



(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(43) Date de publication:
29.05.2019 Bulletin 2019/22

(51) Int Cl.:
F24D 19/10^(2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **18208398.0**

(22) Date de dépôt: **26.11.2018**

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

Etats d'extension désignés:

BA ME

Etats de validation désignés:

KH MA MD TN

(30) Priorité: **28.11.2017 FR 1761326**

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

(72) Inventeurs:

• **BAVIERE, Roland**
38000 GRENOBLE (FR)

• **PAULUS, Cédric**
73490 LA RAVOIRE (FR)

(74) Mandataire: **Colombo, Michel**
Innovation Competence Group
310, avenue Berthelot
69372 Lyon Cedex 08 (FR)

(54) **SYSTÈME DE CHAUFFAGE D'EAU SANITAIRE**

(57) Ce système de chauffage d'eau sanitaire comporte :

- un appareillage (130) de mesure d'une grandeur physique représentative d'un volume de liquide caloporteur chaud actuellement stocké dans un réservoir,
- une vanne (76) commandable de dérivation apte à ajuster le débit dans un conduit de dérivation (74) apte à dévier au moins une partie du liquide caloporteur évacué par un échangeur thermique d'appoint (20) pour l'amener à l'entrée (12) d'une source thermique (4) sans passer par l'intermédiaire du réservoir,

- une unité électronique (90) de commande configurée pour :

- acquérir les mesures de l'appareillage de mesure, et
- commander, en fonction des mesures acquises, la vanne de dérivation pour accroître le débit dans le conduit de dérivation lorsque le volume de liquide caloporteur chaud stocké dépasse un premier seuil prédéterminé strictement inférieur au volume maximal de liquide caloporteur stockable dans ce réservoir.

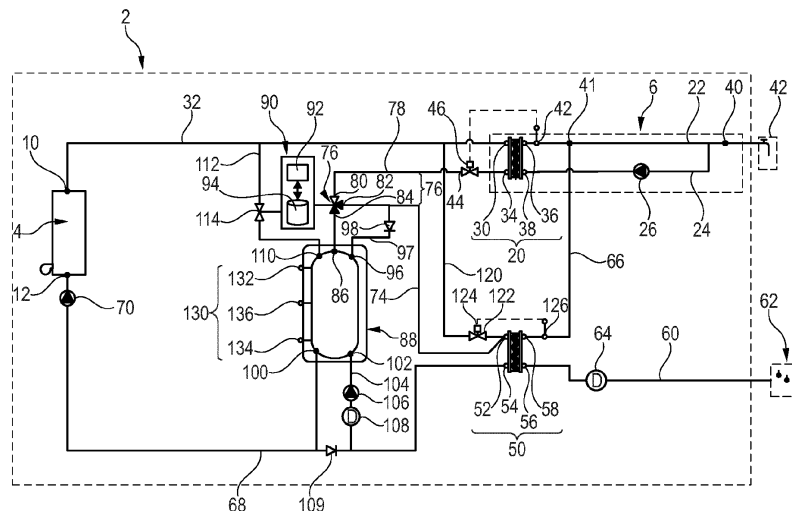


Fig. 1

Description

[0001] L'invention concerne un système de chauffage d'eau sanitaire. L'invention concerne également :

- un procédé de commande de ce système de chauffage,
- une unité électronique de commande pour ce système de chauffage, et
- un support d'enregistrement pour la mise en oeuvre du procédé de commande de ce système de chauffage.

[0002] Des systèmes connus de chauffage d'eau sanitaire comportent :

- une source thermique apte à chauffer un liquide caloporteur, cette source thermique comportant une entrée pour recevoir le liquide caloporteur à chauffer et une sortie pour délivrer le liquide caloporteur chauffé,
- une boucle d'eau chaude sanitaire comportant :
 - une pompe apte à faire circuler en boucle l'eau chaude sanitaire dans cette boucle,
 - un échangeur thermique d'appoint apte à maintenir la température de l'eau chaude sanitaire qui circule dans la boucle à une température supérieure à une température $T_{\min-ECS}$ prédéterminée par échange thermique avec le liquide caloporteur chauffé, cet échangeur thermique comportant à cet effet une entrée primaire raccordée à la sortie de la source thermique et une sortie primaire par laquelle s'évacue le liquide caloporteur chaud après qu'il ait réchauffé l'eau chaude sanitaire de la boucle,
 - au moins un point de soutirage par l'intermédiaire duquel l'eau chaude sanitaire peut être soutirée de la boucle par un usager, et
 - une entrée par l'intermédiaire de laquelle de l'eau sanitaire pré-chauffée peut être introduite dans cette boucle pour compenser l'eau chaude sanitaire soutirée par l'usager,
- un réservoir apte à stocker le liquide caloporteur chaud évacué par l'intermédiaire de la sortie primaire de l'échangeur thermique d'appoint, ce réservoir comportant au moins un piquage haut et au moins un piquage bas permettant de soutirer directement le liquide caloporteur stocké dans, respectivement, une partie haute et une partie basse de ce réservoir, ledit au moins un piquage haut étant raccordé à la sortie primaire de l'échangeur d'appoint et ledit au moins un piquage bas étant raccordé à l'entrée de la source thermique,
- un échangeur thermique de préchauffage apte à préchauffer de l'eau sanitaire froide, par échange thermique avec le liquide caloporteur stocké dans la par-

tie haute du réservoir, avant de l'injecter dans la boucle d'eau chaude sanitaire par l'intermédiaire de son entrée, cet échangeur thermique de préchauffage comportant à cet effet une entrée primaire et une sortie primaire raccordées, respectivement, auxdits au moins un piquages haut et bas du réservoir,

- un conduit de dérivation apte à dévier au moins une partie du liquide caloporteur évacué par la sortie primaire de l'échangeur thermique d'appoint pour l'amener à l'entrée de la source thermique sans passer par l'intermédiaire du réservoir.

[0003] Par exemple, un tel système connu de chauffage est décrit dans la demande DE102008014204.

[0004] La boucle d'eau chaude sanitaire permet de délivrer rapidement à un utilisateur de l'eau chaude sanitaire, même si la source thermique est éloignée du point où est soutirée l'eau chaude sanitaire.

[0005] Le réservoir est utilisé pour stocker le liquide caloporteur chaud qui ne peut pas être immédiatement refroidi. Grâce à cela, la température, appelée température de retour et notée T_R , du liquide caloporteur renvoyé vers la source thermique est plus faible. Cela est avantageux car le rendement de la source thermique est meilleur quand la température de retour T_R est faible.

[0006] Enfin, le liquide caloporteur chaud stocké dans le réservoir peut aussi être utilisé pour préchauffer l'eau sanitaire froide avant qu'elle soit introduite dans la boucle d'eau chaude sanitaire. Ainsi, cela limite la quantité d'énergie thermique à produire par la source thermique lorsque de l'eau chaude sanitaire est soutirée. Classiquement, on dit que cela permet d'écarter les pics de production d'énergie thermique.

[0007] De l'état de la technique est également connu de :

- GB2451019A,
- DE202010017764U1,
- WO2011/023193A2.

[0008] En particulier, GB2451019A décrit la commande d'une vanne pour raccorder et, en alternance, isoler une source thermique et un réservoir du réseau d'eau chaude sanitaire

[0009] L'invention vise à améliorer l'efficacité du système de chauffage de la demande DE102008014204. Par exemple, l'invention vise à limiter l'occurrence et la durée des situations où la température de retour T_R ne peut pas être abaissée car le réservoir est entièrement rempli de liquide caloporteur chaud, tout en écartant efficacement des pics de production d'énergie thermique. On rappelle qu'une température T_R élevée est préjudiciable au bon fonctionnement de la source thermique.

[0010] L'invention a donc pour objet un tel système de chauffage conforme à la revendication 1.

[0011] Les modes de réalisation de ce système de chauffage peuvent comporter une ou plusieurs des caractéristiques des revendications dépendantes.

[0012] L'invention a également pour objet un procédé de commande du système revendiqué de chauffage.

[0013] L'invention a également pour objet une unité électronique de commande d'une vanne de dérivation pour la réalisation du système revendiqué de chauffage.

[0014] L'invention a également pour objet un support d'enregistrement d'informations lisibles par l'unité électronique de commande revendiquée, dans lequel, le support comporte les instructions nécessaires à l'exécution du procédé revendiqué de commande lorsque ces instructions sont exécutées par l'unité électronique de commande.

[0015] L'invention sera mieux comprise à la lecture de la description qui va suivre, donnée uniquement à titre d'exemple non limitatif, et en se référant aux dessins, sur lesquels :

- la figure 1 est une illustration schématique de l'architecture d'un système de chauffage d'eau sanitaire ;
- la figure 2 est un organigramme d'un procédé de commande du système de chauffage de la figure 1 ;
- les figures 3 à 5 sont des graphiques illustrant chacun l'évolution au cours du temps de différentes grandeurs physiques mesurées dans le système de chauffage de la figure 1 lorsque le procédé de la figure 2 est mis en oeuvre ;
- les figures 6 à 9 sont des illustrations schématiques de différentes variantes de l'architecture du système de chauffage de la figure 1 ;
- les figures 10 et 11 sont des illustrations schématiques de différentes variantes d'une vanne de dérivation utilisable dans le système de chauffage de la figure 1.

I. Notations et définitions :

[0016] Dans ces figures, les mêmes références sont utilisées pour désigner les mêmes éléments.

[0017] Dans la suite de cette description, les caractéristiques et fonctions bien connues de l'homme du métier ne sont pas décrites en détail.

[0018] Dans cette demande, à moins d'indication contraire, le terme « raccorder » signifie « raccorder fluidiquement » entre deux objets.

[0019] Dans ce texte, le terme « conduit » désigne typiquement une canalisation ou un tuyau.

[0020] Les termes tels que « haut » et « bas » sont définis par rapport à la direction verticale. Ainsi, par exemple, une partie haute d'un objet se trouve en haut, dans la direction verticale de cet objet.

II. Exemples de modes de réalisation :

[0021] La figure 1 représente un système 2 de chauffage d'eau sanitaire. Un tel système 2 est utilisé pour produire et distribuer de l'eau chaude sanitaire consommée par des utilisateurs répartis à différents endroits.

Par exemple, un tel système permet de produire et de distribuer de l'eau chaude sanitaire dans différents appartements ou locaux d'un habitat collectif, tel qu'un immeuble ou un lotissement de résidences individuelles.

Un tel système permet de mutualiser la production de l'eau chaude sanitaire utilisée par les différents habitants d'un tel habitat collectif.

[0022] Le système 2 comporte :

- une source thermique 4 apte à chauffer le liquide caloporteur à une température élevée T_{10} , et
- une boucle 6 d'eau chaude sanitaire dans laquelle circule en boucle de l'eau chaude sanitaire maintenue à une température supérieure à une température minimale $T_{\min-ECS}$.

[0023] La température $T_{\min-ECS}$ est ici choisie de manière à empêcher le développement de bactéries, telle que la légionellose. À cet effet, la température $T_{\min-ECS}$ est ici prise égale à 55° C.

[0024] Par « température élevée », on désigne une température supérieure d'au moins 3°C ou 5°C à la température $T_{\min-ECS}$. Par exemple, ici, la température T_{10} est égale à 90°C.

[0025] Le liquide caloporteur est par exemple de l'eau ou de l'eau glycolée. Sa fonction est de transporter de l'énergie thermique d'un point à un autre du système 2.

[0026] La source 4 comporte :

- une sortie 10 par laquelle est évacué le liquide caloporteur chaud à la température T_{10} , et
- une entrée 12 par laquelle est reçu le liquide caloporteur à réchauffer avant de l'évacuer par la sortie 10.

[0027] La source 4 est composée d'une ou plusieurs unités de production de chaleur apte chacune à chauffer le liquide caloporteur. Par exemple, cette unité de production peut être une chaudière à gaz, telle qu'une chaudière à condensation, une chaudière à bois ou à granulés, une chaudière au fioul, une chaudière solaire qui réchauffe le liquide caloporteur avec des panneaux solaires ou tout autre type connu d'unité de production apte à chauffer le liquide caloporteur. De plus, lorsque la source thermique comporte plusieurs unités de production de chaleur, ces unités peuvent être du même type ou, au contraire, de différents types. Par exemple, l'une de ces unités de production de chaleur peut être une chaudière à gaz et une autre peut être une chaudière solaire.

Pour produire de l'énergie thermique, la source 4 consomme des énergies renouvelables ou non.

[0028] Généralement, la source 4 est séparée par plusieurs centaines de mètres des points de distribution d'eau chaude sanitaire. Dans ces circonstances, le temps d'acheminement de l'énergie thermique de la source 4 jusqu'au point de distribution d'eau chaude sanitaire peut dépasser plusieurs dizaines de secondes. La boucle 6 permet à l'utilisateur de soutirer de l'eau

chaude sanitaire quasiment immédiatement et cela malgré la distance qui le sépare de la source 4. Pour cela, la boucle 6 contient de l'eau chaude sanitaire qui est maintenue en permanence à une température supérieure à la température $T_{\min-ECS}$.

[0029] En pratique, il peut exister plusieurs boucles d'eau chaude sanitaire raccordées en parallèle les unes aux autres dans le système 2. Ces boucles supplémentaires d'eau chaude sanitaire sont raccordées aux différents éléments du système 2 comme cela est décrit par la suite dans le cas particulier de la boucle 6. De plus, la structure et le fonctionnement de ces boucles supplémentaires d'eau chaude sanitaire se déduisent sans difficultés des explications données ci-dessous dans le cas particulier de la boucle 6. Ainsi, pour simplifier la figure 1, seule la boucle 6 a été représentée et décrite ci-dessous.

[0030] La boucle 6 comporte :

- un échangeur thermique 20 d'appoint qui permet de réchauffer l'eau chaude sanitaire qui circule dans la boucle 6,
- au moins un point de soutirage d'eau chaude sanitaire par l'intermédiaire duquel un usager peut soustraire de l'eau chaude sanitaire,
- un conduit 22 d'amenée d'eau chaude sanitaire,
- un conduit 24 de retour d'eau chaude sanitaire, et
- une pompe 26 qui fait circuler en boucle l'eau chaude sanitaire en passant successivement, dans le sens de circulation de l'eau chaude sanitaire, dans l'échangeur 20, le conduit 22, le conduit 24, puis de nouveau l'échangeur 20.

[0031] L'échangeur 20 comporte :

- une entrée primaire 30 directement raccordée à la sortie 10 de la source 4 par l'intermédiaire d'un conduit 32 pour recevoir le liquide caloporteur chaud produit par la source 4,
- une sortie primaire 34 par laquelle s'évacue le liquide caloporteur chaud après qu'il ait transféré une partie de son énergie thermique vers l'eau chaude sanitaire qui circule dans la boucle 6,
- une entrée secondaire 38 raccordée à une extrémité du conduit 24, et
- une sortie secondaire 36 raccordée à une extrémité du conduit 22.

[0032] L'échangeur 20 est capable de réchauffer l'eau chaude sanitaire qui circule dans la boucle 6 à partir de l'énergie thermique du liquide caloporteur. À cet effet, typiquement, l'échangeur 20 comporte des parois qui séparent mécaniquement le liquide caloporteur qui circule de l'entrée 30 vers la sortie 34, de l'eau chaude sanitaire qui circule de l'entrée 38 vers la sortie 36. Ces parois sont généralement d'un côté directement en contact avec le liquide caloporteur et, du côté opposé, directement en contact avec l'eau sanitaire à réchauffer. Ces parois sont

réalisées dans des matériaux bons conducteurs thermiques, de sorte que l'énergie thermique du liquide caloporteur est transférée à l'eau sanitaire à travers ces parois par conduction thermique.

[0033] Généralement, la boucle 6 comporte plusieurs points de soutirage situés à différents endroits le long du conduit 22 ou 24. Pour simplifier la figure 1, un seul point 40 de soutirage a été représenté. Ce point 40 est raccordé à un équipement 42 qui permet de soustraire de l'eau chaude sanitaire. L'équipement 42 est typiquement un robinet déplaçable manuellement ou automatiquement entre des positions ouverte et fermée. Dans la position ouverte, l'eau chaude sanitaire s'écoule et sort de la boucle 6. Dans la position fermée, l'eau chaude sanitaire ne s'échappe pas de la boucle 6.

[0034] À cause des pertes thermiques qui existent inévitablement dans la boucle 6, la température de l'eau chaude sanitaire est plus élevée dans le conduit 22 que dans le conduit 24. L'écart entre les températures mesurées aux niveaux de la sortie 36 et de l'entrée 38 est généralement supérieur à 3°C ou 5°C. Par exemple, la température de l'eau chaude sanitaire au niveau de l'entrée 38 est égale à 55°C, tandis que la température de l'eau chaude sanitaire au niveau de la sortie 36 est égale à 60°C.

[0035] La pompe 26 est ici installée sur le conduit 24. Toutefois, elle aurait pu être installée ailleurs dans la boucle 6. Par exemple, la pompe 26 assure un débit constant d'eau chaude sanitaire dans la boucle 6 lorsqu'il n'y a pas de soutirage d'eau chaude.

[0036] La boucle 6 comporte aussi une entrée 41 par l'intermédiaire de laquelle de l'eau sanitaire préchauffée est introduite dans la boucle 6 pour compenser le volume d'eau chaude sanitaire soustrait par l'intermédiaire du point 40. Ici, l'entrée 41 est par exemple placée sur le conduit 22.

[0037] La température de l'eau chaude sanitaire est régulée. Ici, la température au niveau de la sortie 36 est asservie sur une consigne C_{42} . La consigne C_{42} est choisie strictement supérieure à la température $T_{\min-ECS}$ de manière à ce que la température de l'eau chaude sanitaire en tout point de la boucle 6 soit supérieure à cette température $T_{\min-ECS}$. Par exemple, ici, la consigne C_{42} est égale à 60°. Pour mettre en oeuvre cet asservissement en température de la boucle 6, le système 2 comporte :

- une sonde 42 de température qui mesure la température de l'eau chaude sanitaire au niveau de la sortie 36, et
- une vanne 44 commandable qui permet de régler le débit du liquide caloporteur chaud qui circule dans l'échangeur 20 de l'entrée 30 vers la sortie 34, et
- une unité 46 de commande de la vanne 44.

[0038] Ici, la vanne 44 est placée après la sortie 34. Toutefois, elle aurait pu aussi être placée avant l'entrée 30 par exemple. L'unité 46 commande la vanne 44 en

fonction de l'écart entre la consigne C_{42} et la température T_{42} mesurée par la sonde 42. Plus précisément, lorsque l'écart entre la consigne C_{42} et la température T_{42} augmente, l'unité 46 commande la vanne 44 pour augmenter le débit de liquide caloporteur chaud qui circule dans l'échangeur 20. À l'inverse, lorsque cet écart diminue, l'unité 44 commande la vanne 44 pour diminuer ce débit de liquide caloporteur chaud. De plus, par exemple, si la température T_{42} devient supérieure à la consigne C_{42} , l'unité 46 commande la vanne 44 pour arrêter la circulation du liquide caloporteur à travers l'échangeur 20.

[0039] Pour préchauffer l'eau sanitaire à une température typiquement supérieure à la température $T_{\min-ECS}$, le système 2 comporte un échangeur thermique 50 de préchauffage. La structure de l'échangeur 50 est par exemple similaire ou identique à celle de l'échangeur 20. Elle n'est donc pas décrite ici en détail. Par la suite, l'entrée primaire, la sortie primaire, l'entrée secondaire et la sortie secondaire de l'échangeur 50 portent, respectivement, les références numériques 52, 54, 56 et 58.

[0040] L'entrée 56 est raccordée, par l'intermédiaire d'un conduit 60, à une source 62 d'eau sanitaire froide. Par exemple, l'eau sanitaire froide est à une température inférieure ou égale à 20°C.

[0041] Ici, un débitmètre 64 est installé sur le conduit 60 pour mesurer le débit d'eau sanitaire froide.

[0042] La sortie 58 est directement raccordée à l'entrée 41 par un conduit 66.

[0043] La sortie 54 est directement raccordée à l'entrée 12 de la source 4 par un conduit 68. Dans le système 2, le liquide caloporteur circule en boucle fermée, c'est-à-dire que le volume de liquide caloporteur évacué par la sortie 10 est en permanence égal, à quelques pertes près, au volume de liquide caloporteur reçu sur l'entrée 12 de la source 4. Le conduit 68 permet donc de ramener le liquide caloporteur utilisé vers la source 4 pour qu'il soit à nouveau réchauffé. La température du liquide caloporteur au niveau de l'entrée 12 correspond à la température de retour T_R . Plus la température T_R est faible, plus le rendement de la source 4 est élevé. Par conséquent, comme expliqué plus loin, ici, le système 2 est conçu pour limiter autant que possible cette température T_R .

[0044] Ici, le conduit 68 est aussi équipé d'une pompe 70 pour faire circuler le liquide caloporteur depuis la sortie 10 vers l'entrée 12.

[0045] L'entrée 52 de l'échangeur 50 doit recevoir si possible du liquide caloporteur encore suffisamment chaud pour réchauffer l'eau sanitaire froide à une température supérieure à la température $T_{\min-ECS}$. À cet effet, l'entrée 52 est raccordée à la sortie 34 de l'échangeur 20 par l'intermédiaire, successivement en allant de l'entrée 52 vers la sortie 34, d'un conduit de dérivation 74, d'une vanne 76 de dérivation et d'un conduit 78.

[0046] La vanne 76 est une vanne trois voies. Elle comporte une entrée 80 et deux sorties 82 et 84. L'entrée 80 est directement raccordée à une extrémité du conduit 78. L'autre extrémité du conduit 78 est raccordée à la

sortie 34. Ici, la vanne 44 est montée sur ce conduit 78.

[0047] La sortie 82 est directement raccordée à une extrémité du conduit 74. L'autre extrémité du conduit 74 est raccordée à l'entrée 52.

5 **[0048]** La sortie 84 est directement raccordée à un piquage haut 86 d'un réservoir 88.

[0049] La vanne 76 répartit le liquide caloporteur reçu sur son entrée 80 entre les sorties 82 et 84. Ainsi, la somme des débits sortant au niveau des sorties 82 et 84 est en permanence égale au débit entrant par l'intermédiaire de l'entrée 80.

[0050] La vanne 76 est commandable. Plus précisément, la vanne 76 modifie la répartition des débits sortant entre les sorties 82 et 84. Ici, la vanne 76 permet de faire varier chacun de ces débits sortants entre une valeur nulle et une valeur maximale où elle est égale au débit entrant.

[0051] La vanne 76 est commandée par une unité électronique 90 de commande. Cette unité 90 est configurée pour mettre en oeuvre le procédé de la figure 2. Par exemple, elle comporte un microprocesseur programmable 92 et une mémoire 94 comportant les instructions et les données nécessaires pour l'exécution du procédé de la figure 2. En particulier, l'unité 90 est apte à acquérir les mesures des débitmètres tel que le débitmètre 64 et d'un appareillage de mesure d'un état de charge du réservoir 88.

[0052] Le réservoir 88 est utilisé pour écrêter les pics de production d'énergie thermique par la source 4 et aussi pour maintenir la température T_R la plus basse possible. À cet effet, du liquide caloporteur chaud est stocké dans la partie haute du réservoir 88 et du liquide caloporteur froid est stocké dans sa partie basse. Ainsi, lorsque l'utilisateur soutire de l'eau chaude sanitaire de la boucle 6, il est possible d'utiliser le liquide caloporteur chaud stocké dans la partie haute du réservoir 88 pour préchauffer l'eau sanitaire froide utilisée pour remplir la boucle 6. Dès lors, à chaque fois que l'utilisateur soutire de l'eau chaude sanitaire, il n'est pas nécessaire d'augmenter immédiatement la production d'énergie thermique par la source 4. Cela permet donc de limiter les pics de production d'énergie thermique de la source 4.

[0053] À cet effet, le réservoir 88 comporte un piquage haut 96 directement raccordé par un conduit 97 au conduit 74 sans passer par l'intermédiaire de la vanne 76. Ce conduit 97 comporte un clapet anti-retour 98 qui empêche la circulation du liquide caloporteur depuis le conduit 74 vers le piquage haut 96. Le piquage 96 et le conduit 97 permettent donc de soutirer du liquide caloporteur stocké dans la partie haute du réservoir 88 pour le faire circuler dans l'échangeur 50 et donc préchauffer l'eau sanitaire froide.

[0054] À l'inverse, par exemple, lorsque l'utilisateur ne soutire pas d'eau chaude sanitaire, il est possible d'utiliser le liquide caloporteur froid stocké dans la partie basse du réservoir 88 pour renvoyer vers l'entrée 12 de la source 4 du liquide caloporteur froid à la place du liquide caloporteur chaud issu de la sortie 34.

[0055] À cet effet, le réservoir 88 comporte un piquage bas 100 directement raccordé au conduit 68 sans passer par l'échangeur 50. Ainsi, il est possible d'introduire dans la partie haute un volume prédéterminé de liquide caloporteur chaud évacué par la sortie 34 et, en même temps, de soutirer un volume identique de liquide caloporteur froid stocké dans la partie basse du réservoir 88 pour l'envoyer vers l'entrée 12 de la source 4. En faisant cela, la température de retour T_R est maintenue en dessous de 20°C et le liquide caloporteur chaud n'est pas directement renvoyé à la source 4.

[0056] Pour remplir la partie basse du réservoir 88 avec du liquide caloporteur froid, le réservoir 88 comporte aussi un piquage bas 102 raccordé au conduit 68 par un conduit 104. Ce conduit 104 comporte une pompe commandable 106 qui permet d'aspirer au moins une partie du liquide caloporteur froid rejeté par l'échangeur 50 afin de remplir la partie basse du réservoir 88. Ici, la pompe 106 est commandée par l'unité 90. Le conduit 104 est aussi équipé d'un débitmètre 108 qui permet de mesurer le débit de fluide caloporteur dans ce conduit 104 et de communiquer ces mesures à l'unité 90.

[0057] Un clapet anti-retour 109 est installé dans le conduit 68 entre les points de branchement, sur ce conduit 68, des conduits qui conduisent, respectivement, aux piquages bas 100 et 102. Ainsi, le liquide caloporteur aspiré par la pompe 106 ne peut que provenir de l'échangeur 50. En effet, ce clapet anti-retour 109 autorise uniquement la circulation du liquide caloporteur depuis la sortie 54 vers l'entrée 12 de la source 4.

[0058] Afin de garantir que l'énergie thermique du liquide caloporteur qui traverse l'échangeur 50 est toujours suffisante pour préchauffer l'eau sanitaire froide au-delà de la température $T_{\min-ECS}$, le système 2 comporte un conduit 120 qui raccorde la sortie 10 de la source 4 directement à l'entrée primaire 52 de l'échangeur 50 sans passer par l'échangeur 20 et sans passer par le réservoir 88. Ce conduit 120 est équipé d'une vanne 122 commandable qui permet de régler le débit du liquide caloporteur chaud qui circule dans le conduit 120. Le système 2 comporte aussi une unité électronique 124 de commande de la vanne 122. Ici, l'unité 124 est configurée pour réguler le débit à l'intérieur du conduit 120 de manière à asservir la température T_{126} de l'eau sanitaire préchauffée délivrée par l'intermédiaire de la sortie 58 sur une consigne de température C_{126} . Ici, la consigne C_{126} est supérieure ou égale à la température $T_{\min-ECS}$ et, par exemple, égale à la consigne C_{42} . Par exemple, la consigne C_{126} est égale à 55°C ou 60°C. Pour réaliser cet asservissement, le système 2 comporte une sonde 126 qui mesure la température T_{126} et transfère ces mesures à l'unité 124. L'unité 124 commande la vanne 122 en fonction de l'écart entre la consigne C_{126} et la température mesurée T_{126} . Typiquement, plus cet écart augmente, plus l'unité 124 commande la vanne 122 pour accroître le débit de liquide caloporteur chaud dans le conduit 120. À l'inverse, si la température T_{126} dépasse la consigne C_{126} , l'unité 124 commande la vanne 122 pour réduire le débit dans le

conduit 120.

[0059] Le réservoir 88 est également équipé d'un appareillage 130 de mesure d'une grandeur physique représentative de l'état de charge de ce réservoir. L'état de charge du réservoir est une grandeur physique représentative du volume de liquide caloporteur chaud actuellement stocké dans le réservoir 88. Pour cela, ici, l'appareillage 130 comporte :

- une sonde haute 132 de température qui mesure la température du liquide caloporteur dans la partie haute du réservoir 88,
- une sonde basse 134 de température qui mesure la température du liquide caloporteur dans la partie basse du réservoir 88, et
- une sonde intermédiaire 136 de température qui mesure la température dans une partie intermédiaire du réservoir 88, située entre les parties haute et basse.

[0060] Par exemple, la sonde 136 mesure la température du liquide caloporteur en un point de mesure situé à mi-distance, dans la direction verticale, entre les points de mesure des sondes 132 et 134. L'appareillage 130 transfère ces mesures à l'unité 90.

[0061] Le fonctionnement du système 2 et de l'unité 90 va maintenant être décrit en référence à la figure 2.

[0062] Lors d'une étape 140, à intervalle prédéterminé, l'unité 90 acquiert les mesures de l'appareillage 130 et des débitmètres 64 et 108.

[0063] En parallèle, lors d'une étape 142, l'unité 90 compare la température T_{132} mesurée par la sonde 132 à un seuil bas S_{132} . Par exemple, le seuil S_{132} est égal à 20°C.

[0064] Si la température T_{132} acquise est supérieure au seuil S_{132} , alors, lors d'une étape 144, l'unité 90 commande la pompe 106 pour que le débit de liquide caloporteur chaud qui traverse successivement le conduit 97, le conduit 74 et l'échangeur 50 soit égal au débit mesuré par le débitmètre 64.

[0065] Dans le cas contraire, c'est-à-dire si la température mesurée T_{132} est inférieure au seuil S_{132} , lors d'une étape 146, l'unité 90 arrête la pompe 106 pour stopper la circulation du liquide caloporteur dans le conduit 97. Dans ce dernier cas, le préchauffage de l'eau sanitaire froide est alors uniquement assuré par le liquide caloporteur chaud amené sur l'entrée 52 de l'échangeur 50 par le conduit 120.

[0066] Également en parallèle, lors d'une phase 150, l'unité 90 ajuste automatiquement les débits du liquide caloporteur entrant et sortant du réservoir 88 pour augmenter la probabilité qu'à un instant donné quelconque, l'état de charge de ce réservoir 88 soit tel qu'il contient dans sa partie haute du liquide caloporteur chaud et, simultanément, dans sa partie basse, du liquide caloporteur froid.

[0067] Pour cela, à intervalle prédéterminé, lors d'une étape 152, l'unité 90 acquiert les mesures de l'appareilla-

ge 130, puis construit à partir de ces mesures un indicateur de charge I_c . Par exemple, l'indicateur I_c est construit selon la relation suivante : $I_c = (T_m - T_{r-min}) / (T_{r-max} - T_{r-min})$, où :

- T_m est la température moyenne du liquide caloporteur à l'intérieur du réservoir 88, calculée à partir des températures T_{132} , T_{134} et T_{136} , mesurées, respectivement, par les sondes 132, 134 et 136,
- T_{r-max} est une constante dont la valeur est choisie égale à la valeur de la température T_m lorsque le réservoir 88 est entièrement rempli de liquide caloporteur chaud,
- T_{r-min} est une constante dont la valeur est choisie égale à la valeur de la température T_m lorsque le réservoir 88 est entièrement rempli de liquide caloporteur froid.

[0068] Par exemple, dans le cas particulier décrit ici, la température T_m peut être calculée à l'aide de la relation suivante : $T_m = (T_{132} + T_{134} + T_{136})/3$. Par exemple, T_{r-min} est égale 20°C et T_{r-max} est égale à 60°C . Ainsi, l'indicateur I_c est égal ou proche de 1 lorsque le réservoir 88 est entièrement rempli de liquide caloporteur chaud et égal ou proche de 0 lorsqu'il est entièrement rempli de liquide caloporteur froid. Par la suite, on considère que l'indicateur I_c est égal à 1 lorsque sa valeur dépasse un seuil prédéterminé proche de 1 tel que 0,95. De façon similaire, par la suite, on considère que l'indicateur I_c est égal à 0 lorsque sa valeur est en-dessous d'un seuil prédéterminé proche de 0 tel que 0,05

[0069] Dans ce mode de réalisation, lors d'une étape 154, à partir de la valeur courante de l'indicateur I_c et des précédentes valeurs de cet indicateur I_c construites, par exemple, pendant les dernières 24 heures, l'unité 90 actualise la valeur de deux durées D_p et D_v . Les durées D_p et D_v correspondent au cumul, sur les dernières 24 heures, des intervalles de temps où, respectivement, l'indicateur I_c est égal à 1 et l'indicateur I_c est égal à 0.

[0070] En parallèle de l'étape 152, l'unité 90 réitère aussi à intervalle prédéterminé une étape 156. Par exemple, l'étape 156 est réitérée une ou deux fois par jour.

[0071] Lors de l'étape 156, la durée D_p est comparée à un seuil prédéterminé S_p . Par exemple, le seuil S_p est pris égal à 30 minutes.

[0072] Si la durée D_p dépasse le seuil S_p et si la vanne 114 n'est pas déjà complètement fermée, alors, lors d'une étape 160, l'unité 90 commande la vanne 114 pour réduire d'un pas prédéterminé le débit de liquide caloporteur chaud circulant dans le conduit 112. Cela permet donc de limiter le débit de liquide caloporteur chaud entrant dans le réservoir 88 et donc de réduire la durée D_p .

[0073] Si la durée D_p dépasse le seuil S_p et si la vanne 114 est déjà complètement fermée, alors, lors d'une étape 162, l'unité 90 commande la vanne 76 pour augmenter d'un pas prédéterminé le débit de liquide caloporteur chaud dans le conduit 74 et, simultanément, diminuer du même pas prédéterminé le débit de liquide caloporteur

chaud entrant dans le réservoir 88 par l'intermédiaire du piquage 86. Puisque le liquide caloporteur qui circule dans le conduit 74 est soit refroidi par l'échangeur 50, puis stocké dans la partie basse du réservoir 88, soit dirigé vers l'entrée 12 de la source 4, cette commande de la vanne 76 permet de diminuer le débit de liquide caloporteur chaud entrant dans le réservoir 88.

[0074] Seulement si la durée D_p est inférieure au seuil S_p , alors le procédé se poursuit par une étape 164. Lors de cette étape 164, la durée D_v est comparée à un seuil prédéterminé S_v . Par exemple, le seuil S_v est égal à 30 minutes.

[0075] Si la durée D_v est supérieure au seuil S_v et si la vanne 76 n'est pas déjà dans une position où sa sortie 82 est fermée, alors, lors d'une étape 166, l'unité 90 commande la vanne 76 pour réduire d'un pas prédéterminé le débit sortant par sa sortie 82. En faisant cela, le débit de liquide caloporteur chaud évacué par la sortie 34 qui est dirigé vers le réservoir 88 augmente, ce qui permet de réduire la durée D_v .

[0076] Si la durée D_v est supérieure au seuil S_v et si la sortie 82 de la vanne 76 est déjà complètement fermée, alors, lors d'une étape 168, l'unité 90 commande la vanne 114 pour augmenter d'un pas prédéterminé le débit de liquide caloporteur chaud qui circule dans le conduit 112. Cela conduit donc à augmenter le débit de liquide caloporteur chaud entrant dans le réservoir 88 et donc à diminuer la durée D_v .

[0077] Si la durée D_v est inférieure au seuil S_v , les réglages des vannes 76 et 114 sont laissés inchangés.

[0078] Le système 2 a été simulé dans les conditions suivantes :

- $T_{10} = 90^\circ\text{C}$,
- la température de l'eau sanitaire froide dans le conduit 60 est égale à 5°C ,
- $T_{\text{min-ECS}} = 55^\circ\text{C}$,
- l'écart de température entre la sortie 36 et l'entrée 38 est égal à 5°C ,
- la consommation journalière d'eau chaude sanitaire est de 3 500 litres, réparties sur 145 plages horaires de 90 secondes chacune,
- le ratio k entre l'énergie thermique apportée par l'échangeur thermique 20 et celle apportée par l'échangeur thermique 50 pour compenser les pertes thermique dans la boucle 6, est égal à 0,75, et
- le volume du réservoir 88 est égal à 3 500 litres.

[0079] Les résultats de cette simulation sont représentés sur les graphiques des figures 3 à 5. Dans ces graphiques, l'axe des abscisses est gradué en jours. L'axe des ordonnées des graphiques des figures 3 à 5 est gradué, respectivement, en degrés Celsius, en kg/s et en kW. Dans le graphique de la figure 3, les courbes 180, 182, 184 et 186 correspondent respectivement :

- à la température T_{36} au niveau de la sortie 36,
- à la température T_{132} ,

- à la température T_{134} , et
- à la température de retour T_R .

[0080] Ce graphique montre qu'après un régime transitoire initial de 0,25 jour, la température T_R reste stable et faible dans le système 2.

[0081] Dans le graphique de la figure 4, la courbe 188 correspond au débit dans le réservoir 88. Ce débit est compté positivement lorsqu'il va des piquages bas vers les piquages hauts.

[0082] Dans le graphique de la figure 5, les courbes 190 et 192 correspondent, respectivement :

- à l'énergie thermique produite par la source 4 pour chauffer le liquide caloporteur, et
- à l'énergie thermique consommée par les utilisateurs.

[0083] Ce graphique montre que dans le système 2, les pics de production d'énergie thermique par la source 4 sont écrêtés, c'est-à-dire moins importants que les pics de consommation d'énergie thermique.

[0084] La figure 6 représente un système 200 de chauffage pratiquement identique au système 2, sauf qu'il comporte en plus un circuit 202 de chauffage de locaux. Le circuit 202 comporte un échangeur thermique 204 et un conduit 206 qui raccorde la sortie secondaire de l'échangeur 204 à son entrée secondaire et qui traverse un ou plusieurs radiateurs 208. Par « radiateur », on désigne ici tout émetteur de chaleur qu'il soit fixé sur un mur ou logé dans le sol comme dans le cas d'un plancher chauffant. Sur la figure 6, un seul radiateur 208 a été représenté. Chaque radiateur 208 chauffe un local ou une pièce. Le liquide de chauffage circule à l'intérieur de ce circuit de chauffage grâce à une pompe 209.

[0085] L'entrée primaire de l'échangeur 204 est directement raccordée à la sortie 10 de la source 4. La sortie primaire de l'échangeur 204 est raccordée par l'intermédiaire, successivement, d'un conduit 210 et d'une vanne 212 au point haut 86.

[0086] Le conduit 210 est aussi équipé d'une vanne commandable 214 apte à ajuster le débit qui circule dans le conduit 210. De façon similaire ce qui a été décrit dans le cas de la vanne 44, la vanne 214 est commandée par une unité de commande 216 pour asservir la température du liquide de chauffage qui circule dans le conduit 206 sur une consigne de chauffage. À cet effet, une sonde 218 de température mesure la température de ce liquide de chauffage. Le liquide de chauffage est un liquide caloporteur comme de l'eau.

[0087] La vanne 212 comporte une entrée 220 raccordée à l'extrémité du conduit 210, une sortie 222 raccordée à l'entrée 52 de l'échangeur 50, sans passer par l'intermédiaire du réservoir 88, et une sortie 224 raccordée au point haut 86. La vanne 212 est par exemple identique à la vanne 76. Elle est commandée par l'unité 90.

[0088] Le système 200 comporte aussi :

- un clapet anti-retour 226 qui empêche le liquide caloporteur d'entrer à l'intérieur de la vanne 76 par l'intermédiaire de sa sortie 82, et
- un clapet anti-retour 228 qui empêche le liquide caloporteur d'entrer à l'intérieur de la vanne 212 par l'intermédiaire de sa sortie 222.

[0089] Dans le système 200, le procédé de commande exécuté par l'unité 90 est, par exemple, identique à celui décrit en référence à la figure 2, sauf qu'en plus, la vanne 212 est commandée. Ici, à titre d'illustration, cette vanne 212 est commandée de la même manière que ce qui a été décrit dans le cas particulier de la vanne 76. Le fonctionnement du système 200 se déduit donc des explications données pour le système 2.

[0090] La figure 7 représente un système 250 de chauffage identique au système 2, sauf que le réservoir 88 est remplacé par un réservoir 252. Le réservoir 252 est identique au réservoir 88, sauf que :

- les piquages hauts 86, 96 et 110 sont remplacés par un seul piquage haut 254, et
- les piquages bas 100 et 102 sont remplacés par un seul piquage bas 256.

[0091] Tous les conduits qui étaient raccordés aux piquages 86, 96 et 110 dans le système 2 sont maintenant raccordés directement au piquage haut 254 dans le système 250. De même, tous les conduits qui étaient raccordés aux piquages 100 et 102 dans le système 2 sont maintenant raccordés directement au même piquage bas 256 du système 250. Le fait d'utiliser un seul piquage haut et un seul piquage bas simplifie la réalisation du réservoir 252.

[0092] La figure 8 représente un système 270 de chauffage identique au système 2, sauf que :

- le conduit 120, la vanne 122 et la sonde 126 sont omis, et
- la boucle 6 est remplacée par une boucle 272.

[0093] La boucle 272 est identique à la boucle 6, sauf que l'extrémité du conduit 66 est raccordée sur le conduit 24 et non plus sur le conduit 22.

[0094] La suppression du conduit 120 simplifie l'architecture du système de chauffage d'eau chaude sanitaire.

[0095] La figure 9 représente un système 280 de chauffage identique au système 2, sauf que :

- le conduit 97 et le clapet anti-retour 98 sont omis,
- le réservoir 88 est remplacé par un réservoir 282,
- la sortie 82 de la vanne 76 est directement raccordée au conduit 68 sans passer par l'intermédiaire de l'échangeur 50 et du réservoir 282 grâce à un conduit 284 qui les raccorde directement ensemble,
- l'extrémité du conduit 74 est directement raccordée au piquage haut 86 sans passer par l'intermédiaire de la vanne 76.

[0096] Le conduit 284 est équipé, par exemple, d'un clapet anti-retour 286 qui autorise seulement la circulation du liquide caloporteur dans ce conduit en allant de la sortie 82 vers le conduit 68.

[0097] Le réservoir 282 est par exemple identique au réservoir 88, sauf que le piquage haut 96 est omis.

[0098] Dans le système 280, c'est le conduit 284 qui est utilisé pour dévier une partie ou la totalité du liquide caloporteur chaud vers l'entrée 12 de la source 4 sans passer par le réservoir 282 et sans passer par l'échangeur 50. Ainsi, le liquide caloporteur chaud qui circule dans le conduit 284 n'est pas refroidi avant d'atteindre le conduit 68. Par contre, il est possible de faire circuler dans le conduit 68 un liquide caloporteur froid puisé dans la partie basse du réservoir 282 et/ou issu de la sortie primaire 54 de l'échangeur 50. Ainsi, le liquide caloporteur chaud qui arrive dans le conduit 68 est mélangé avec le liquide caloporteur froid pour diminuer la température T_R .

[0099] Le fonctionnement des différents modes de réalisation décrits en référence aux figures 7 à 9 se déduit des explications données en référence aux figures 1 et 2.

[0100] La figure 10 représente une vanne 290 commandable utilisable à la place de la vanne 76. La vanne 290 comporte l'entrée 80 et les deux sorties 82 et 84. Dans ce mode de réalisation, la vanne 290 comporte :

- une vanne mono-voie 292 raccordée entre l'entrée 80 et la sortie 82 pour régler le débit de liquide caloporteur chaud sortant par la sortie 82, et
- une vanne mono-voie 284 raccordée entre l'entrée 80 et la sortie 84 pour régler le débit de liquide caloporteur chaud sortant par la sortie 84.

[0101] Typiquement, ces vannes 292 et 284 sont commandées pour qu'à chaque instant, la somme des débits sortant par les sorties 82 et 84 soit égale au débit entrant par l'entrée 80.

[0102] La figure 11 représente une vanne 300 commandable, utilisable à la place de la vanne 76. Dans ce mode de réalisation, la vanne 300 comporte :

- une vanne mono-voie 302 raccordée entre l'entrée 80 et la sortie 82 pour régler le débit de liquide caloporteur chaud qui circule dans le conduit 74, et
- un conduit 304 dépourvu de vanne qui raccorde directement l'entrée 80 à la sortie 84.

[0103] En commandant l'ouverture de la vanne 302 et en ajustant la pression au niveau de la sortie 84, il est possible de faire fonctionner la vanne 300 comme la vanne 76 sauf que le débit au niveau de la sortie 84 ne peut pas être totalement annulé.

III. Variantes :

III.1. Variantes de l'architecture :

5 **[0104]** Le conduit 97 peut être omis. Dans ce cas, le liquide caloporteur chaud soutiré à partir du réservoir 88 traverse la vanne 76. Dans ce mode de réalisation, il n'est dès lors pas possible, simultanément, de :

- 10
- remplir le réservoir avec du liquide caloporteur chaud évacué par la sortie primaire 34, et
 - de soutirer du liquide caloporteur chaud du réservoir par l'intermédiaire du piquage haut 86.

15 **[0105]** Dans un mode de réalisation simplifié, le conduit 120, la vanne 122, l'unité 124 et la sonde 126 sont omis.

[0106] Dans le système 280, avantageusement, un clapet anti-retour peut être installé dans le conduit 74 pour empêcher la circulation du liquide caloporteur depuis l'entrée 52 vers le piquage 86.

20 **[0107]** En variantes, l'échangeur 50 comporte deux entrées primaires et les extrémités des conduits 74 et 120 sont chacune raccordées à une entrée primaire respective de l'échangeur 50.

25 **[0108]** Les modes de réalisation ont été décrits dans le cas particulier où les différentes unités de commande utilisées sont décentralisées. Toutefois, en variante, les différentes fonctions de ces différentes unités de commande décentralisées sont regroupées dans une seule et même unité de commande centralisée qui commande alors toutes les vannes du système de chauffage.

30 **[0109]** Le point de mesure de la sonde 136 n'est pas nécessairement à mi-distance des points de mesure des sondes 132 et 134. Dans ce cas, la température T_m peut quand même être calculée à partir des températures mesurées T_{132} , T_{134} et T_{136} , mais chacune de ces mesures est pondérée par un coefficient de pondération pour tenir compte du fait que le point de mesure de la sonde 136 n'est pas à mi-distance entre les points de mesure des sondes 132 et 134.

35 **[0110]** L'appareillage 130 peut être réalisé différemment. Par exemple, il peut comporter plus de trois sondes de température. Dans d'autres modes de réalisation, il comporte en plus ou à la place des sondes de température, une caméra thermique qui permet d'obtenir une grandeur physique représentative de la température en tout point d'un plan vertical coupant le réservoir 88. L'état de charge du réservoir 88 peut aussi être obtenu à partir des mesures de débitmètres mesurant les débits entrant et sortant de liquide caloporteur et des mesures de température de ces débits entrant et sortant.

40 **[0111]** D'autres méthodes de construction de l'indicateur I_c sont possibles. En particulier, la construction de l'indicateur doit être adaptée en fonction du type de mesure fourni par l'appareillage 130.

55

III.2. Variantes du procédé :

[0112] L'unité 90 peut implémenter d'autres procédés de commande pour maintenir en permanence ou autant que possible l'indicateur I_c entre des seuils S_{i-min} et S_{i-max} , où S_{i-min} est strictement supérieur à 0 et S_{i-max} est strictement inférieur à 1. Par exemple, les durées D_p et D_v peuvent être remplacées par des moyennes des durées D_p et D_v calculées sur plusieurs jours précédents.

[0113] Plutôt que d'ajuster quelques fois par jour le débit dans les conduits 74 et 112, l'unité 90 peut être configurée pour faire ces ajustements à chaque fois qu'une nouvelle valeur de l'indicateur I_c est construite. Par exemple, si l'indicateur tombe en dessous du seuil S_{i-min} , l'unité 90 commande les vannes 76 et 114 pour immédiatement accroître le débit entrant dans le réservoir de liquide caloporteur chaud. À l'inverse, si l'indicateur I_c dépasse le seuil S_{i-max} , l'unité 90 commande les vannes 76 et 114 pour diminuer immédiatement le débit entrant de liquide caloporteur chaud. Dans ce dernier mode de réalisation, les durées D_v et D_p ne sont pas utilisées et leur calcul peut être omis.

[0114] À partir d'un historique des consommations d'eau chaude sanitaire, l'unité 90 peut aussi prédire des intervalles de temps où la consommation d'eau chaude sanitaire est importante. A cet effet, par exemple, la consommation d'eau chaude sanitaire est mesurée à l'aide du débitmètre 64. Dans ce cas, juste avant un intervalle où la consommation d'eau chaude sanitaire prédite est importante, l'unité 90 commande les vannes 76 et 114 pour faire augmenter l'indicateur I_c . Ensuite, vers la fin de cet intervalle, l'unité 90 commande les vannes 76 et 114 pour faire diminuer la valeur de l'indicateur I_c . Dans ce cas aussi, les durées D_p et D_v ne sont pas utilisées.

[0115] Le conduit 120, la vanne 122, l'unité 124 et la sonde 126 peuvent être mis en oeuvre indépendamment du conduit 112 et de la vanne 114.

IV. Avantages des modes de réalisation décrits :

[0116] Les différents modes de réalisation décrits ici permettent tous d'adapter dynamiquement le débit entrant de liquide caloporteur dans le réservoir en fonction de l'usage qui est fait de ce système de chauffage. Grâce à cela on limite l'occurrence et la durée des situations extrêmes où la température de retour T_R ne peut pas être abaissée. Plus précisément, ces adaptations du débit entrant de liquide caloporteur chaud permettent de préserver pendant plus longtemps un stock résiduel de liquide caloporteur froid qui permet de limiter de brusques variations de la température T_R .

[0117] De façon similaire, l'adaptation dynamique du débit entrant de liquide caloporteur permet aussi de limiter l'occurrence et la durée des situations extrêmes où l'écrêtage des pics de production d'énergie thermique n'est plus possible. Plus précisément, ces adaptations du débit entrant de liquide caloporteur chaud permettent de préserver pendant plus longtemps un stock résiduel

de liquide caloporteur chaud utilisable pour préchauffer l'eau sanitaire froide.

[0118] La vanne 114 et le conduit 112 permettent de remplir le réservoir en liquide caloporteur chaud avec un débit qui peut être réglé indépendamment du débit de liquide caloporteur qui circule dans l'échangeur 20. En effet, le débit de liquide caloporteur chaud dans l'échangeur 20 est régulé en fonction de la température T_{42} et de la consigne C_{42} . Par conséquent, la vanne 114 et le conduit 112 permettent d'accélérer le remplissage de réservoir 88 avec du liquide caloporteur chaud et cela indépendamment de la température T_{42} . Ce degré de liberté supplémentaire permet d'ajuster plus simplement et plus rapidement le volume stocké de liquide caloporteur chaud. Cela permet donc de maintenir sur des périodes de temps plus longues le volume stocké de liquide caloporteur chaud au niveau requis. En fin de compte, cela se traduit par un écrêtage plus efficace des pics de production d'énergie thermique.

[0119] L'utilisation du conduit 120 et de la vanne 122 permet de préchauffer à l'aide de l'échangeur 50 l'eau sanitaire froide, même dans le cas extrême où le volume de liquide caloporteur chaud contenu dans le réservoir 88 est nul.

[0120] Dans le système 200, le fait d'utiliser la vanne 212 de façon similaire à la vanne 76 permet aussi de préserver plus longtemps un stock résiduel d'eau froide. Cela aide donc aussi à limiter les brusques variations de la température T_R .

Revendications

1. Système de chauffage d'eau sanitaire comportant :

- une source thermique (4) apte à chauffer un liquide caloporteur, cette source thermique comportant une entrée (12) pour recevoir le liquide caloporteur à chauffer et une sortie (10) pour délivrer le liquide caloporteur chauffé,
- une boucle (6 ; 272) d'eau chaude sanitaire comportant :

- une pompe (26) apte à faire circuler en boucle l'eau chaude sanitaire dans cette boucle,
- un échangeur thermique (20) d'appoint apte à maintenir la température de l'eau chaude sanitaire qui circule dans la boucle à une température supérieure à une température $T_{min-ECS}$ prédéterminée par échange thermique avec le liquide caloporteur chauffé, cet échangeur thermique comportant à cet effet une entrée primaire (30) raccordée à la sortie de la source thermique et une sortie primaire (34) par laquelle s'évacue le liquide caloporteur chaud après qu'il ait réchauffé l'eau chaude sanitaire de la boucle,

- au moins un point (40) de soutirage par l'intermédiaire duquel l'eau chaude sanitaire peut être soutirée de la boucle par un usager, et
 - une entrée (41) par l'intermédiaire de laquelle de l'eau sanitaire pré-chauffée peut être introduite dans cette boucle pour compenser l'eau chaude sanitaire soutirée par l'usager,
- un réservoir (88 ; 252 ; 282) apte à stocker le liquide caloporteur chaud évacué par l'intermédiaire de la sortie primaire de l'échangeur thermique d'appoint, ce réservoir comportant au moins un piquage haut (86, 96, 110 ; 254) et au moins un piquage bas (100, 102 ; 256) permettant de soutirer directement le liquide caloporteur stocké dans, respectivement, une partie haute et une partie basse de ce réservoir, ledit au moins un piquage haut étant raccordé à la sortie primaire (34) de l'échangeur d'appoint et ledit au moins un piquage bas étant raccordé à l'entrée (12) de la source thermique,
- un échangeur thermique (50) de préchauffage apte à préchauffer de l'eau sanitaire froide, par échange thermique avec le liquide caloporteur stocké dans la partie haute du réservoir, avant de l'injecter dans la boucle d'eau chaude sanitaire par l'intermédiaire de son entrée (41), cet échangeur thermique de préchauffage comportant à cet effet une entrée primaire (52) et une sortie primaire (54) raccordées, respectivement, auxdits au moins un piquages haut et bas du réservoir,
- un conduit (74 ; 284) de dérivation apte à dévier au moins une partie du liquide caloporteur évacué par la sortie primaire (34) de l'échangeur thermique d'appoint pour l'amener à l'entrée de la source thermique sans passer par l'intermédiaire du réservoir,

caractérisé en ce que le système comporte également:

- un appareillage (130) de mesure d'une grandeur physique représentative du volume de liquide caloporteur chaud actuellement stocké dans le réservoir,
- une première vanne (76 ; 290 ; 300) commandable de dérivation apte à ajuster le débit dans le conduit de dérivation,
- une unité électronique (90) de commande de la première vanne de dérivation configurée pour :
 - acquérir les mesures de l'appareillage de mesure, et
 - commander, en fonction des mesures ac-

- 5
 - 10
 - 15
 - 20
 - 25
 - 30
 - 35
 - 40
 - 45
 - 50
 - 55
- quises, la première vanne de dérivation pour accroître le débit dans le conduit de dérivation lorsque le volume de liquide caloporteur chaud stocké dépasse un premier seuil prédéterminé strictement inférieur au volume maximal de liquide caloporteur stockable dans ce réservoir, et

dans lequel :

- le système comporte :

- un conduit (112) d'alimentation directe du réservoir en liquide caloporteur chaud qui raccorde la sortie de la source thermique audit au moins un piquage haut du réservoir, sans passer par l'intermédiaire de l'échangeur thermique d'appoint, et
 - une vanne commandable (114) d'alimentation directe du réservoir en liquide caloporteur chaud apte à ajuster le débit dans le conduit d'alimentation directe du réservoir en liquide caloporteur chaud, et
- l'unité de commande est configurée pour commander, en fonction des mesures acquises, la vanne (114) d'alimentation directe du réservoir en liquide caloporteur chaud de manière à accélérer le débit de liquide caloporteur chaud introduit dans le réservoir par l'intermédiaire du conduit d'alimentation directe du réservoir en liquide caloporteur chaud sans modifier le débit du liquide caloporteur chaud évacué par la sortie primaire de l'échangeur thermique d'appoint.
2. Système selon la revendication 1, dans lequel l'unité de commande (90) est également configurée pour commander, en fonction des mesures acquises, la première vanne (76) de dérivation pour diminuer le débit dans le conduit de dérivation lorsque le volume de liquide caloporteur chaud stocké tombe en-dessous d'un deuxième seuil prédéterminé positif.
3. Système selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel, la première vanne de dérivation comporte :
- une entrée (80) raccordée à la sortie primaire de l'échangeur thermique d'appoint,
 - une première sortie (82) raccordée à une extrémité du conduit de dérivation, et
 - une seconde sortie (84) raccordée au piquage haut du réservoir,
- cette première vanne étant apte à répartir en fonction d'une commande de l'unité de commande, entre les première et seconde sorties, la totalité du liquide caloporteur entrant par son entrée.

4. Système selon la revendication 3, dans lequel le conduit (74) de dérivation raccorde la première sortie (82) de la première vanne de dérivation :
- à l'entrée primaire (52) de l'échangeur thermique de préchauffage, ou 5
 - à l'entrée (12) de la source thermique sans passer par l'intermédiaire de l'échangeur thermique de préchauffage et sans passer par l'intermédiaire du réservoir. 10
5. Système selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel :
- l'échangeur thermique (50) de préchauffage comporte une sortie secondaire (58) raccordée à la boucle d'eau chaude sanitaire et par laquelle est évacuée l'eau sanitaire préchauffée par l'échangeur thermique de préchauffage, et le système comporte : 15
 - un conduit (120) d'alimentation directe de l'échangeur thermique de préchauffage en liquide caloporteur chaud qui raccorde la sortie (10) de la source thermique à l'échangeur thermique de préchauffage sans passer à travers l'échangeur thermique d'appoint et sans passer à travers le réservoir, 20
 - une vanne commandable (122) d'alimentation directe de l'échangeur thermique de préchauffage en liquide caloporteur chaud apte à réduire et, en alternance, à augmenter le débit dans le conduit d'alimentation directe de l'échangeur thermique de préchauffage en liquide caloporteur chaud, 25
 - une sonde (126) de température apte à mesurer la température de l'eau sanitaire évacuée par l'intermédiaire de la sortie secondaire (58) de l'échangeur thermique de préchauffage, et 30
 - une unité électronique (124) de commande de cette vanne d'alimentation directe de l'échangeur thermique de préchauffage en liquide caloporteur chaud, cette unité de commande étant configurée pour commander cette vanne en fonction de la température mesurée par la sonde de température qui mesure la température de l'eau sanitaire évacuée par la sortie secondaire de l'échangeur thermique de préchauffage et d'une consigne pour cette température. 35
6. Système selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel le système comporte :
- un circuit (202) de chauffage de locaux, ce circuit comportant : 40
 - une pompe (209) apte à faire circuler en boucle un liquide de chauffage dans ce circuit de chauffage, et 45
7. Système selon la revendication 6, dans lequel, l'unité de commande est également configurée pour commander, en fonction des mesures acquises, la seconde vanne (212) de dérivation pour diminuer le débit dans le conduit de dérivation lorsque le volume de liquide caloporteur chaud stocké dans le réservoir dépasse le premier seuil prédéterminé ou un troisième seuil prédéterminé. 50
8. Système selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel, l'appareillage (130) de mesure comporte au moins une sonde haute (132), une sonde intermédiaire (136) et une sonde basse (134) de température aptes à mesurer la température du liquide caloporteur stocké à l'intérieur, res-
- un échangeur thermique (204) apte à maintenir la température du liquide de chauffage qui circule dans ce circuit à une température supérieure à une température $T_{\text{min-ch}}$ prédéterminée par échange thermique avec le liquide caloporteur chauffé, cet échangeur thermique comportant à cet effet une entrée primaire raccordée à la sortie (10) de la source thermique et une sortie primaire, par laquelle s'évacue le liquide caloporteur chaud après qu'il ait réchauffé le liquide de chauffage de la boucle de chauffage, 55
 - au moins un radiateur (208) apte à chauffer l'air d'une pièce à partir du liquide de chauffage qu'il traverse,
- une seconde vanne (212) de dérivation comportant :
- une entrée (220) raccordée à la sortie primaire de l'échangeur thermique du circuit de chauffage,
 - une première sortie (224) raccordée audit au moins un piquage haut du réservoir, et
 - une seconde sortie (222) raccordée au conduit de dérivation, 60
- cette seconde vanne de dérivation étant apte à répartir entre ses première et seconde sorties la totalité du liquide caloporteur entrant par son entrée dans des proportions variables en fonction de la commande de l'unité de commande, et
- l'unité de commande est également configurée pour commander, en fonction des mesures acquises, la seconde vanne de dérivation pour accroître le débit dans le conduit de dérivation lorsque le volume de liquide caloporteur chaud stocké dans le réservoir dépasse le premier seuil prédéterminé ou un troisième seuil prédéterminé. 65

pectivement, de la partie haute, d'une partie intermédiaire et de la partie basse du réservoir, la partie intermédiaire du réservoir étant située entre les parties haute et basse du réservoir.

9. Système selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel le réservoir (88 ; 252 ; 282) est en permanence entièrement rempli de liquide caloporteur de sorte que lorsqu'un volume de liquide caloporteur est introduit dans le réservoir par l'intermédiaire dudit au moins un piquage haut, un volume identique de liquide caloporteur est soutiré par l'intermédiaire dudit au moins un piquage bas et vice versa.

10. Procédé de commande d'un système de chauffage conforme à l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le procédé comporte :

- l'acquisition (140) des mesures de l'appareillage de mesure,

- la commande (166, 168), en fonction des mesures acquises, de la première vanne de dérivation pour accroître le débit dans le conduit de dérivation lorsque le volume de liquide caloporteur chaud stocké dépasse un premier seuil prédéterminé strictement inférieur au volume maximal de liquide caloporteur stockable dans ce réservoir, et

- commander (168), en fonction des mesures acquises, la vanne (114) d'alimentation directe du réservoir en liquide caloporteur chaud de manière à accélérer le débit de liquide caloporteur chaud introduit dans le réservoir par l'intermédiaire du conduit d'alimentation directe du réservoir en liquide caloporteur chaud sans modifier le débit du liquide caloporteur chaud évacué par la sortie primaire de l'échangeur thermique d'appoint.

11. Unité électronique de commande d'une vanne de dérivation pour la réalisation d'un système de chauffage conforme à une quelconque des revendications 1 à 9, **caractérisée en ce que** cette unité électronique de commande est configurée pour :

- acquérir des mesures de l'appareillage de mesure,

- commander, en fonction des mesures acquises, la première vanne de dérivation pour accroître le débit dans le conduit de dérivation lorsque le volume de liquide caloporteur chaud stocké dépasse un premier seuil prédéterminé strictement inférieur au volume maximal de liquide caloporteur stockable dans ce réservoir, et

- commander, en fonction des mesures acquises, la vanne (114) d'alimentation directe du ré-

servoir en liquide caloporteur chaud de manière à accélérer le débit de liquide caloporteur chaud introduit dans le réservoir par l'intermédiaire du conduit d'alimentation directe du réservoir en liquide caloporteur chaud sans modifier le débit du liquide caloporteur chaud évacué par la sortie primaire de l'échangeur thermique d'appoint.

12. Support d'enregistrement d'informations lisibles par une unité électronique de commande conforme à la revendication 11, **caractérisé en ce que** le support comporte les instructions nécessaires à l'exécution d'un procédé de commande conforme à la revendication 10, lorsque ces instructions sont exécutées par l'unité électronique de commande.

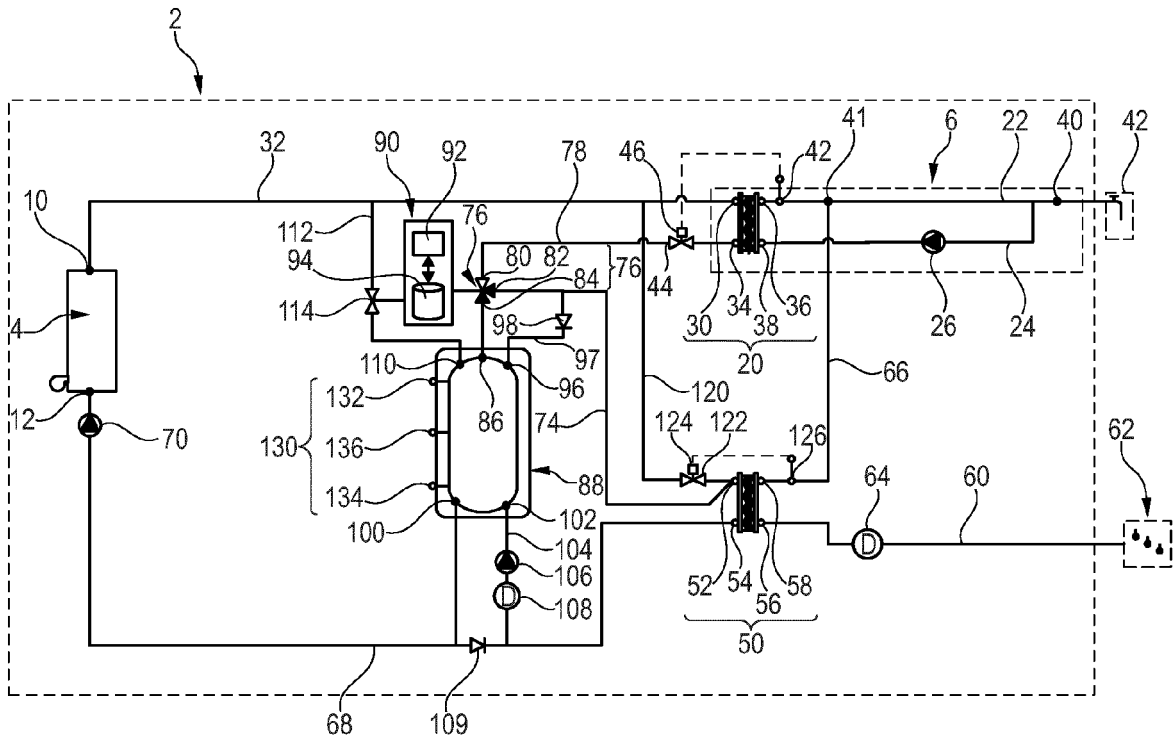


Fig. 1

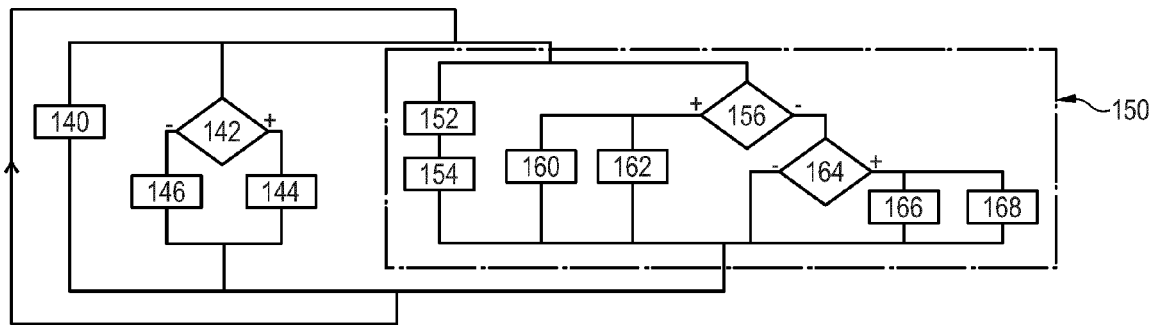


Fig. 2

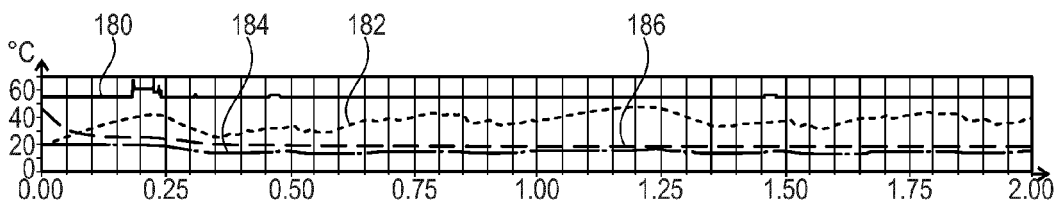


Fig. 3

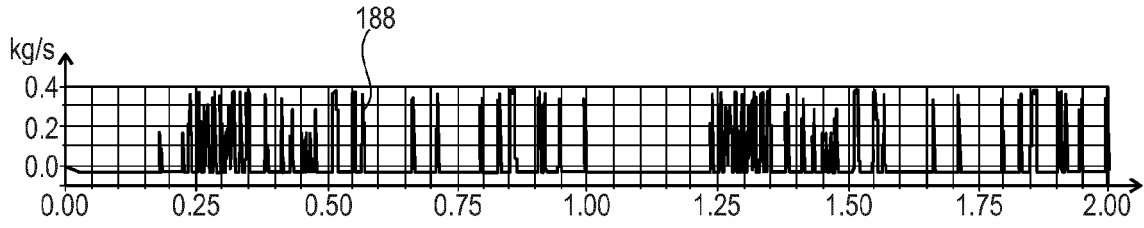


Fig. 4

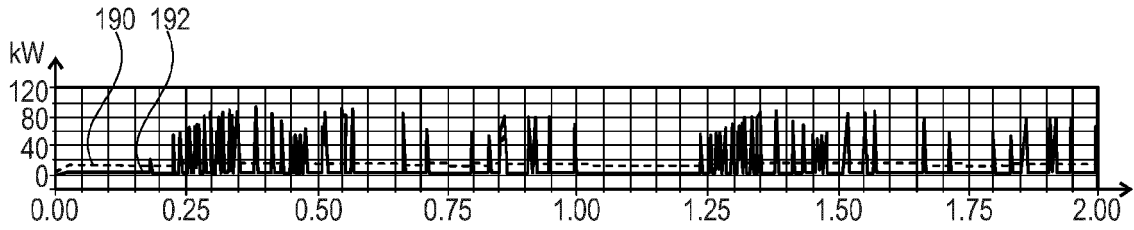


Fig. 5

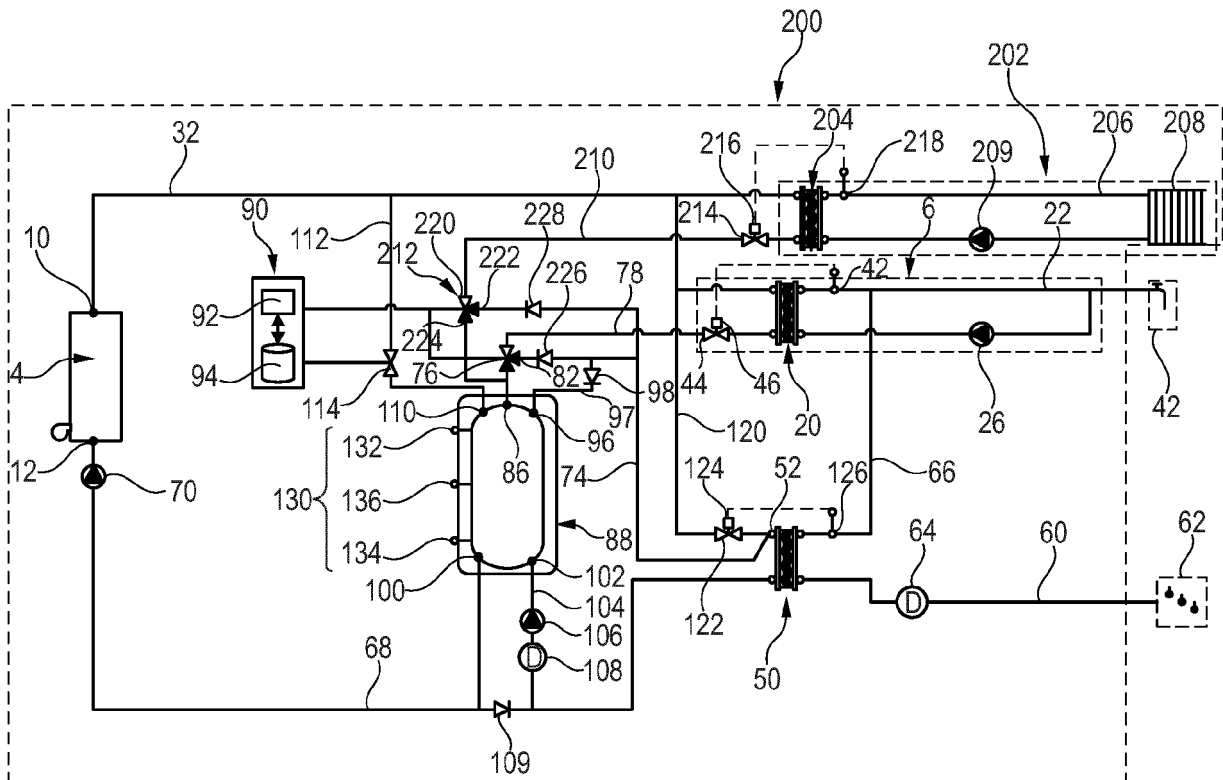


Fig. 6

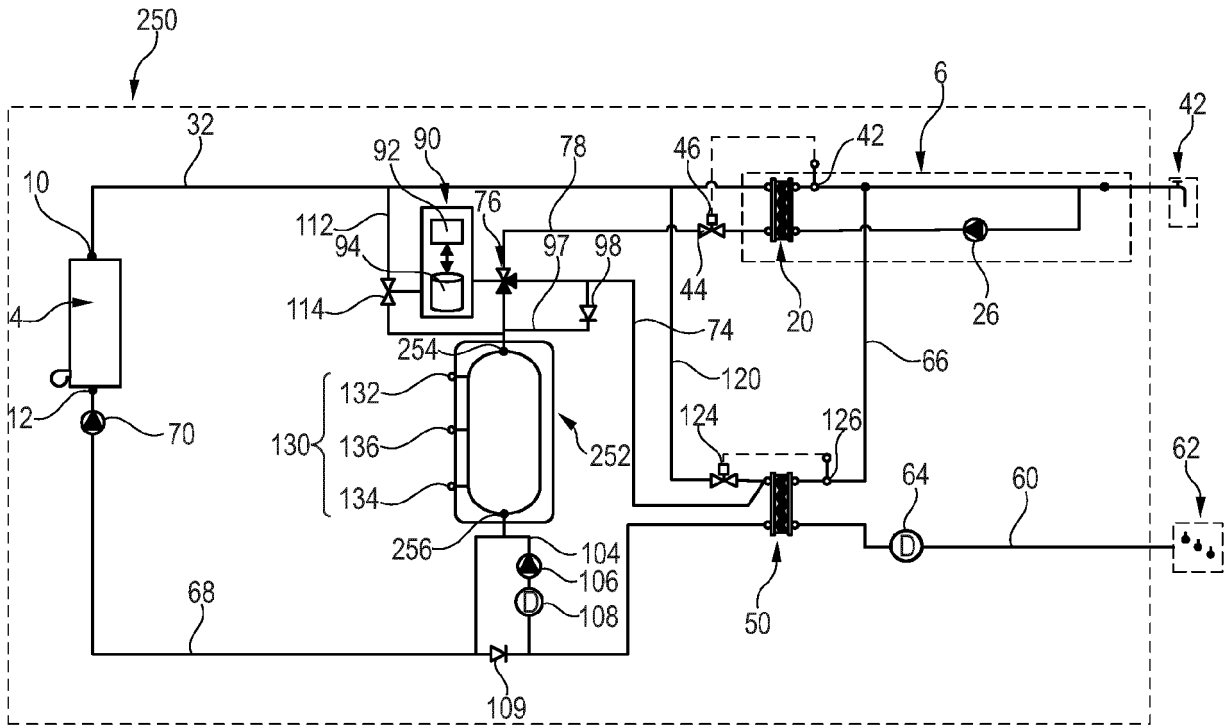


Fig. 7

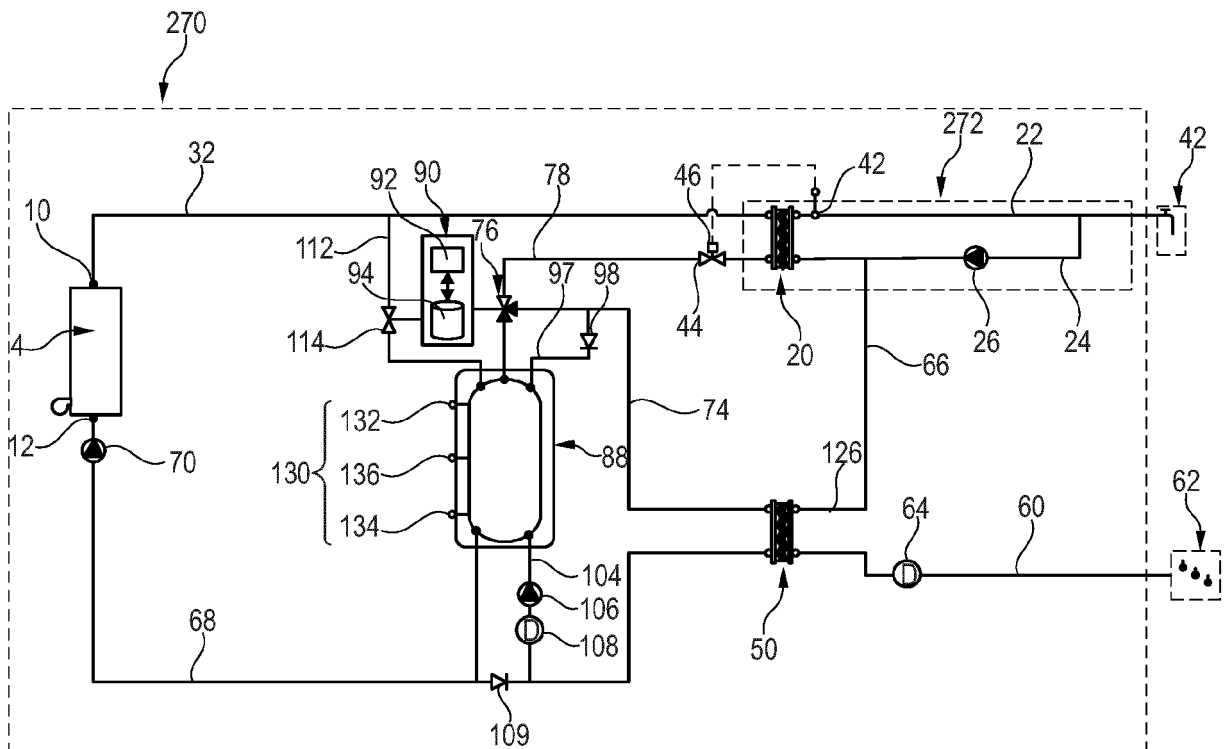


Fig. 8



RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande
EP 18 20 8398

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (IPC)
Y,D	DE 10 2008 014204 A1 (FACHHOCHSCHULE MUENCHEN [DE]) 30 octobre 2008 (2008-10-30) * alinéas [0004], [0008], [0009] - [0015], [0032]; figure 1 *	1-12	INV. F24D19/10
Y	GB 2 451 019 A (EC POWER AS [DK]) 14 janvier 2009 (2009-01-14) * abrégé; figures 2,3 * * pages 4,6,13 * * page 16 - page 17 *	1-12	
Y	DE 20 2010 017764 U1 (HOCHSCHULE FUER ANGEWANDTE WISSENSCHAFTEN MUENCHEN [DE]) 18 septembre 2012 (2012-09-18) * abrégé * * figure 2 * * alinéas [0008], [0011], [0013], [0015] - [0018], [0031], [0032] * * alinéas [0042], [0043], [0053] *	8-10	
A	WO 2011/023193 A2 (DANFOSS AS [DK]; KRISTJANSSON HALLDOR [DK]) 3 mars 2011 (2011-03-03) * figure 2 *	1-12	
Y	WO 2014/044864 A1 (ELECTRICITE DE FRANCE [FR]) 27 mars 2014 (2014-03-27) * page 3, lignes 8-30; figures 3-5 *	1-12	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC) F24D
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche Munich		Date d'achèvement de la recherche 11 avril 2019	Examineur García Moncayo, O
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	

1
EPO FORM 1503 03 82 (P04C02)

ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET EUROPEEN NO.

EP 18 20 8398

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

11-04-2019

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
DE 102008014204 A1	30-10-2008	AUCUN	
GB 2451019 A	14-01-2009	DK 2966365 T3 EP 2171360 A2 EP 2966365 A1 GB 2451000 A GB 2451019 A RU 2010103527 A WO 2009007725 A2	30-07-2018 07-04-2010 13-01-2016 14-01-2009 14-01-2009 20-08-2011 15-01-2009
DE 202010017764 U1	18-09-2012	AUCUN	
WO 2011023193 A2	03-03-2011	CN 102483311 A EP 2486331 A2 RU 2012110322 A US 2012272948 A1 WO 2011023193 A2	30-05-2012 15-08-2012 10-10-2013 01-11-2012 03-03-2011
WO 2014044864 A1	27-03-2014	FR 2995979 A1 WO 2014044864 A1	28-03-2014 27-03-2014

EPO FORM P0480

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

RÉFÉRENCES CITÉES DANS LA DESCRIPTION

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

Documents brevets cités dans la description

- DE 102008014204 [0003] [0009]
- GB 2451019 A [0007] [0008]
- DE 202010017764 U1 [0007]
- WO 2011023193 A2 [0007]