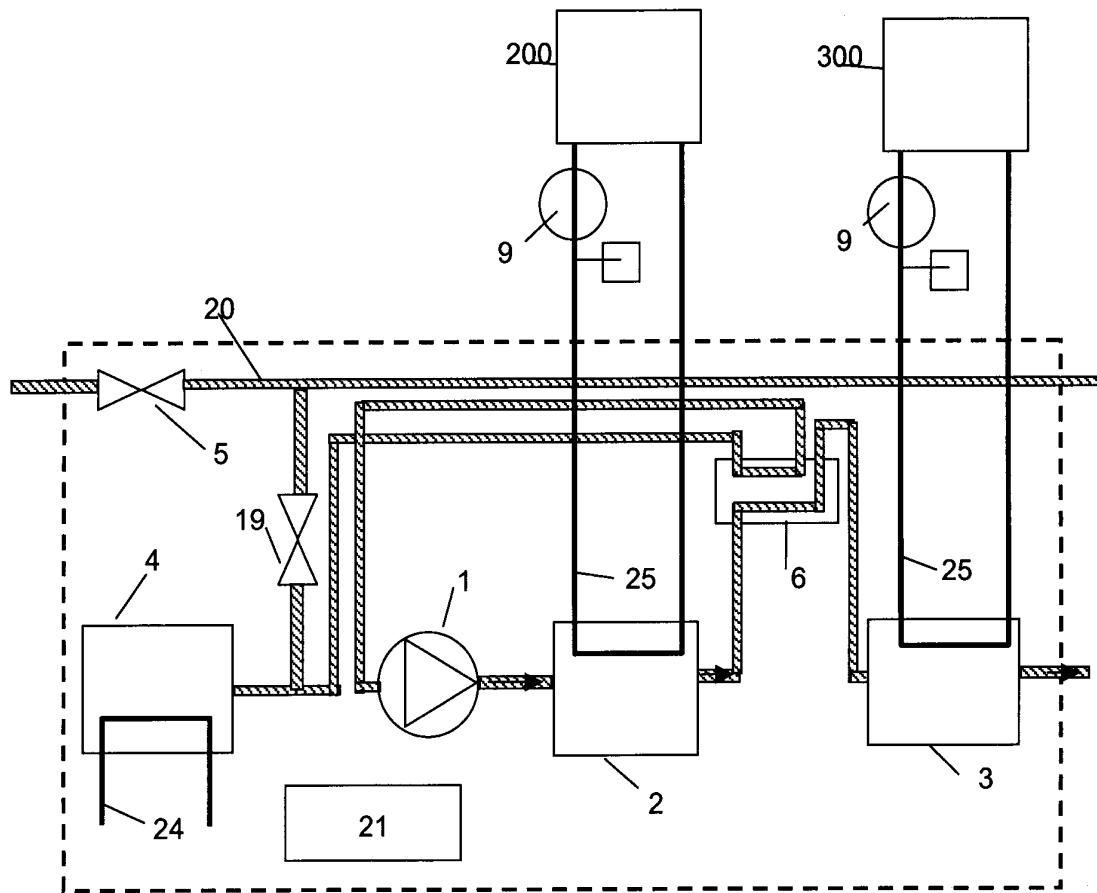


Figure 3

3/18

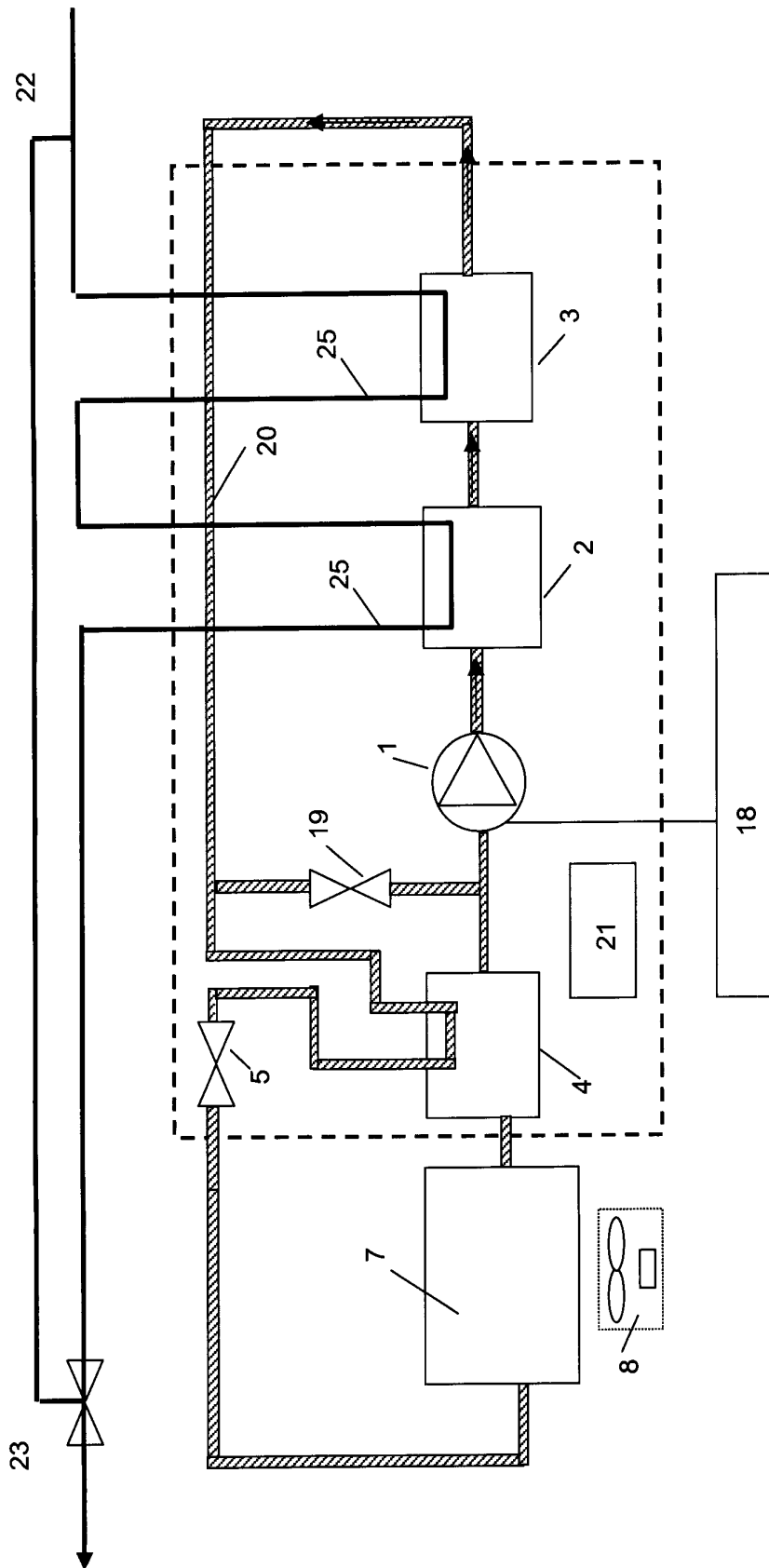


Figure 4

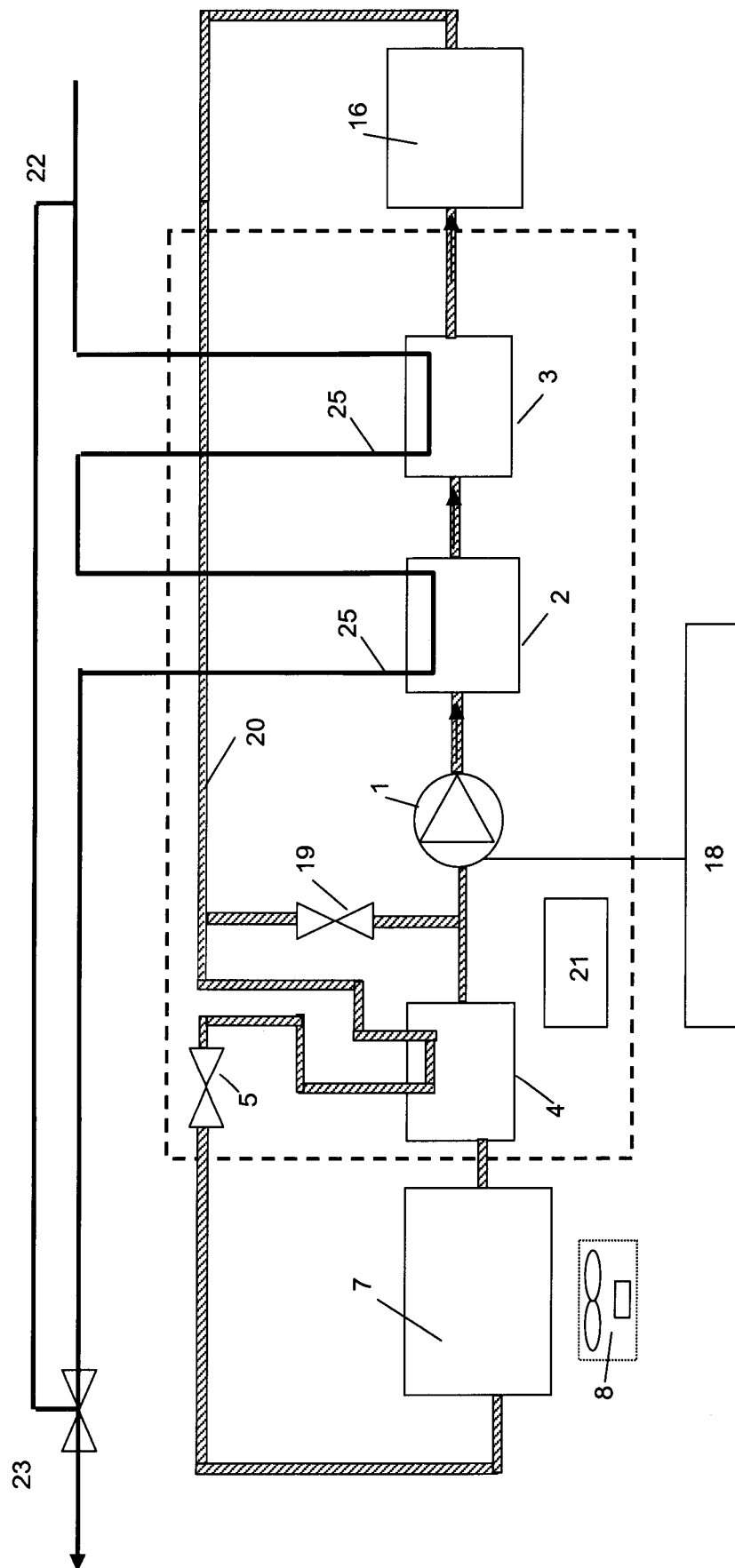


Figure 5

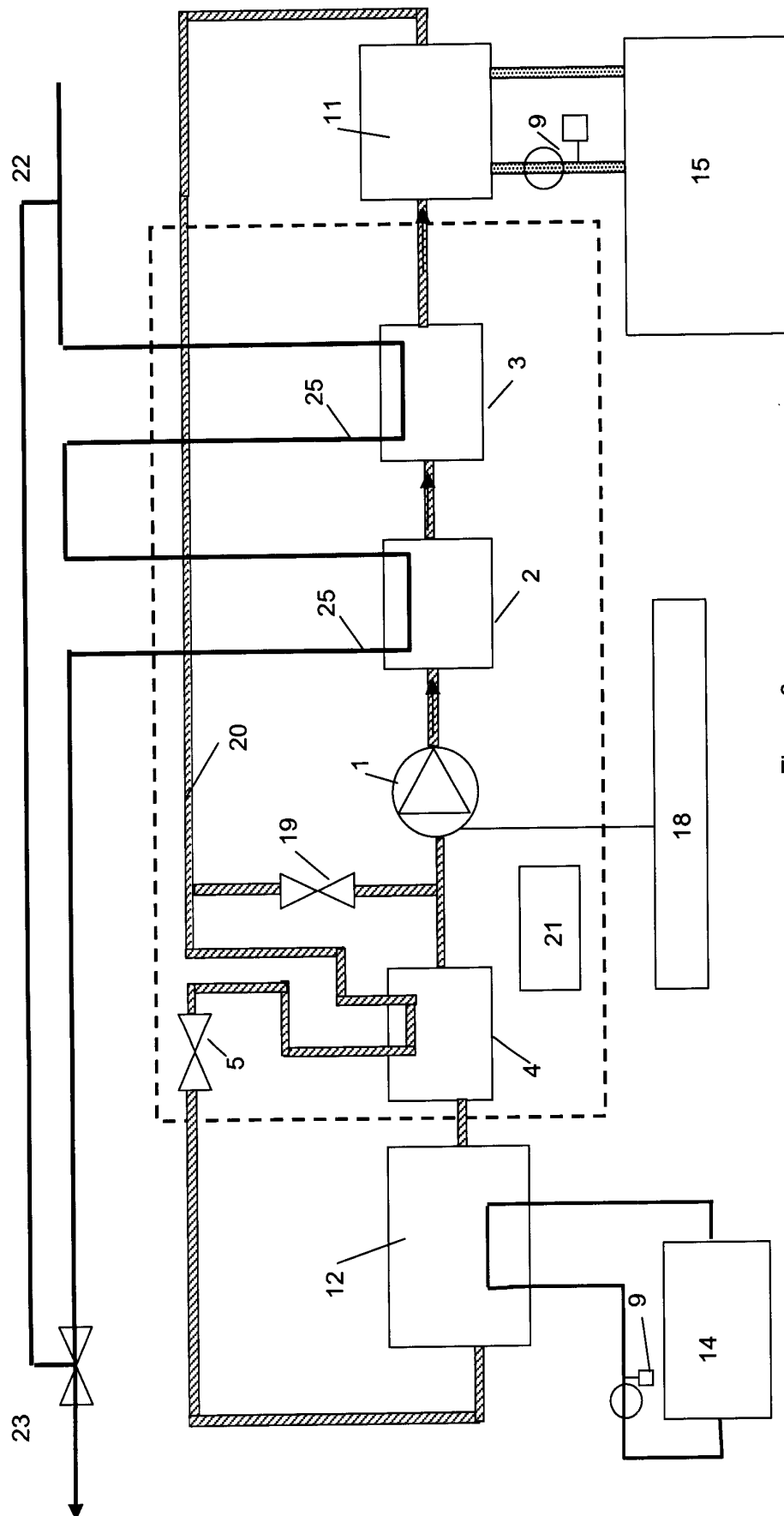


Figure 6

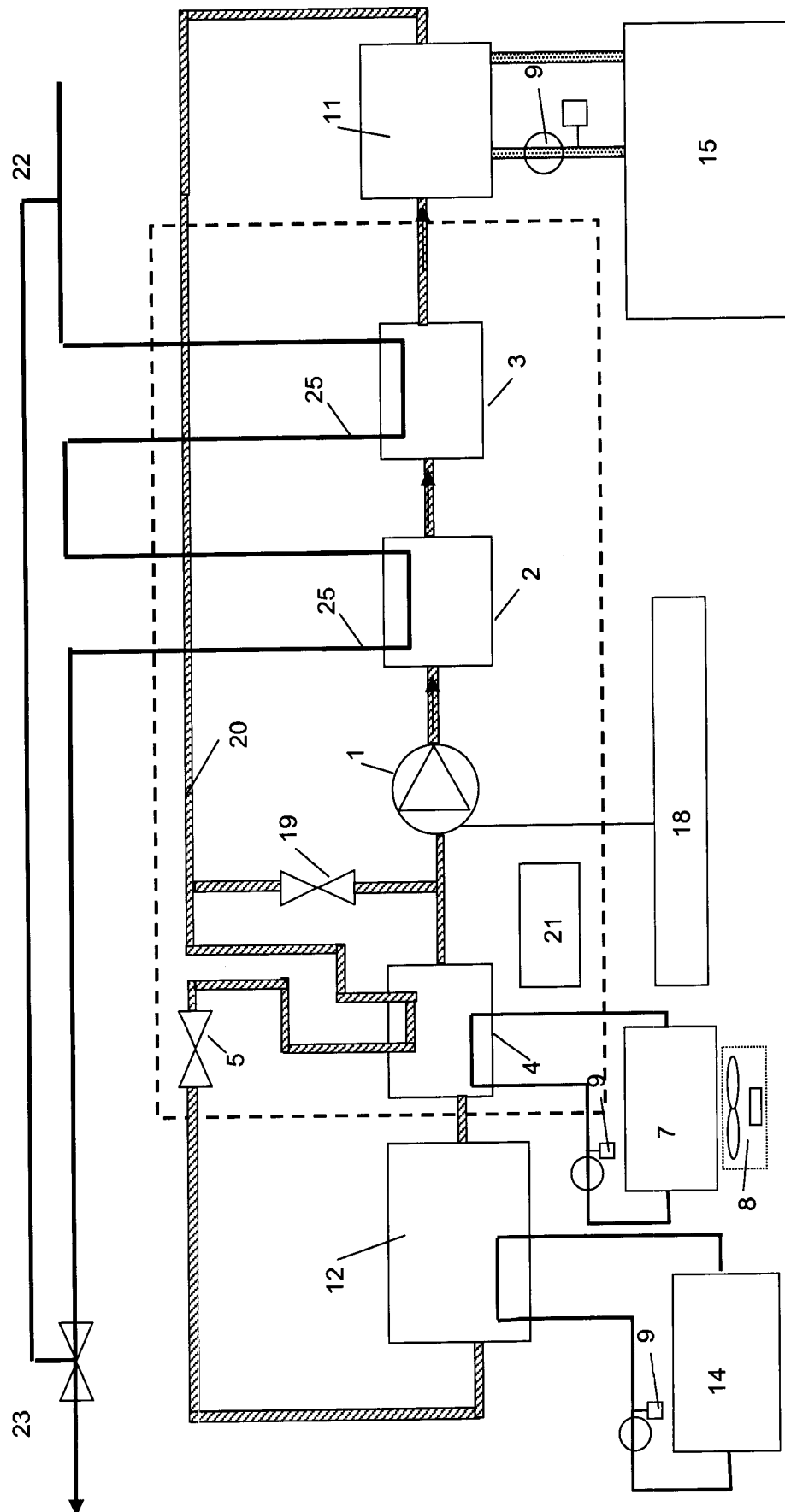


Figure 7

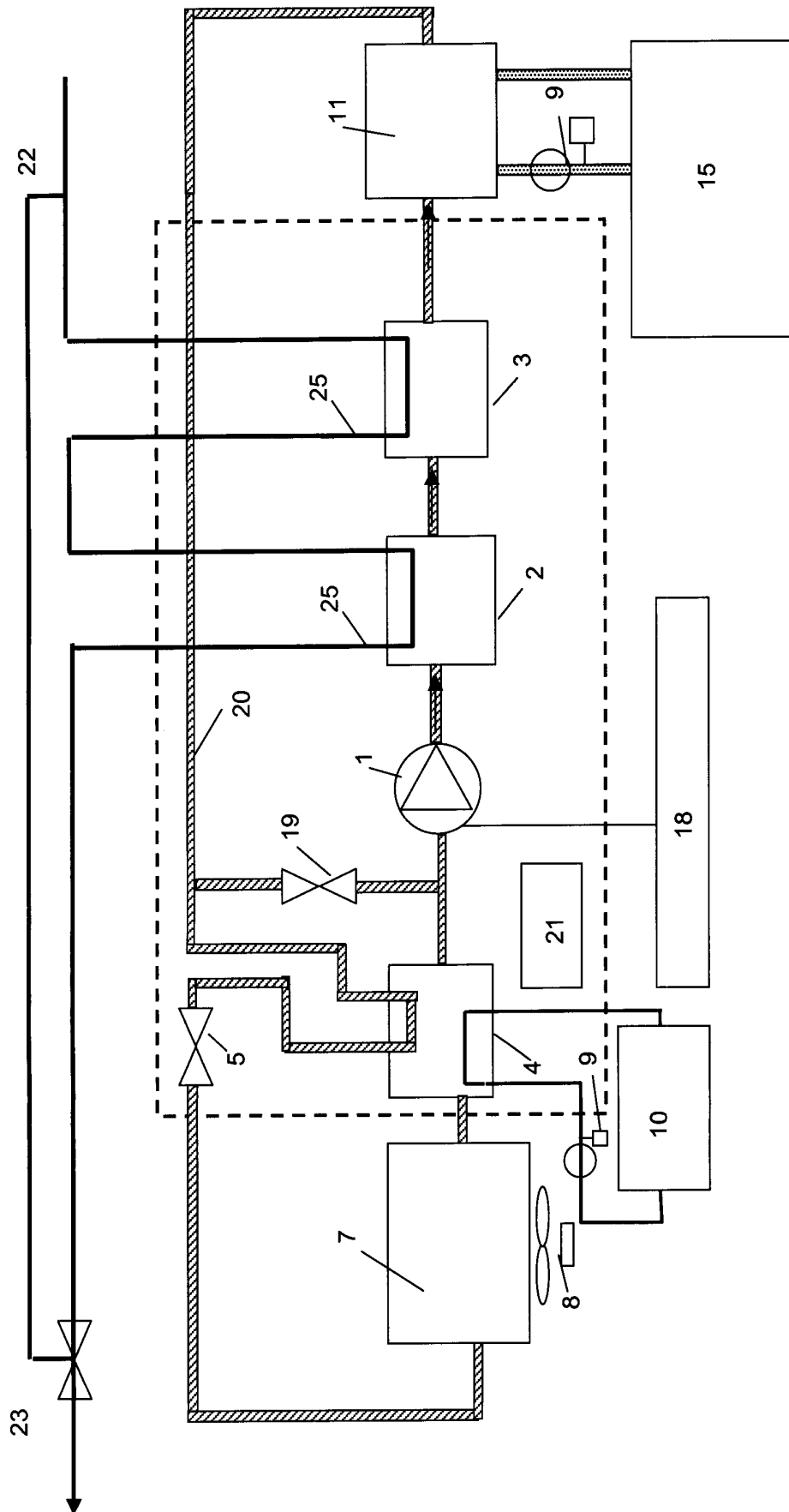


Figure 8

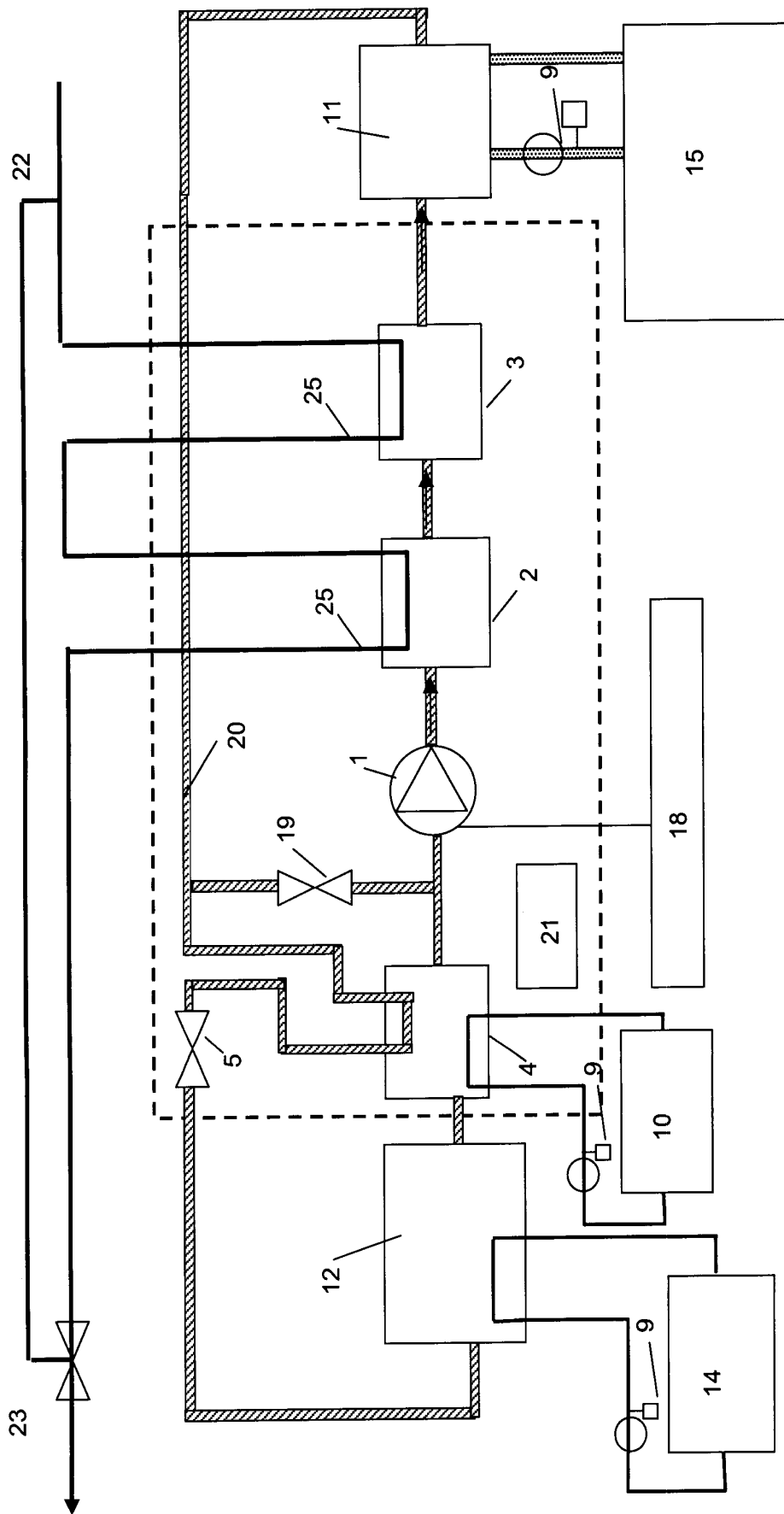


Figure 9

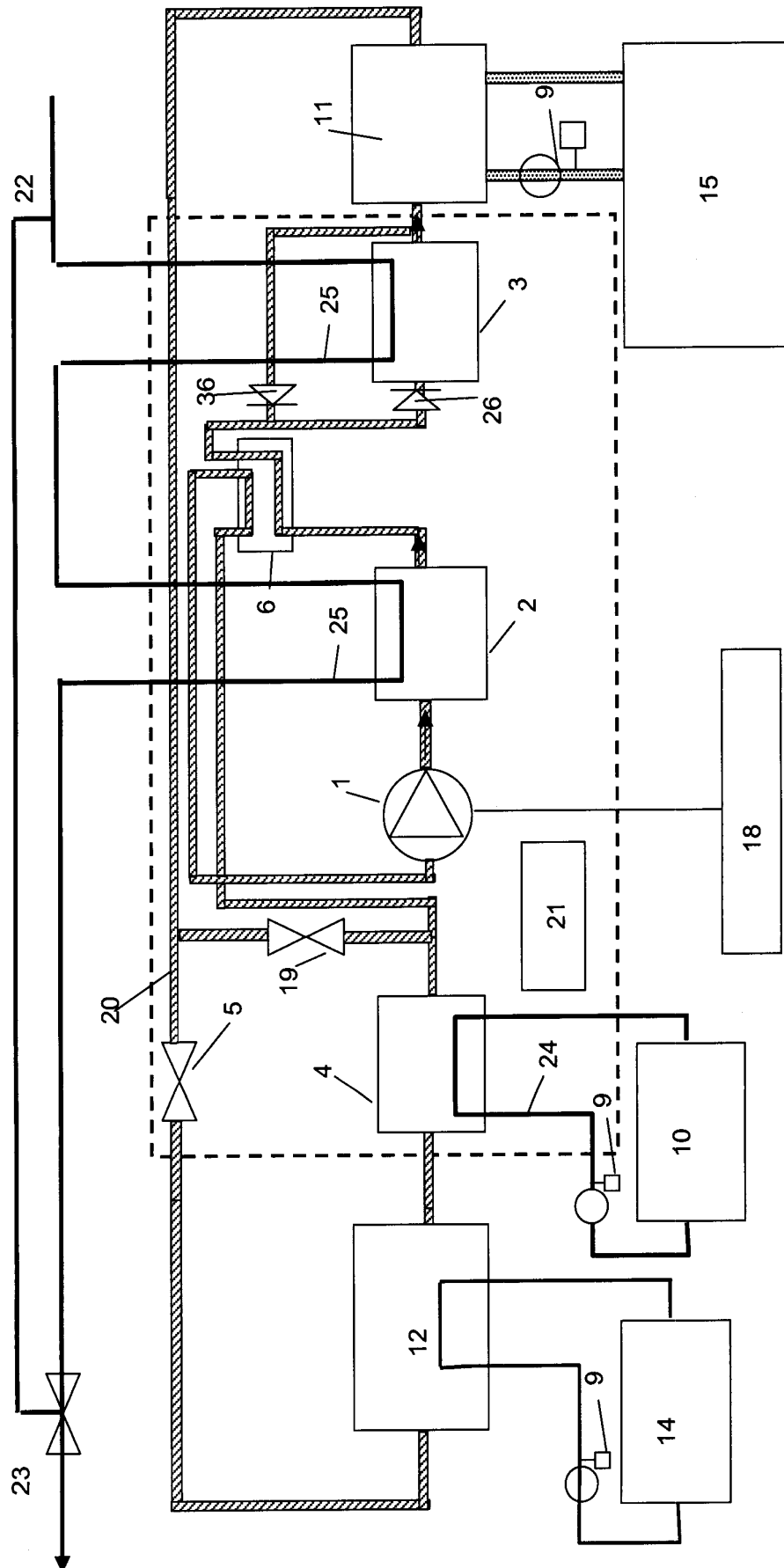


Figure 10

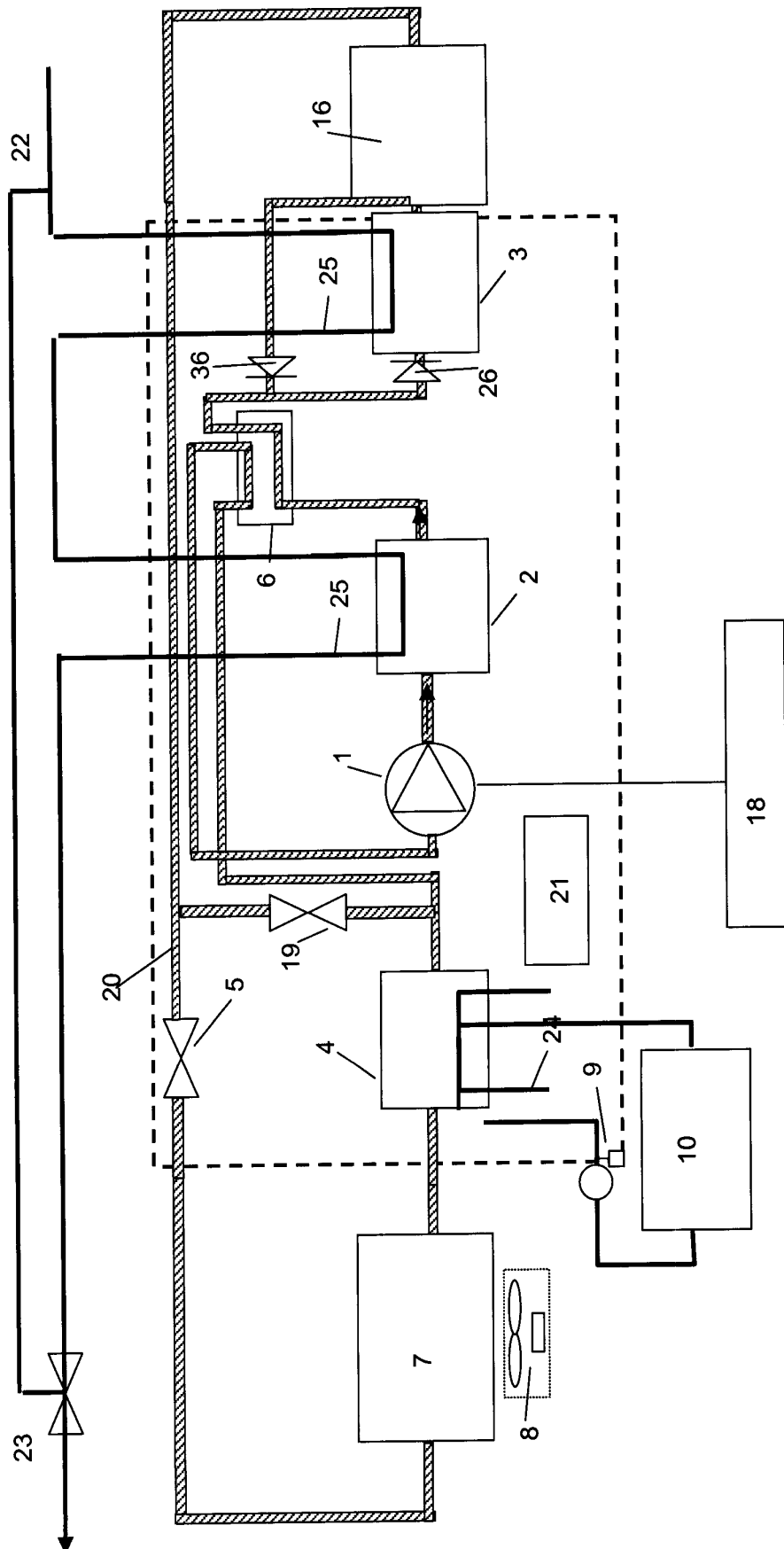
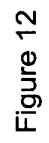


Figure 11



12 / 18

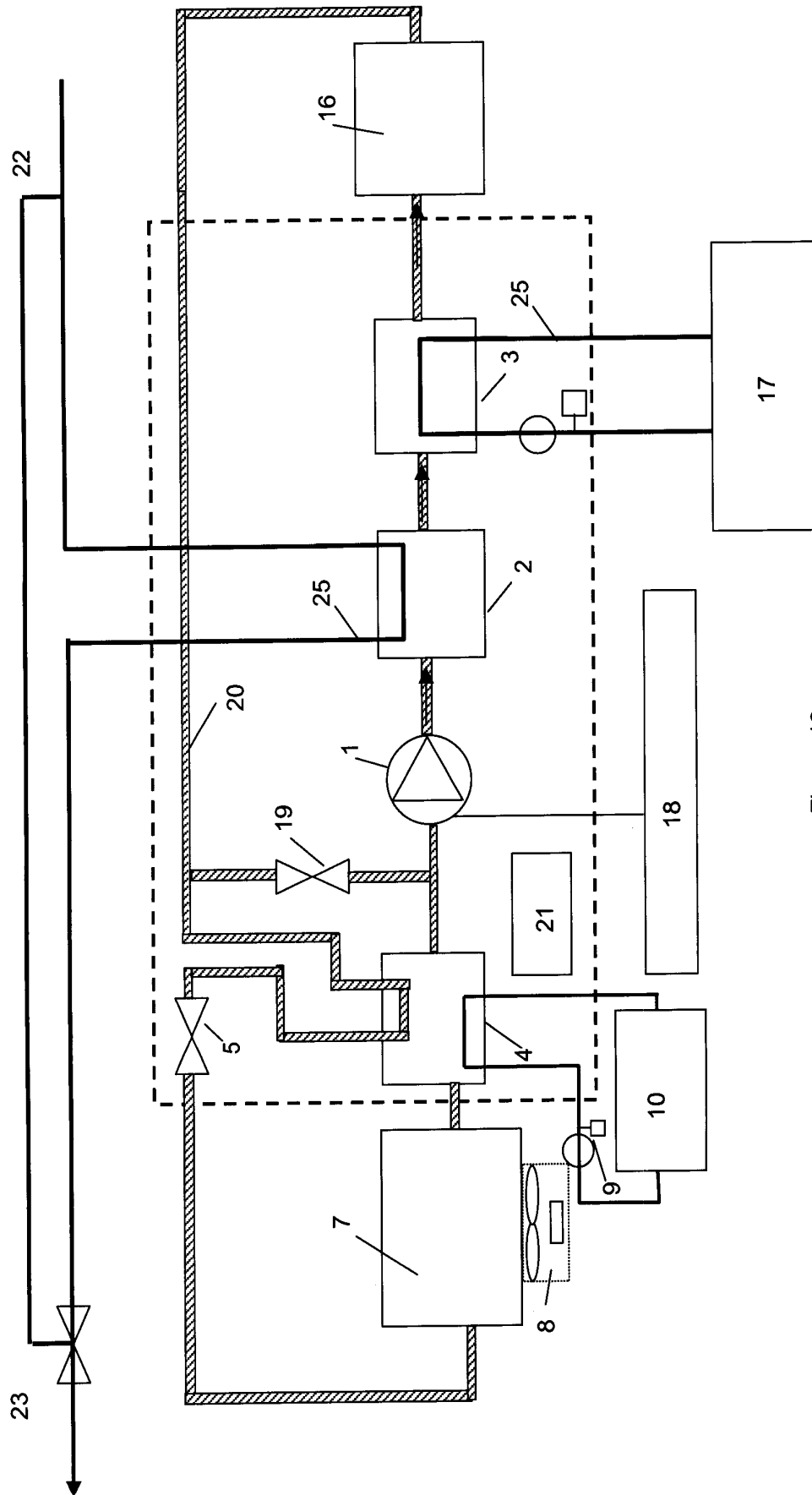


Figure 13

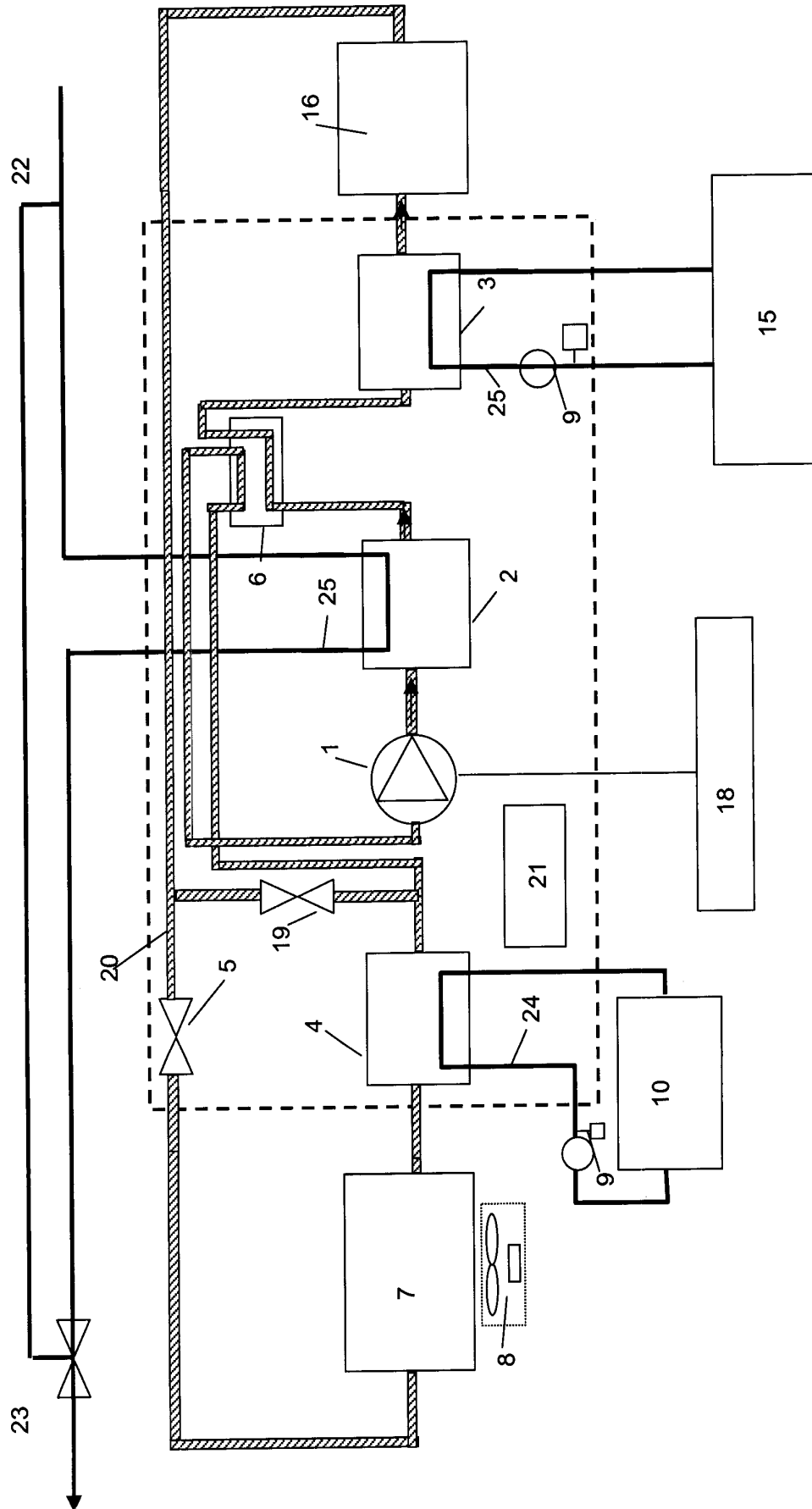


Figure 14

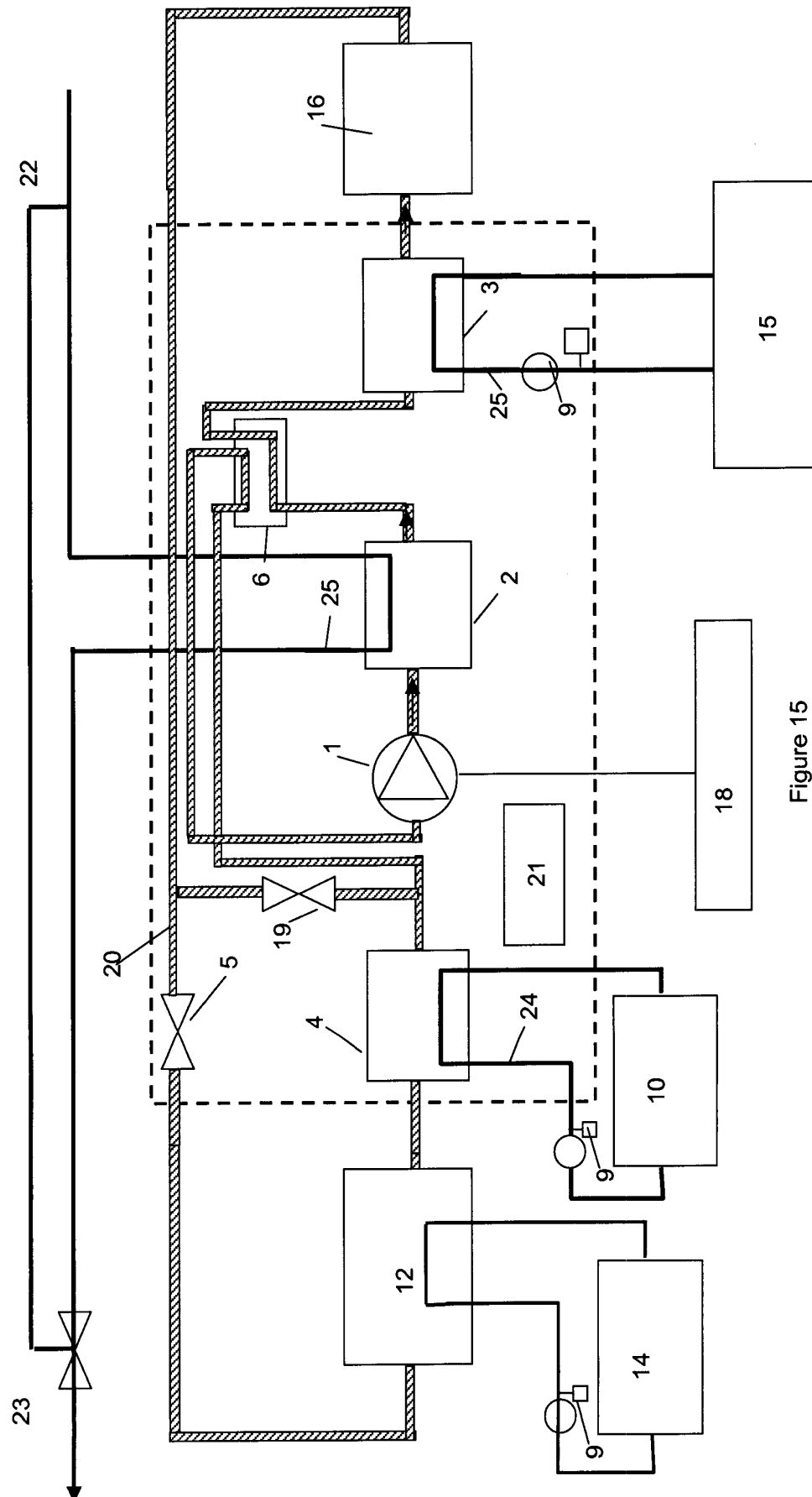


Figure 15

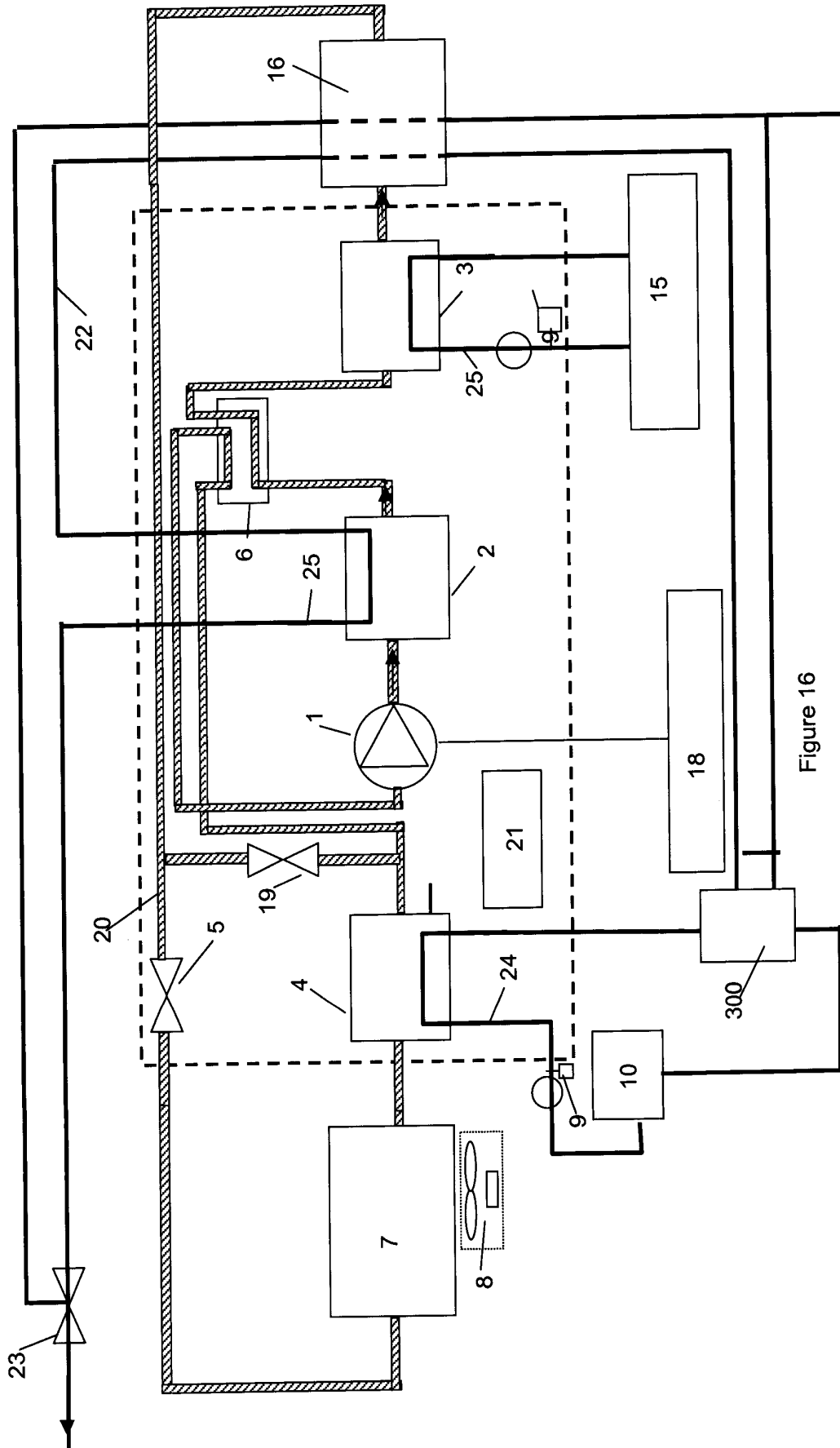


Figure 16

16 / 18

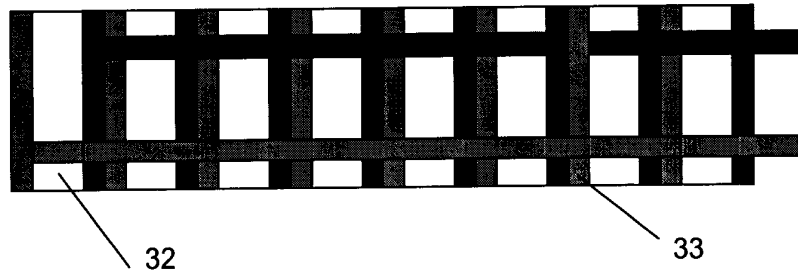


Figure 17a

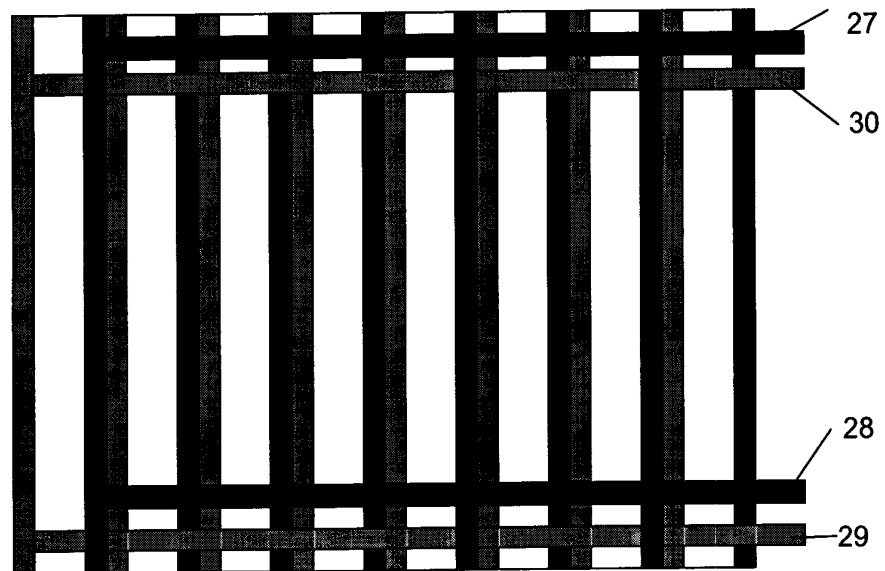


Figure 17b

Figure 17

17 / 18

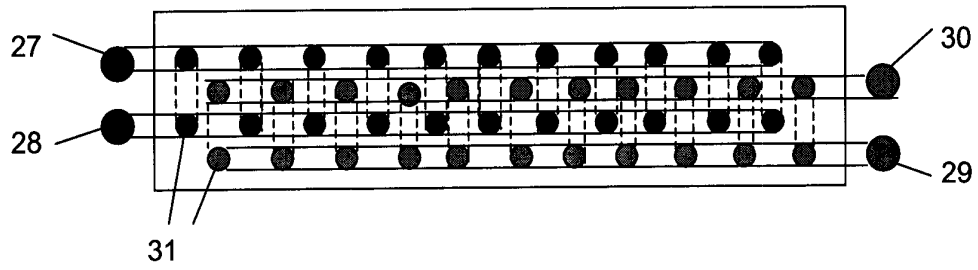


Figure 18a

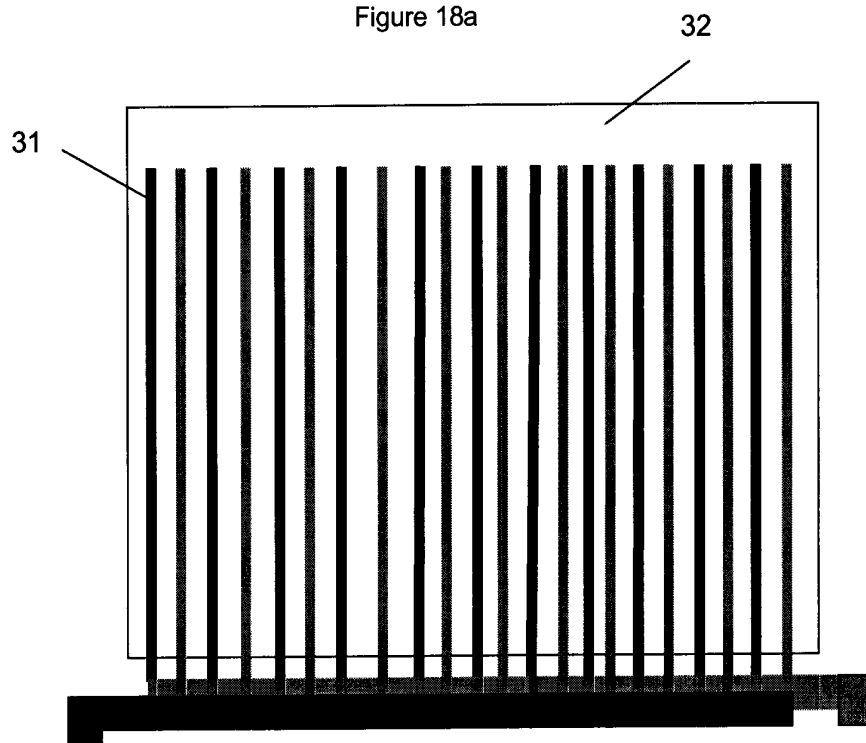


Figure 18b

Figure 18

18 / 18

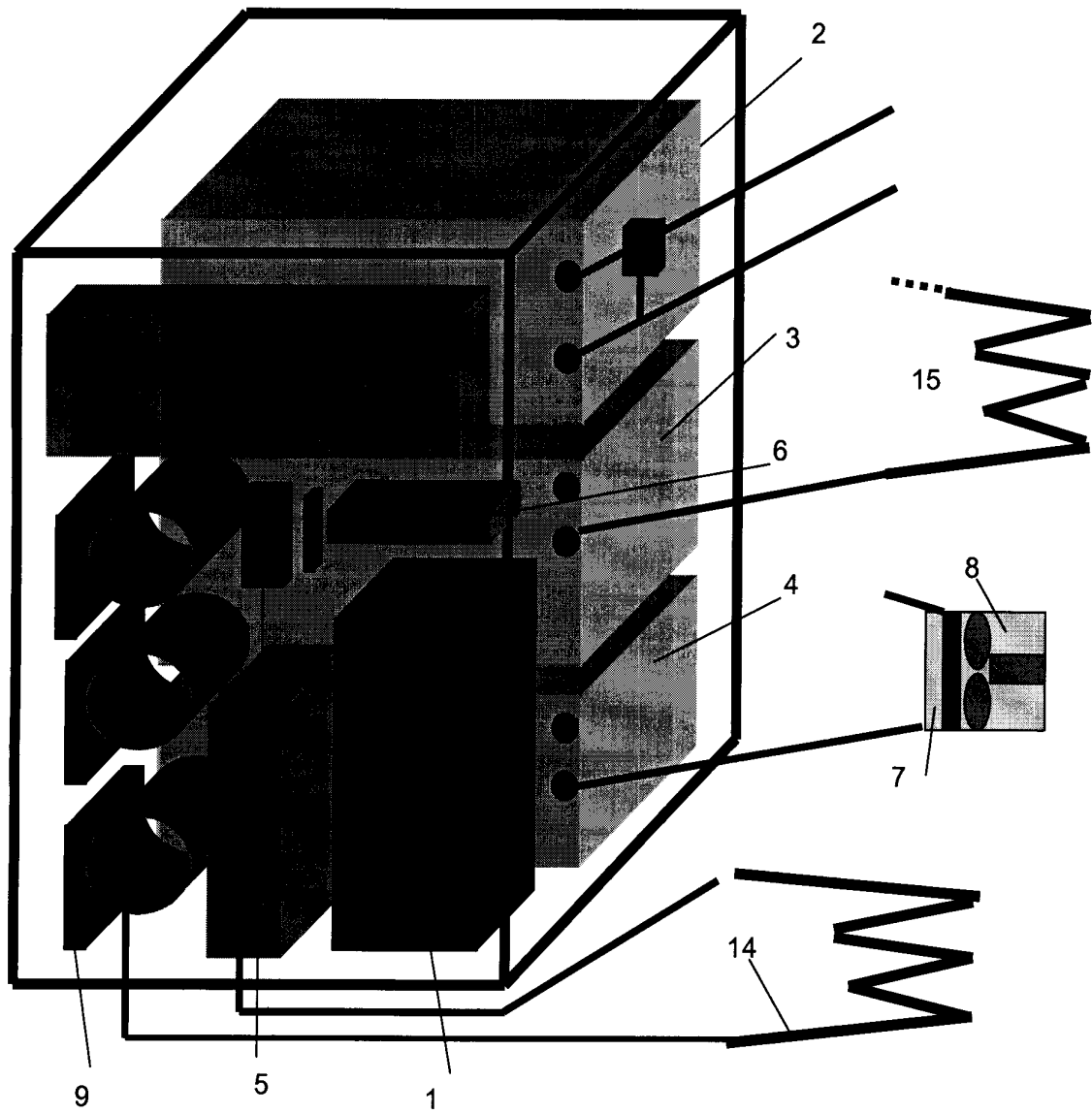


Figure 19