

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION
EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la Propriété
Intellectuelle
Bureau international



(43) Date de la publication internationale
11 juin 2009 (11.06.2009)

PCT

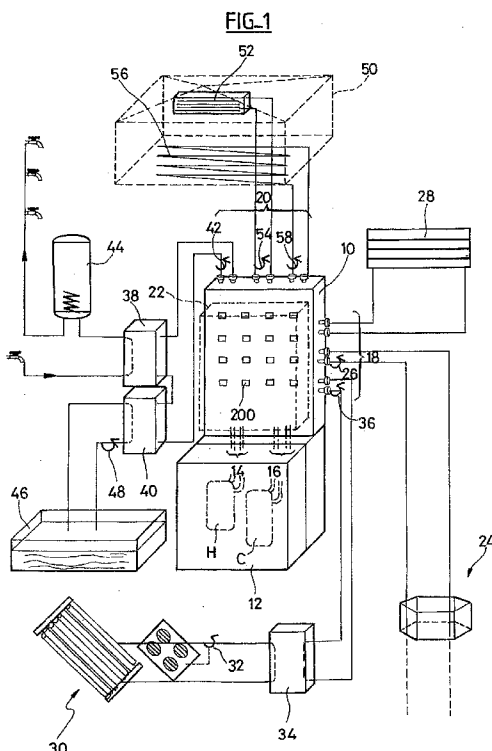
(10) Numéro de publication internationale
WO 2009/071765 A2

- (51) Classification internationale des brevets : **Non classée**
- (21) Numéro de la demande internationale :
PCT/FR2008/001304
- (22) Date de dépôt international :
18 septembre 2008 (18.09.2008)
- (25) Langue de dépôt : français
- (26) Langue de publication : français
- (30) Données relatives à la priorité :
07 06611 21 septembre 2007 (21.09.2007) FR
- (71) Déposant (pour tous les États désignés sauf US) : **HADES**
[FR/FR]; 63, rue Pierre Charron, F-75008 Paris (FR).
- (72) Inventeur; et
- (75) Inventeur/Déposant (pour US seulement) : **FAVIER,**
Georges [FR/FR]; 9, Square Lamartine, F-75116 Paris (FR).
- (74) Mandataire : **DUPUIS-LATOURE, Dominique;** SEP
Bardehle Pagenberg Dost Altenburger Geissler, 10, boulevard Haussmann, F-75009 Paris (FR).
- (81) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de protection nationale disponible) : AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de protection régionale disponible) : ARIPO (BW, GH,

[Suite sur la page suivante]

(54) Title: HEATING/AIR-CONDITIONING PLANT WITH HEAT PUMP, COMPRISING A HEAT TRANSFER FLUID SPLIT-TER BOX WITH COUPLING TO A PLURALITY OF HEAT COLLECTING AND DISTRIBUTING CIRCUITS

(54) Titre : INSTALLATION DE CHAUFFAGE/CLIMATISATION À POMPE À CHALEUR, COMPORTANT UN BOÎTIER RÉPARTITEUR DE FLUIDE CALOPORTEUR AVEC COUPLAGE À UNE PLURALITÉ DE CIRCUITS DE CAPTAGE ET DE DISTRIBUTION DE CHALEUR



(57) Abstract: The splitter box (10) is coupled to a heat pump (12) and to various heat collecting (24, 28, 30) and heat delivery (38, 40, 52, 56) circuits that it selectively interconnects according to various predetermined fluid-distribution combinational diagrams by automatic control of an inbuilt network of stop valves (200). These diagrams define modes of operation such as natural cooling or frost protection, hot water production and/or air-conditioning from a single plant, by optimizing the transfers of heat between circuits such that the heat pump always operates in its optimum thermodynamic zone.

(57) Abrégé : Le boîtier répartiteur (10) est couplé à une pompe à chaleur (12) et à divers circuits de captage (24, 28, 30) et de restitution (38, 40, 52, 56) de chaleur, dont il assure l'interconnexion sélective, selon différents schémas combinatoires prédéterminés de distribution de fluide, par pilotage automatique d'un réseau intégré de vannes d'arrêt (200). Ces schémas définissent des modes de fonctionnement tels que rafraîchissement naturel ou mise hors gel, production d'eau chaude et/ou climatisation à partir d'une installation unique, en optimisant les transferts de chaleur entre circuits pour que la pompe à chaleur fonctionne toujours dans sa zone d'optimum thermodynamique.

WO 2009/071765 A2



GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), européen (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Publiée :

— *sans rapport de recherche internationale, sera republiée dès réception de ce rapport*

**Installation de chauffage/climatisation à pompe à chaleur,
comportant un boîtier répartiteur de fluide caloporteur avec couplage
à une pluralité de circuits de captage et de distribution de chaleur**

L'invention concerne une installation de chauffage/climatisation comportant un boîtier répartiteur de fluide caloporteur.

Une telle installation est par exemple décrite dans le EP 1 826 503 A1, qui divulgue une installation comportant un boîtier répartiteur de fluide caloporteur, avec une première et une deuxième entrée/sortie de fluide caloporteur ; au moins une troisième entrée/sortie de fluide caloporteur, apte à être reliée à un circuit correspondant de captage de chaleur ; et au moins une quatrième entrée/sortie de fluide caloporteur, apte à être reliée à un circuit correspondant de restitution de chaleur. Le boîtier comprend également des moyens répartiteurs, aptes à interconnecter sélectivement, selon différents schémas combinatoires de distribution de fluide prédéterminés : la première entrée/sortie à au moins l'une des troisième et quatrième entrées/sorties, et la deuxième entrée/sortie à au moins l'une des troisième et quatrième entrées/sorties. Ces moyens répartiteurs comprennent un réseau de conduites d'interconnexion reliées entre elles et aux entrées/sorties et pourvues chacune d'une vanne d'arrêt commandable individuellement. Des moyens de pilotage commandent collectivement les différentes vannes d'arrêt du boîtier de manière à sélectionner de façon modifiable l'un desdits schémas combinatoires.

L'invention concerne l'application d'une telle installation, par le biais notamment du boîtier répartiteur, à une situation où la source de chauffage/climatisation est une pompe à chaleur.

Diverses installations à pompe à chaleur sont décrites par exemple dans les DE 102 45 572 A1, DE 32 45 416 A1, ou DE 32 45 416 A1. Il s'agit toutefois d'installations non spécifiques, où la pompe à chaleur n'est qu'une source de chaleur parmi d'autres sources possibles.

La présente invention vise à résoudre un certain nombre de difficultés inhérentes aux installations à pompe à chaleur, dont on va exposer ci-dessous les particularismes.

Une pompe à chaleur permet de capter l'énergie thermique disponible dans les couches supérieures de la croûte terrestre, de concentrer à tem-

pérature plus élevée cette énergie, et de la restituer sous cette forme concentrée pour alimenter un circuit de chauffage. Certains modèles à permutation d'échangeurs, dits "réversibles", permettent en outre d'alimenter un circuit de climatisation, l'énergie thermique ambiante du local étant alors cédée au sous-sol.

5
Essentiellement, une pompe à chaleur comporte un circuit de fluide frigorigène (réfrigérant) comprenant un compresseur, un détendeur, un évaporateur et un condenseur, ainsi que deux échangeurs de chaleur associés. Le premier échangeur est couplé côté primaire à l'évaporateur et côté secondaire à un circuit de captage de chaleur, tandis que le second échangeur est couplé côté primaire au condenseur et côté secondaire à un circuit de restitution de chaleur (ces deux échangeurs correspondant respectivement à ce qui sera désigné par la suite "côté froid" et "côté chaud" de la pompe à chaleur).

10
15 En configuration de chauffage, le compresseur de la pompe à chaleur concentre côté condenseur l'énergie captée dans le sol (circuit de captage) et restitue côté évaporateur l'énergie servant au chauffage (circuit de restitution).

20
Le terme de "restitution de chaleur" devra être entendu au sens large, c'est-à-dire qu'il couvre non seulement le cas où il s'agit de céder de la chaleur (par exemple pour une utilisation de chauffage domestique ou de production d'eau chaude), mais également lorsqu'il s'agit d'abaisser la température d'un local, la "restitution" consistant à assurer une fonction de climatisation ou de rafraîchissement, l'énergie thermique excédentaire étant alors cédée au circuit de "captage" par la pompe à chaleur.

25
Dans le cas des pompes à chaleur de type "eau/eau", auxquelles s'applique l'invention, le circuit de captage et le circuit de restitution sont tous deux des circuits où circule un liquide, ci-après désigné "fluide caloporteur". Bien entendu, en fonction des besoins, l'eau peut être remplacée ou complétée par un autre liquide. En particulier, pour pouvoir circuler dans le circuit de captage de chaleur, l'eau est souvent additionnée d'éthylène-glycol ou autre additif faisant fonction d'antigel.

30
35 Du côté froid de la pompe à chaleur, le fluide caloporteur est admis à une température d'environ 5 à 20°C, et il est renvoyé en sortie à une température de 3 à 5°C inférieure ; côté chaud, l'échangeur de la pompe à chaleur

reçoit le fluide à une température typiquement de l'ordre de 30 à 60°C, et le restitue en sortie à une température de 3 à 5° supérieure.

Le compresseur, son circuit de fluide frigorigène associé ainsi que les deux échangeurs de chaleur sont regroupés en un même bloc fonctionnel, 5 ci-après désigné "cœur de pompe à chaleur", qui constitue un ensemble intégré destiné à être associé et raccordé aux différents éléments des circuits de captage et de restitution de chaleur (tuyauterie, pompe de circulation, capteur thermostatique, etc.) ainsi qu'aux équipements d'alimentation et de régulation du système.

10 Le WO-A-2006/005832 (Favier et al.) décrit une telle pompe à chaleur de type eau/eau, réalisée sous forme d'un cœur de pompe compact.

La présente invention réside plus particulièrement dans les équipements de raccordement d'un tel cœur de pompe aux circuits de captage et de restitution d'énergie thermique.

15 En ce qui concerne les circuits de captage de chaleur, le principal type de captage est celui de l'énergie thermique stockée dans l'immédiat sous-sol, la terre ou les roches, ou encore dans les nappes phréatiques et sources naturelles, dont la température reste toute l'année sensiblement constante, de l'ordre d'environ 10°C dans les régions tempérées. Le fluide caloporteur, après avoir été refroidi par l'évaporateur de la pompe à chaleur, 20 est envoyé dans une "sonde de captage" enterrée telle que celle décrite par exemple dans le WO-A-2006/111655 (Hadès). Là, le fluide se réchauffe au contact du milieu environnant, qui lui cède son énergie thermique : chaque mètre linéaire de sonde plongé dans le milieu environnant 25 sollicite peut ainsi apporter quelques joules d'énergie thermique à la pompe à chaleur lorsque le circuit est en fonctionnement. Le fluide réchauffé retourne vers la pompe à chaleur qui concentre et restitue l'énergie thermique ainsi captée.

Ce type de captage n'est cependant pas le seul : il est également possible, 30 en complément, de capter l'énergie thermique atmosphérique et/ou l'énergie thermique solaire délivrée par rayonnement. En pratique, ces captages atmosphérique ou solaire sont difficiles à mettre en œuvre, notamment du fait des variations importantes que présentent la température extérieure et le rayonnement solaire en fonction de la latitude, des saisons 35 et de l'heure (tout particulièrement entre le jour et la nuit). Ces variations,

et le fait que c'est précisément pour combattre les effets de ces changements que l'on cherche à chauffer ou climatiser un local, font que leur utilisation directe dans les usages domestiques ne s'est jusqu'à présent pas révélée satisfaisante.

- 5 En ce qui concerne les circuits de restitution de chaleur, les usages domestiques de l'énergie thermique peuvent être regroupés en trois grandes catégories.

La *première catégorie* est le chauffage à basse température d'un local, par des radiateurs basse température ou par un plancher chauffant. Pour diffuser de la chaleur, ce système requiert la circulation d'un fluide caloporteur à une température de l'ordre de 30 à 45°C. Pour la mise hors gel, lorsque le local est bien isolé, le système peut s'accommoder de la circulation d'un fluide à température plus basse, par exemple de l'ordre de 10°C. Enfin, à la saison chaude, le système peut être utilisé pour un rafraîchissement de l'habitat en l'alimentant par un fluide délivré à basse température, proche de 10°C.

La *deuxième catégorie* d'utilisations est le chauffage (ou le rafraîchissement d'air) par des ventilo-convecteurs, ou le chauffage par des radiateurs haute température. En hiver, pour le chauffage des locaux d'habitation, ces systèmes requièrent la circulation d'un fluide à une température de l'ordre de 45 à 65°C. En été, pour permettre la climatisation, le fluide doit être à basse température, de l'ordre de 5 à 15°C.

La *troisième catégorie* d'utilisations est le chauffage de l'eau à usage domestique. Il peut s'agir de la production d'eau chaude sanitaire (ou son préchauffage), ou encore du chauffage ou préchauffage de l'eau pour l'alimentation d'équipements ménagers tels que lave-linge et lave-vaisselle (pour éviter que l'intégralité du chauffage ne soit assuré par une résistance électrique), ou encore le chauffage de piscines ou de bains à remous. Dans cette catégorie d'applications, et notamment pour l'eau chaude sanitaire, il peut être souhaitable de disposer d'une eau à température de l'ordre de 65°C, pour éviter l'utilisation d'une résistance électrique d'appoint en cas de température insuffisante.

Ces divers circuits de captage et de restitution de chaleur peuvent être combinés de diverses manières.

Dans sa configuration traditionnelle, la plus simple, une pompe à chaleur est utilisée pour alimenter un circuit de chauffage, avec captage de l'énergie stockée dans le sous-sol.

5 Il est également possible de faire fonctionner une pompe à chaleur en configuration inverse, c'est-à-dire pour alimenter un système de climatisation. La chaleur en excès est alors cédée au captage en sous-sol.

10 On a proposé d'utiliser une même pompe à chaleur selon l'une ou l'autre de ces deux configurations, en fonction des besoins et des saisons. Ces pompes à chaleur dites "réversibles" fonctionnent généralement par permutation des échangeurs du générateur thermique (côté froid/côté chaud), au moyen d'une vanne trois voies.

15 Toutefois, l'efficacité de ces pompes à chaleur réversibles est limitée par le fait que le changement de configuration s'accompagne d'une forte modification de la balance thermique de la pompe à chaleur, due à la non-spécialisation des échangeurs (qui doivent pouvoir être permutés).

20 En tout état de cause, même pour les pompes à chaleur dédiées à la seule fonction de chauffage, les besoins thermiques peuvent varier dans des proportions très importantes selon que l'on veut par exemple produire de l'eau chaude sanitaire, que l'on veut assurer un chauffage par ventilo-convecteurs ou par chauffage basse température (chauffage par le sol). Le bilan thermique étant très différent pour chaque fonction, il n'est pas possible de régler le fonctionnement de la pompe à chaleur sur un optimum correspondant à chacun des modes de chauffage, à plus forte raison lorsque ceux-ci doivent pouvoir être utilisés séparément ou concurrentement, en fonction des installations et en fonction des saisons.

25 Dans un autre ordre d'idées, on a évoqué plus haut la possibilité d'utiliser un captage atmosphérique ou solaire. Mais les conditions de fonctionnement de ces captages sont extrêmement variables en fonction des heures, des saisons, du climat, ... à la différence du captage dans le sous-sol, 30 où la température est pratiquement constante en toutes saisons. Cette variabilité extrême fait que, actuellement, ces captages atmosphériques ou solaires sont en pratique très peu utilisés, malgré le potentiel important d'échange thermique qu'ils représentent lorsque de bonnes conditions ambiantes sont réunies.

Le but de l'invention est de remédier aux diverses limitations que l'on vient d'évoquer.

L'invention a pour objet une installation conçue autour d'une pompe à chaleur de type eau/eau, avec un boîtier de distribution permettant des utilisations multiples (pluralité de circuits de restitution reliés au même boîtier), et susceptible de fonctionner selon des modes différents (par exemple chauffage/climatisation).

Le but de l'invention est en particulier d'optimiser le bilan thermique, et donc le rendement de la pompe à chaleur, en adaptant la circulation du fluide caloporteur dans les différents circuits en fonction (i) du mode de fonctionnement sélectionné, et (ii) du bilan thermique correspondant, à un instant donné.

En particulier, dans le cas par exemple d'un mode de fonctionnement chauffage/climatisation, comme on le verra plus bas le basculement d'un mode à l'autre est opéré sans permutation des échangeurs au sein du générateur thermique de la pompe à chaleur, à la différence de ce qui est actuellement pratiqué avec les pompes à chaleur réversibles.

De la sorte, les échangeurs du module thermique de la pompe à chaleur restent des échangeurs spécialisés, calculés pour des plages de températures de fonctionnement données.

De façon générale, et notamment lorsque plusieurs circuits de captage sont disponibles (captage atmosphérique et captage solaire en sus du captage en sous-sol), l'invention a également pour but d'optimiser le bilan énergétique de l'équipement en contrôlant la distribution de fluide dans les différents circuits de captage en fonction des circonstances, et notamment en fonction de la température du fluide. Ceci est obtenu, comme on le verra, en privilégiant les circuits où cette température est optimale en termes de disponibilité ou de production d'énergie thermique, puis en redistribuant le fluide à la température la plus appropriée pour l'usage domestique requis, le tout en faisant le plus large appel aux énergies naturelles renouvelables.

Ainsi, l'énergie thermique véhiculée par le fluide caloporteur pourra être utilisée soit telle quelle (à la température à laquelle elle est fournie par le circuit de captage sélectionné), soit après sa transformation par le système de chauffage/refroidissement approprié qui l'aura d'un côté concen-

trée (c'est-à-dire portée à une température plus élevée) et de l'autre refroidie (c'est-à-dire descendue à une température plus basse), le cœur de pompe à chaleur opérant toujours dans les meilleures conditions de performances thermodynamiques.

- 5 Du point de vue de la technologie, le but de l'invention est de mettre à disposition un système répartiteur se présentant sous la forme d'un boîtier compact unique rassemblant l'ensemble des éléments requis et interfacé entre, d'une part, le cœur de pompe à chaleur et, d'autre part, les circuits de restitution et de captage.
- 10 Ce regroupement des organes dans un seul et même boîtier présente plusieurs avantages, notamment :
- la faible taille du boîtier, compatible avec une pompe à chaleur domestique ;
 - la possibilité d'utiliser un module thermique sans vanne trois voies, tout
15 en gardant la possibilité d'en inverser le fonctionnement ;
 - le boîtier peut être produit en usine de manière industrielle, autorisant ainsi d'importantes baisses de coûts de production par rapport à une installation réalisée sur place, où un technicien doit assembler de manière plus ou moins empirique une multiplicité de tubes, vannes et circuits de commande ;
 - le boîtier peut être très rapidement installé et raccordé aux circuits de captage et de restitution de chaleur de l'installation ; il peut être enlevé pour révision ou réparation, et remplacé en cas de besoin par substitution d'un autre boîtier ;
 - l'ensemble des tubes et organes du répartiteur peut être aisément
25 noyé dans une mousse thermiquement isolante injectée dans le boîtier, ce qui aura pour effet de calorifuger tous les tubes de raccordement en une seule opération, facile à industrialiser et donc peu coûteuse, à la différence du calorifugeage réalisé sur place, de façon empirique, par les installateurs.
- 30 À cet effet, l'invention propose une installation de chauffage/climatisation du type général divulgué par le EP 1 826 503 A1 précité, caractérisée en ce que :
- elle comprend une pompe à chaleur de type eau/eau, avec un échangeur
35 de chaleur côté chaud et un échangeur de chaleur côté froid dans

lesquels circule ledit fluide caloporteur, ce fluide caloporteur étant commun à l'échangeur de chaleur côté chaud de la pompe à chaleur, à l'échangeur de chaleur côté froid de la pompe à chaleur, au circuit de captage de chaleur et au circuit de restitution de chaleur ; et

- 5 – le boîtier répartiteur est relié à l'échangeur de chaleur côté chaud par la première entrée/sortie de fluide caloporteur, et à l'échangeur de chaleur côté froid par la deuxième entrée/sortie de fluide caloporteur.

Ici et dans la suite, le terme "entrée/sortie" s'entend d'un orifice par lequel transite le fluide caloporteur, soit vers l'intérieur du boîtier répartiteur ("entrée") soit inversement vers l'extérieur de ce même boîtier ("sortie"). Par commodité, tous les orifices du boîtier répartiteur seront désignés "entrée/sortie", bien que certains ne fassent fonction que d'entrée, d'autres ne fassent fonction que de sortie, et que d'autres encore puissent être soit une entrée soit une sortie selon le sens de circulation du fluide, ce sens étant lui-même fonction du schéma combinatoire de distribution sélectionné.

Les schémas combinatoires de distribution de fluide prédéterminés sont typiquement des schémas définissant des modes de fonctionnement appartenant au groupe formé par :

- 20 · rafraîchissement naturel ou mise hors gel,
- production d'eau chaude par l'échangeur côté chaud de la pompe à chaleur, avec captage de chaleur par l'échangeur côté froid de la pompe à chaleur ;
- production d'eau chaude et chauffage par l'échangeur côté chaud de la pompe à chaleur, avec captage de chaleur par l'échangeur côté froid de la pompe à chaleur ;
- 25 · production d'eau chaude par l'échangeur côté chaud de la pompe à chaleur et climatisation par l'échangeur côté froid de la pompe à chaleur ;
- 30 · production d'eau chaude par l'échangeur côté chaud de la pompe à chaleur et climatisation par l'échangeur côté froid de la pompe à chaleur avec transfert au circuit de captage de chaleur de l'excès de chaleur produite ;
- production d'eau chaude par l'échangeur côté chaud de la pompe à chaleur et climatisation par l'échangeur côté froid de la pompe à cha-
- 35

leur avec transfert au circuit de captage de chaleur de l'excès de chaleur cédée.

Très avantageusement, le boîtier répartiteur comprend un coffret clos logeant les moyens répartiteurs et dont les dimensions sont au plus égales à 30 x 55 x 70 cm hors moyens de pilotage, ou 55 x 55 x 70 cm moyens de pilotage inclus ; le coffret peut en outre être rempli d'un matériau isolant thermique de calorifugeage des conduites et des vannes.

Le nombre total des vannes d'arrêt est avantageusement égal au nombre total d'entrées et de sorties desdites première, deuxième, troisième et quatrième entrées/sorties de fluide caloporteur : par exemple dix vannes d'arrêt pour un boîtier comprenant une unique troisième entrée/sortie de fluide et deux quatrièmes entrées/sorties, ou seize vannes d'arrêt pour un boîtier comprenant trois troisièmes entrées/sorties de fluide et trois quatrièmes entrées/sorties.

Selon diverses caractéristiques subsidiaires avantageuses :

- les moyens répartiteurs ne comportent aucune vanne de distribution multivoie ;
- les vannes d'arrêt sont des vannes de type tout-ou-rien à commande électrique ;
- le(s) circuit(s) de captage de chaleur appartient(en)t au groupe formé par : les circuits de captage de l'énergie thermique du sous-sol, les circuits de captage de l'énergie thermique atmosphérique, et les circuits de captage de l'énergie solaire ;
- le(s) circuit(s) de restitution de chaleur appartient(en)t au groupe formé par : les circuits de chauffage/climatisation à ventilo-convecteurs, les circuits de chauffage à radiateurs haute température, les circuits de chauffage/rafraîchissement à basse température, les circuits de production d'eau chaude, et les circuits de préchauffage d'eau.

En outre, les moyens répartiteurs sont avantageusement aptes à sélectionner, pour un des modes de fonctionnement donné, un circuit de captage de chaleur parmi plusieurs desdits circuits.

Ils peuvent être également aptes à commander, en fonction du mode de fonctionnement sélectionné, au moins une pompe de circulation du fluide associée à l'un des circuits de captage ou de restitution de fluide.

Dans ce cas, les liaisons entre la première entrée/sortie de fluide et l'échangeur de chaleur côté chaud de la pompe à chaleur, et entre la deuxième entrée/sortie de fluide et l'échangeur de chaleur côté froid de la pompe à chaleur peuvent être avantageusement des liaisons directes, 5 dépourvues de pompe de circulation.

Enfin, les moyens de pilotage peuvent être également aptes à commander, en fonction du mode de fonctionnement sélectionné, l'enclenchement ou l'arrêt du compresseur de la pompe à chaleur.

10

◇

On va maintenant décrire un exemple de mise en œuvre de l'installation de l'invention, en référence aux dessins annexés où les mêmes références numériques désignent d'une figure à l'autre des éléments identiques 15 ou fonctionnellement semblables.

La figure 1 illustre de façon schématique une installation complète de chauffage/climatisation par pompe à chaleur, mettant en œuvre un boîtier répartiteur spécifique de l'invention.

20 La figure 2 illustre un premier mode de réalisation d'un boîtier répartiteur spécifique de l'invention, pour coupler une pompe à chaleur à deux circuits de restitution et un circuit de captage.

La figure 3 illustre un deuxième mode de réalisation du boîtier répartiteur spécifique de l'invention, plus complet, pour coupler une pompe à chaleur à trois circuits de captage et trois circuits de restitution, comme dans l'installation illustrée schématiquement figure 1. 25

Les figures 4 à 9 illustrent les différents schémas d'interconnexion qu'il est possible d'obtenir par manœuvre sélective des vannes du boîtier répartiteur de la figure 2.

◇

30

La figure 1 illustre une installation de chauffage/climatisation selon l'invention, avec un boîtier répartiteur spécifique 10 associé à une pompe à chaleur.

35 D'un premier côté, le boîtier répartiteur 10 est couplé à un cœur de pompe à chaleur 12, d'un type tel que celui décrit par exemple dans le WO-A-

2006/005832 (Favier et al.) auquel on pourra se référer pour de plus amples détails. Essentiellement, le cœur de pompe à chaleur se comporte comme un système thermodynamique comportant un côté chaud et un côté froid. Le côté froid reçoit un fluide caloporteur dont la température est comprise entre 7 et 15°C, et le restitue à une température de 3 à 5°C inférieure. Le côté chaud reçoit un fluide caloporteur dont la température est comprise entre 30 et 32°C (entre 60 et 62°C dans les modèles à haute température), et restitue ce fluide à une température de 3 à 5°C supérieure. Le boîtier 10 comporte une première entrée/sortie de fluide caloporteur 14 reliée à l'échangeur de chaleur côté chaud (repéré H) du cœur de pompe 12, et une deuxième entrée/sortie de fluide caloporteur 16 reliée à l'échangeur côté froid (repéré C) de ce même cœur de pompe 12. La liaison entre les entrées/sorties 14, 16 et les échangeurs côté chaud et froid de la pompe à chaleur est de préférence une liaison directe, sans pompe de circulation.

De l'autre côté, le boîtier 10 est relié par une série d'entrées/sorties 18 à un ou plusieurs circuits de captage de chaleur, et par une série d'entrées/sorties 20 à un ou plusieurs circuits de restitution de chaleur.

Il est par ailleurs prévu des moyens de pilotage schématisés en 22, permettant de commander sélectivement les divers organes internes du boîtier 10 de la manière que l'on exposera par la suite, en fonction des besoins de l'utilisateur et des possibilités d'optimisation du bilan thermique. Ces moyens de pilotage peuvent être intégrés au boîtier proprement dit, ou bien adjoints à celui-ci, c'est-à-dire placés à côté du boîtier ou contre le boîtier en étant fonctionnellement couplés à celui-ci.

Circuits de captage de chaleur

On va tout d'abord décrire les circuits de captage de chaleur qu'il est possible de coupler au boîtier 10 par les diverses entrées/sorties 18.

L'installation comporte un circuit de captage de chaleur en sous-sol 24, comportant un ensemble approprié de tubes dits "sondes de captage" enfouis dans les couches supérieures du sol, de la manière décrite dans le WO-A-2006/111655 (Hadès) auquel on pourra se référer pour plus de détails. La circulation du fluide caloporteur dans ce circuit de captage en sous-sol 24 est assurée par une pompe 26. Le fluide sort du boîtier 10 à

une température donnée, échange son énergie thermique avec la température du sol, et revient dans le boîtier à cette nouvelle température, qui sera ensuite exploitée de la manière décrite plus bas.

Dans l'installation illustrée figure 1, le fluide caloporteur peut être également
5 envoyé par le boîtier 10 vers un circuit de captage atmosphérique 28, le fluide retournant alors au boîtier à une température proche de la température atmosphérique du moment. L'échangeur du captage atmosphérique 28 peut être un échangeur statique (donc totalement silencieux et discret d'apparence) ou bien un échangeur à circulation forcée, pourvu
10 d'un ventilateur. Il n'est pas nécessaire de prévoir une pompe de circulation spécifique au circuit de captage atmosphérique 28, dans la mesure où ce dernier ne sera en principe utilisé qu'en série avec le captage de l'énergie du sous-sol 24, et seulement dans certaines circonstances, par exemple une configuration permettant le refroidissement de l'habitation
15 avec en même temps la production d'eau chaude, le tout avec excès de chaleur.

Le fluide caloporteur peut être également envoyé par le boîtier 10 vers un circuit de captage d'énergie solaire 30 comprenant un capteur solaire orienté de manière appropriée. L'eau chauffée par ce capteur est mise en
20 circulation par une pompe 32 puis passe dans un échangeur 34 couplé au boîtier 10 par une boucle de circulation de fluide caloporteur activée par une pompe 36. Le fluide chauffé par le capteur solaire pourra être utilisé dans les circuits de restitution de chaleur ainsi que, si nécessaire ou souhaité, dans le réseau des tubes de captage de l'énergie du sous-sol, si
25 l'on souhaite utiliser ce dernier comme "réservoir temporaire" pour accumuler l'énergie solaire captée en excès de manière à la restituer ensuite. Ce mode de fonctionnement peut être notamment choisi pour assurer une mise hors gel de l'habitation, ou contribuer à une économie d'énergie supplémentaire en relevant la température de la source froide utilisée par la
30 pompe à chaleur, accroissant d'autant les performances de cette dernière avec corrélativement une réduction de la consommation électrique.

Circuits de restitution de chaleur

On va maintenant décrire les circuits de restitution de chaleur qu'il est
35 possible de coupler au boîtier 10 par les diverses entrées/sorties 20.

Le *premier type de circuit* est un circuit de production d'eau chaude comprenant, dans l'exemple illustré, deux échangeurs 38, 40 alimentés en fluide caloporteur par une pompe de circulation 42.

5 L'échangeur 38 assure le préchauffage de l'eau chaude sanitaire stockée dans un ballon d'eau chaude 44. Au cas où ce préchauffage serait insuffisant, une résistance électrique incorporée au ballon 44 assure le complément de chauffage. L'autre échangeur 40 est utilisé pour le chauffage de l'eau d'une piscine 46 ou autre équipement analogue (bain bouillonnant, etc.) dont l'eau est amenée à l'échangeur 40 par une pompe de circulation 48.

10 Un *deuxième type de circuit* de restitution de chaleur de l'installation illustrée figure 1 est destiné au chauffage ou au rafraîchissement d'un local 50. Il est constitué de ventilo-convecteurs 52 comprenant un échangeur et un système permettant de diffuser de l'air chaud ou bien froid dans le local par de l'air pulsé traversant cet échangeur, selon la fonction sélectionnée (chauffage ou rafraîchissement). Le fluide caloporteur traversant l'échangeur est mis en circulation par une pompe 54 alimentant les divers ventilo-convecteurs 52 de l'installation.

15 Dans le cas d'un chauffage, l'énergie thermique pourra provenir soit du capteur solaire 30 soit du côté chaud H du cœur de pompe à chaleur 12. Dans le cas d'un rafraîchissement, le fluide caloporteur à basse température pourra venir du côté froid C du cœur de pompe à chaleur 12 et/ou du sous-sol, à partir du circuit de captage 24. Ce dernier cas correspond au principe de rafraîchissement dénommé *free cooling* ou encore "climatisation canadienne" ou "climatisation provençale", technique qui consiste à rafraîchir l'air d'un local par circulation dans le sous-sol, qui notamment en été reste à une température très inférieure à la température ambiante.

25 On a également illustré un *troisième type de circuit* de restitution de chaleur, constitué d'un plancher chauffant 56 ou de radiateurs basse température dans lesquels le fluide caloporteur est mis en circulation au moyen d'une pompe 58.

30 La chaleur diffusée dans le local 50 par le plancher chauffant 56 ou les radiateurs basse température pourra provenir du côté chaud H du cœur de pompe à chaleur 12, ou directement du captage solaire 30, ou encore

35

du captage en sous-sol 24, par exemple dans ce dernier cas pour assurer une simple mise hors gel de l'installation.

Structure interne du boîtier répartiteur

- 5 Les figures 2 et 3 présentent, pour deux modes de réalisation différents, la configuration des différents organes internes du boîtier 10.
- La figure 2 correspond à un boîtier permettant de coupler la pompe à chaleur à deux circuits de restitution et un circuit de captage, tandis que la figure 3 correspond à un boîtier plus complet, permettant de coupler la
- 10 pompe à chaleur à trois circuits de captage et trois circuits de restitution, (comme dans l'installation décrite ci-dessus en référence à la figure 1).
- Sur ces figures, on utilisera pour les différents circuits les dénominations suivantes :
- côté H (*hot*) : côté raccordé à l'échangeur de chaleur côté chaud de la
 - 15 pompe à chaleur 12 par les entrées/sorties 14 ;
 - côté C (*cold*) : côté raccordé à l'échangeur de chaleur côté froid de la pompe à chaleur 12 par les entrées/sorties 16 ;
 - circuit G (*ground*) : circuit de captage de l'énergie thermique du sous-sol (circuit 24 sur la figure 1) ;
 - 20 – circuit A : circuit de captage de l'énergie thermique atmosphérique (circuit 28 sur la figure 1) ;
 - circuit S : circuit de captage de l'énergie thermique solaire (circuit 30 sur la figure 1) ;
 - circuit W (*water*) : circuit de production d'eau chaude, incluant l'eau
 - 25 chaude sanitaire et/ou le réchauffage d'eau ;
 - circuit B (*blowers*) : circuit de chauffage/rafraîchissement par ventilo-convecteurs ;
 - circuit F (*floor*) : circuit de chauffage par le sol ou par radiateurs à basse température ;
 - 30 – circuit B/F : circuit utilisable indifféremment en tant que circuit B ou circuit F.

Le boîtier répartiteur de l'invention est constitué d'une série de tubes tels que 60, en matière plastique ou en métal, interconnectés entre eux soit par des dérivationes fixes telles que 62, soit par des vannes d'arrêt (vannes

35 à deux voies "tout ou rien") telles que 101 ... 110 (figure 2) ou 201 ... 216

(figure 3). Les vannes peuvent être avantageusement des vannes métalliques à boisseau sphérique commandées électriquement avec renvoi d'information sur leur position, ou tout autre type de vanne, y compris même des vannes manuelles en matière plastique dans une version simplifiée du boîtier de l'invention.

5 Le réseau de tubes interconnectés débouche sur des raccords tels que 64 destinés à être connectés d'une part à la pompe à chaleur (entrées/sorties 14 et 16), d'autre part aux circuits de captage (entrées/sorties 18) et de restitution (entrées/sorties 20). Les flèches telles que 66 reliant les points
10 de raccordement 64 indiquent le sens de circulation du fluide à l'extérieur du boîtier de répartition de l'invention, dans les échangeurs de la pompe à chaleur ou dans les divers circuits de captage ou de restitution.

On notera que, du fait que le fluide caloporteur peut emprunter dans le boîtier des circuits différents, il est indispensable que le même fluide soit
15 choisi pour tous les circuits de captage et de restitution de chaleur.

Le pilotage des vannes est avantageusement automatisé par un programmeur approprié permettant de commander collectivement les différentes vannes de manière à sélectionner de façon modifiable divers schémas combinatoires de distribution de fluide entre les entrées/sorties
20 14, 16, 18 et 20.

Le programme de pilotage prendra en compte les conditions d'utilisation, les capacités du cœur de pompe à chaleur, les besoins de l'utilisateur, les conditions extérieures (température, ensoleillement), etc. On notera que les besoins côté restitution de chaleur peuvent être très variables selon le
25 climat, la localisation de l'immeuble, les préférences de l'usager, ... Les très faibles coûts de production industrielle en grande série du boîtier de l'invention permettent d'envisager la production de boîtiers correspondant à des usages différents, chacun correspondant à la mise en marche d'un certain nombre de circuits de circulation parmi tous ceux qui sont théoriquement possibles et que l'on décrira plus bas.
30

Schémas combinatoires de distribution du fluide caloporteur

On va maintenant décrire, en référence aux figures 4 à 10, les différents schémas combinatoires de distribution de fluide qu'il est possible de réaliser avec la configuration particulière de tubes 60, de dérivations 62 et de
35

vannes 101 ... 110 du premier mode de réalisation illustré figure 2. ce mode de réalisation correspond à un boîtier simplifié, ne mettant en œuvre ni captage atmosphérique ni captage solaire, et ne prévoyant pas de circuits séparés de restitution ventilo-convecteurs/chauffage par le sol (c'est-à-dire que l'on pourra utiliser l'un ou l'autre de ces modes de restitu-
5 tion, mais pas les deux simultanément).

Cette simplification permet de réduire le nombre total de vannes à dix vannes 101 ... 110, de simplifier corrélativement le pilotage de ces diverses vannes, et de proposer ainsi un boîtier de moindre coût permettant
10 néanmoins de répondre à une très grande majorité des besoins usuels.

Figure 4 : ouverture des vannes 105, 108 et 110 ; mise en service de la pompe 26 du circuit G ; arrêt du compresseur de la pompe à chaleur.

Cette configuration correspond à un fonctionnement minimal de
15 l'installation, en régime de mise hors gel ou de free cooling. La pompe à chaleur étant arrêtée, la seule énergie consommée est celle de la pompe de circulation 26.

Figure 5 : ouverture des vannes 101, 109 et 110 ; mise en service des pompes 26 et 42 des circuits G et W, respectivement ; comp-
20 presseur de la pompe à chaleur en marche.

Cette configuration correspond à la production d'eau chaude (circuit W) par le côté chaud (H) de la pompe à chaleur, le cap- tage de chaleur dans le sol (circuit G) étant relié au côté froid (C) de la pompe à chaleur.

Figure 6 : ouverture des vannes 101, 104, 106, 109 et 110 ; mise en ser-
25 vice des pompes 26, 42, 54 (ou 58) des circuits G, W et B (ou F), respectivement ; compresseur de la pompe à chaleur en marche.

Cette configuration correspond à la production d'eau chaude
30 (circuit W) et au chauffage (circuit B/F) par le côté chaud H du compresseur. Le captage de chaleur du sous-sol (circuit G) est relié au côté froid (C) de la pompe à chaleur.

Figure 7 : ouverture des vannes 101, 107 et 108 ; mise en service des
35 pompes 42 et 54 des circuits W et B/F, respectivement ; compresseur de la pompe à chaleur en marche.

Cette configuration correspond à un rafraîchissement de l'air par ventilo-convecteurs (circuit B/F) à partir du côté froid (C) de la pompe à chaleur, avec simultanément production d'eau chaude (circuit W) par le côté chaud (H) de la pompe à chaleur, le bilan thermique ne présentant ni excès de froid ni excès de chaud.

5

Figure 8 : ouverture des vannes 102, 103, 107, 108 ; mise en service des pompes 26, 42 et 54 des circuits G, W et B/F, respectivement ; compresseur de la pompe à chaleur en marche.

10

Cette configuration correspond aux mêmes fonctions que celles de la figure 7, mais dans une situation où le bilan thermique fait apparaître un excès de chaleur, qui est alors envoyé au captage en sous-sol.

Figure 9 : ouverture des vannes 101, 105, 108, et 110 ; mise en service des pompes 26, 42 et 54 des circuits G, W et B/F, respectivement ; compresseur de la pompe à chaleur en marche.

15

Cette configuration correspond aux mêmes fonctions que celles de la figure 7, mais dans une situation où le bilan thermique fait apparaître un excès de froid, qui est alors envoyé au captage en sous-sol.

20

Dans le cas du boîtier à seize vannes de la figure 3, celui-ci peut être piloté de façon analogue par commande sélective des diverses vannes 201 ... 216 pour assurer les fonctions suivantes :

- a) mise hors gel ou *free cooling* : ouverture des vannes 203, 205, 211, 212 et 214 ; activation des pompes des circuits F et G ; compresseur arrêté ;
- b) chauffage des circuits W, B, F et G par le captage solaire S : ouverture des vannes 201, 202, 203, 204, 207, 212 et 214 ; activation des pompes des circuits W, B, F, S et G ; compresseur arrêté ;
- c) chauffage du circuit W par le captage solaire S, avec parallèlement *free cooling* (circuit F) par le captage en sous-sol (circuit G) : ouverture des vannes 203, 205, 206, 211, 212 et 214 ; activation des pompes des circuits W, F, S et G ; compresseur arrêté ;
- d) chauffage des circuits W, B et F par le côté chaud H de la pompe, couplage du côté froid C au circuit G : ouverture des vannes 201,

35

- 202, 203, 204, 208, 211, 214, 215 ; activation des pompes des circuits W, B, F et G ; compresseur en marche ;
- 5 e) chauffage du circuit W par le côté chaud H, avec parallèlement rafraîchissement du circuit B par le côté froid C, sans excès de chaleur ni de froid : ouverture des vannes 202, 205, 208 et 210 ; activation des pompes des circuits W et B ; compresseur en marche ;
- f) comme e), avec excès de froid envoyé au sous-sol (circuit G) : activation des vannes 202, 205, 208, 211, 212 et 214 ; activation des pompes des circuits W, B et G ; compresseur en marche ;
- 10 g) comme e), avec excès de chaleur envoyé au captage atmosphérique (circuit A) puis au sous-sol (circuit G) : ouverture des vannes 202, 205, 209, 210, 213 et 216 ; activation des pompes des circuits W, B et G ; compresseur en marche.
-

REVENDEICATIONS

1. Une installation de chauffage/climatisation à fluide caloporteur comportant un boîtier répartiteur de fluide caloporteur, ce boîtier (10) comportant :
- une première (14) et une deuxième (16) entrée/sortie de fluide caloporteur ;
 - 5 – au moins une troisième entrée/sortie (18) de fluide caloporteur, apte à être reliée à un circuit correspondant (24, 28, 30) de captage de chaleur ;
 - au moins une quatrième entrée/sortie (20) de fluide caloporteur, apte à être reliée à un circuit correspondant (38, 40, 52, 56) de restitution de
 - 10 chaleur ;
 - des moyens répartiteurs, aptes à interconnecter sélectivement, selon différents schémas combinatoires de distribution de fluide prédéterminés : la première entrée/sortie (14) à au moins l'une des troisième et quatrième entrées/sorties (18, 20), et la deuxième entrée/sortie (16) à
 - 15 au moins l'une des troisième et quatrième entrées/sorties (18, 20), ces moyens répartiteurs comprenant un réseau de conduites d'interconnexion (60) reliées entre elles et aux entrées/sorties et pourvues chacune d'une vanne d'arrêt (101-110 ; 201, 216) commandable individuellement ; et
 - 20 – des moyens de pilotage (22), pour commander collectivement les différentes vannes d'arrêt du boîtier de manière à sélectionner de façon modifiable l'un desdits schémas combinatoires,
- installation caractérisée en ce que :
- elle comprend une pompe à chaleur (12) de type eau/eau, avec un
 - 25 échangeur de chaleur côté chaud (H) et un échangeur de chaleur côté froid (C) dans lesquels circule ledit fluide caloporteur, ce fluide caloporteur étant commun à l'échangeur de chaleur côté chaud de la pompe à chaleur, à l'échangeur de chaleur côté froid de la pompe à chaleur, au circuit de captage de chaleur et au circuit de restitution de chaleur ; et
 - 30 – le boîtier répartiteur est relié à l'échangeur de chaleur côté chaud (H) par la première entrée/sortie (14) de fluide caloporteur, et à l'échangeur de chaleur côté froid (C) par la deuxième entrée/sortie (16) de fluide caloporteur.

2. L'installation de la revendication 1, dans laquelle lesdits schémas combinatoires de distribution de fluide prédéterminés sont des schémas définissant des modes de fonctionnement appartenant au groupe formé par :
- rafraîchissement naturel ou mise hors gel,
 - 5 · production d'eau chaude par l'échangeur côté chaud de la pompe à chaleur, avec captage de chaleur par l'échangeur côté froid de la pompe à chaleur ;
 - production d'eau chaude et chauffage par l'échangeur côté chaud de la pompe à chaleur, avec captage de chaleur par l'échangeur côté froid de la pompe à chaleur ;
 - 10 · production d'eau chaude par l'échangeur côté chaud de la pompe à chaleur et climatisation par l'échangeur côté froid de la pompe à chaleur ;
 - production d'eau chaude par l'échangeur côté chaud de la pompe à chaleur et climatisation par l'échangeur côté froid de la pompe à chaleur avec transfert au circuit de captage de chaleur de l'excès de chaleur produite ;
 - 15 · production d'eau chaude par l'échangeur côté chaud de la pompe à chaleur et climatisation par l'échangeur côté froid de la pompe à chaleur avec transfert au circuit de captage de chaleur de l'excès de chaleur cédée.
 - 20
3. L'installation de la revendication 1, dans laquelle le boîtier répartiteur (10) comprend un coffret clos logeant les moyens répartiteurs et dont les dimensions sont au plus égales à 30 x 55 x 70 cm hors moyens de pilotage, ou 55 x 55 x 70 cm moyens de pilotage inclus.
- 25
4. L'installation de la revendication 1, dans laquelle le boîtier répartiteur (10) comprend un coffret clos logeant les moyens répartiteurs et rempli d'un matériau isolant thermique de calorifugeage des conduites et des vannes.
- 30
5. L'installation de la revendication 1, dans laquelle le nombre total des dites vannes d'arrêt est égal au nombre total d'entrées et de sorties desdi-

tes première, deuxième, troisième et quatrième entrées/sorties de fluide caloporteur.

5 6. L'installation de la revendication 5, dans laquelle le boîtier répartiteur (10) comprend une unique troisième entrée/sortie de fluide (G), deux quatrièmes entrées/sorties (W, B/F), et dix vannes d'arrêt (101-110).

10 7. L'installation de la revendication 5, dans laquelle le boîtier répartiteur (10) comprend trois troisièmes entrées/sorties de fluide (G, A, S), trois quatrièmes entrées/sorties (W, B, F), et seize vannes d'arrêt (201-216).

8. L'installation de la revendication 1, dans laquelle les moyens répartiteurs ne comportent aucune vanne de distribution multivoie.

15 9. L'installation de la revendication 1, dans laquelle les vannes d'arrêt sont des vannes de type tout-ou-rien à commande électrique.

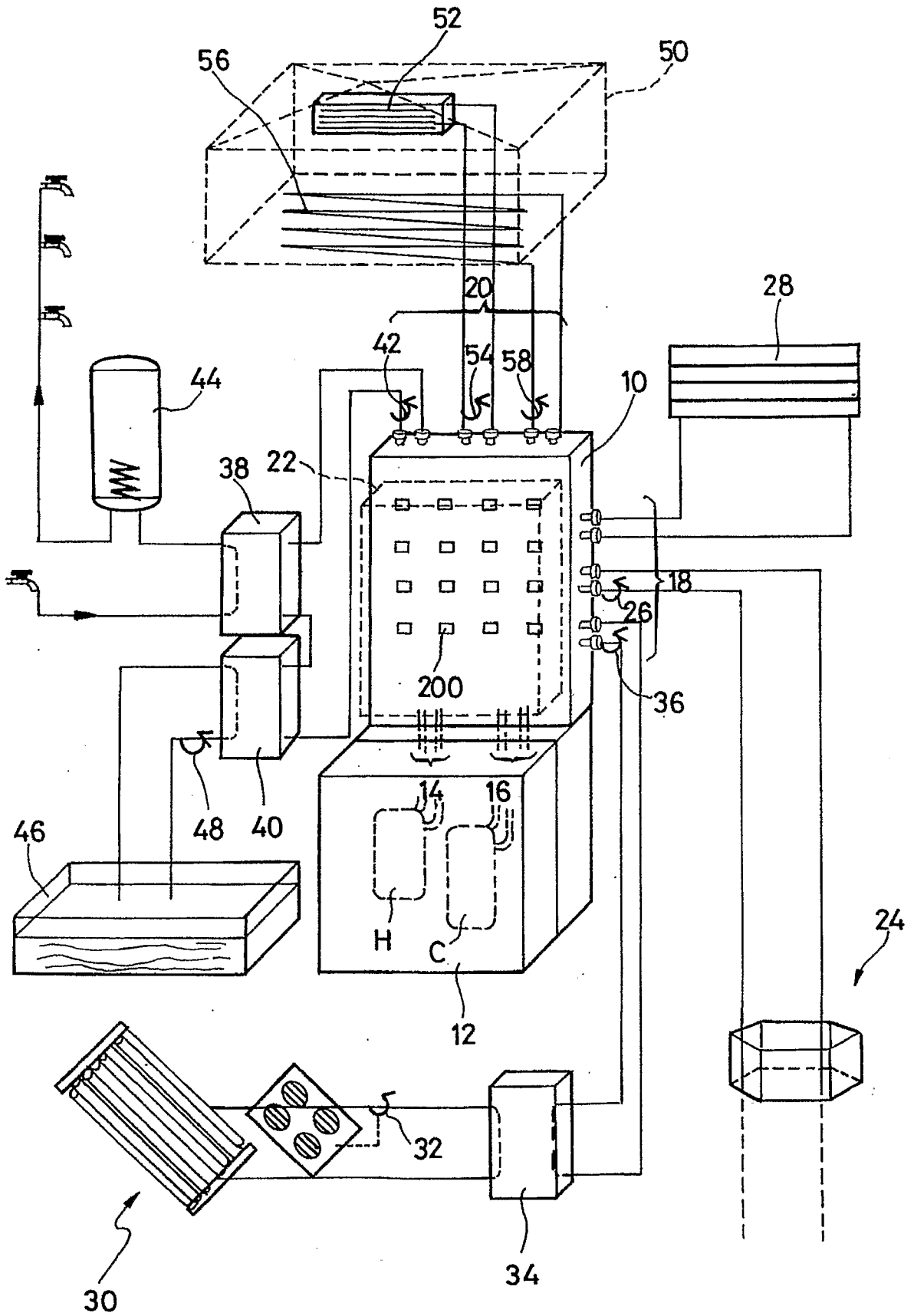
20 10. L'installation de la revendication 1, dans laquelle le(s)dit(s) circuit(s) de captage de chaleur appartient(en)t au groupe formé par : les circuits de captage de l'énergie thermique du sous-sol (G), les circuits de captage de l'énergie thermique atmosphérique (A), et les circuits de captage de l'énergie solaire (S).

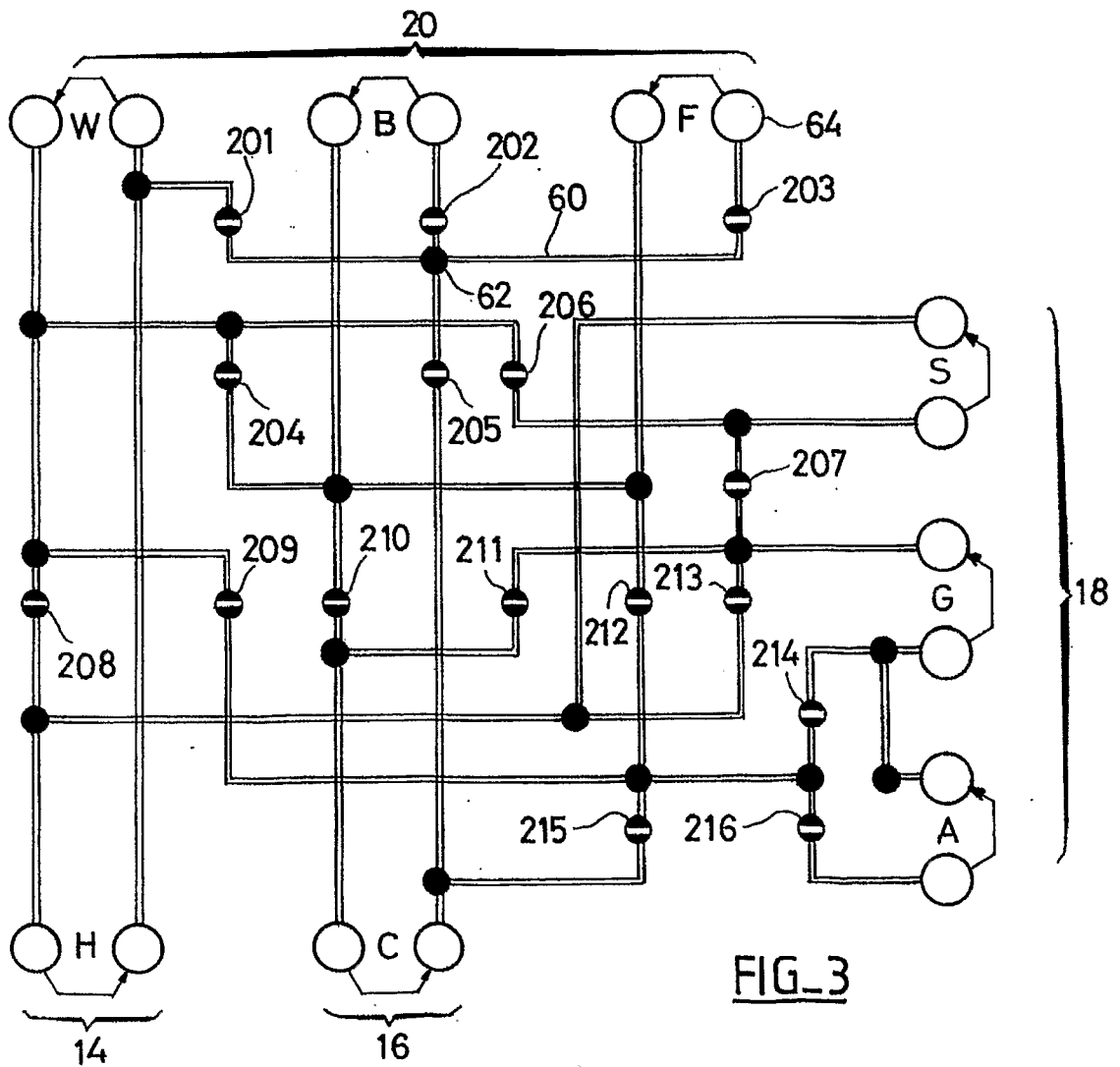
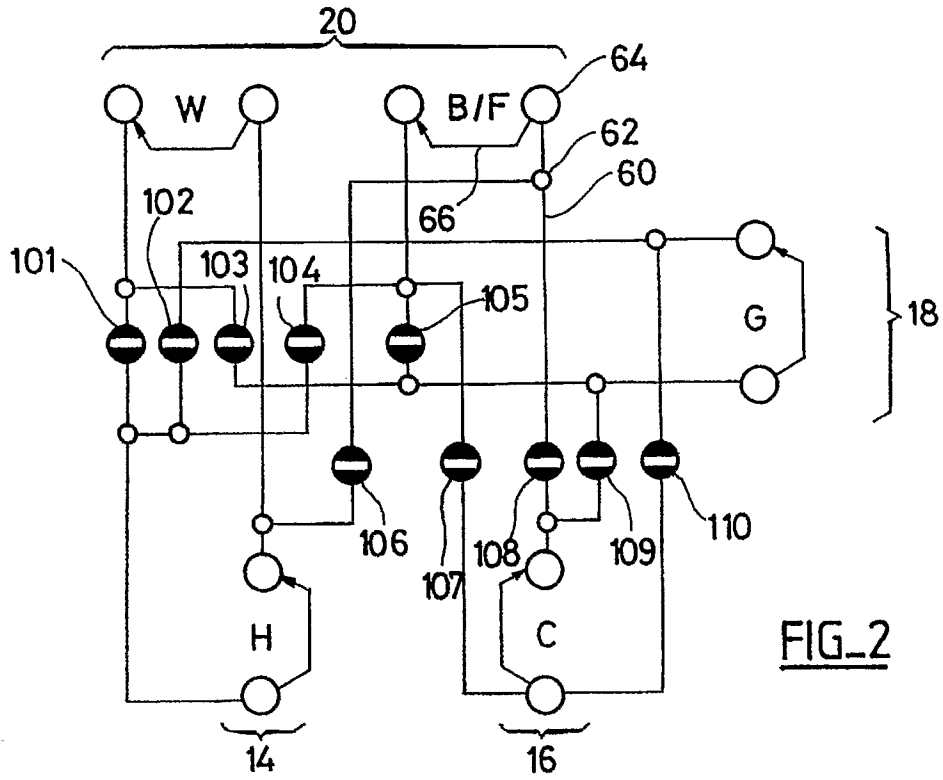
25 11. L'installation de la revendication 1, dans laquelle le(s)dit(s) circuit(s) de restitution de chaleur appartient(en)t au groupe formé par : les circuits de chauffage/climatisation à ventilo-convecteurs (B), les circuits de chauffage à radiateurs haute température (B), les circuits de chauffage/rafraîchissement à basse température (F), les circuits de production d'eau chaude (W), et les circuits de préchauffage d'eau (W).

30 12. L'installation de la revendication 1, dans laquelle les moyens répartiteurs sont aptes à sélectionner, pour un mode de fonctionnement donné, un circuit de captage de chaleur parmi plusieurs desdits circuits (G, A, S).

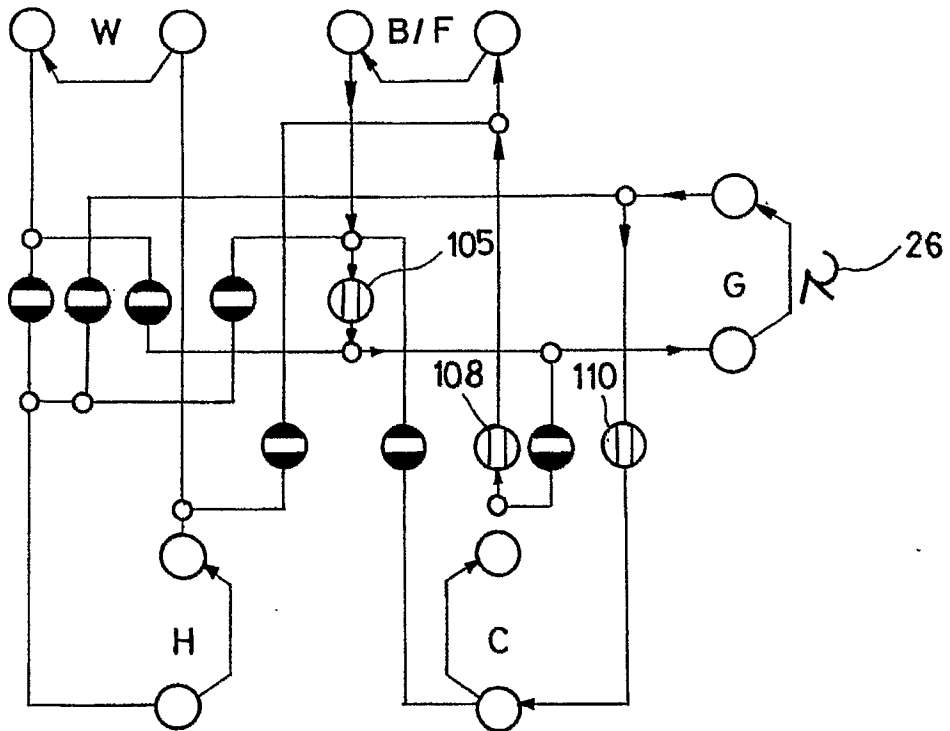
13. L'installation de la revendication 1, comprenant en outre au moins une pompe (26, 36, 42, 54, 58) de circulation du fluide associée à l'un des circuits de captage ou de restitution de fluide, et dans laquelle les moyens de pilotage sont également aptes à commander ladite pompe de circulation en fonction du mode de fonctionnement sélectionné.,
5
14. L'installation de la revendication 13, dans laquelle les liaisons entre la première entrée/sortie de fluide (14) et l'échangeur de chaleur côté chaud (H) de la pompe à chaleur, et entre la deuxième entrée/sortie de fluide
10 (16) et l'échangeur de chaleur côté froid (C) de la pompe à chaleur sont des liaisons directes dépourvues de pompe de circulation.
15. L'installation de la revendication 13, dans laquelle les moyens de pilotage sont également aptes à commander, en fonction du mode de fonctionnement sélectionné, l'enclenchement ou l'arrêt du compresseur de la
15 pompe à chaleur (12).
-

FIG_1

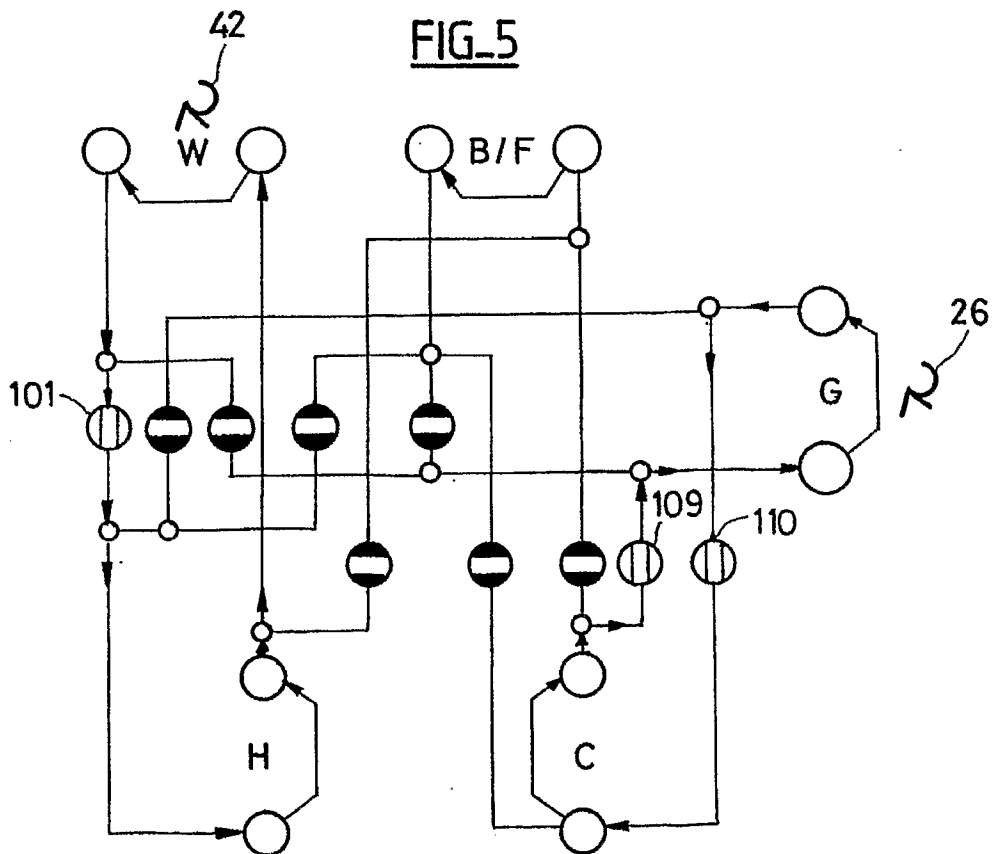


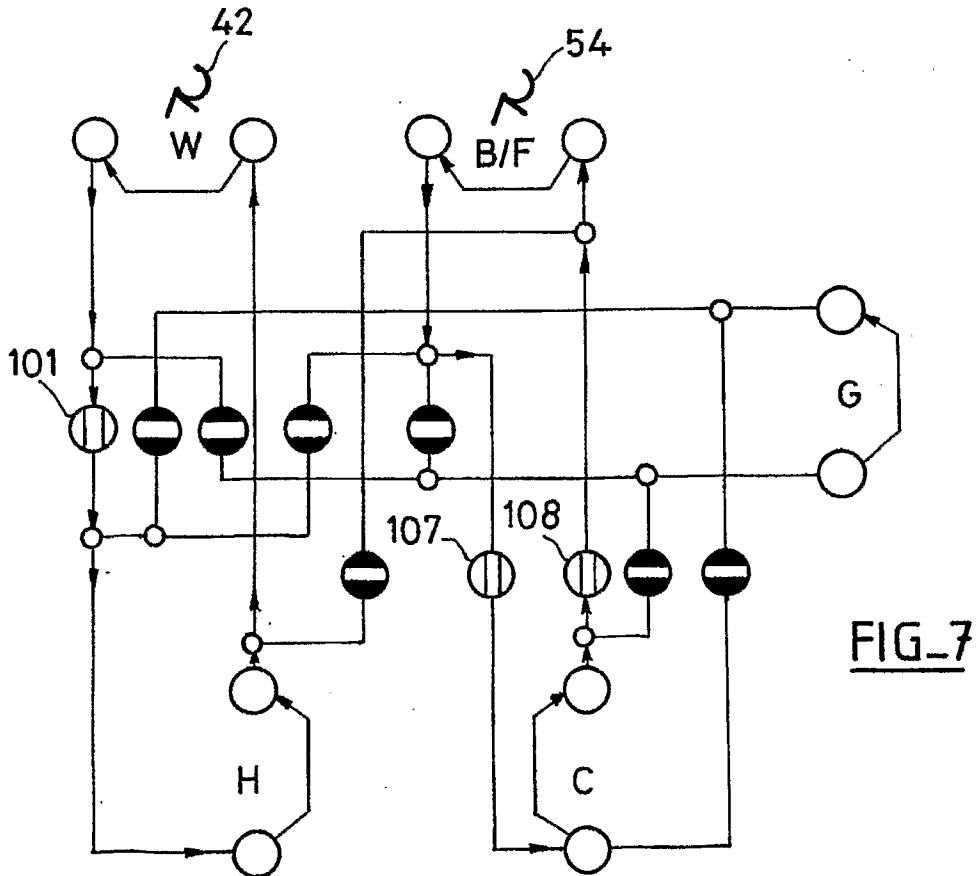
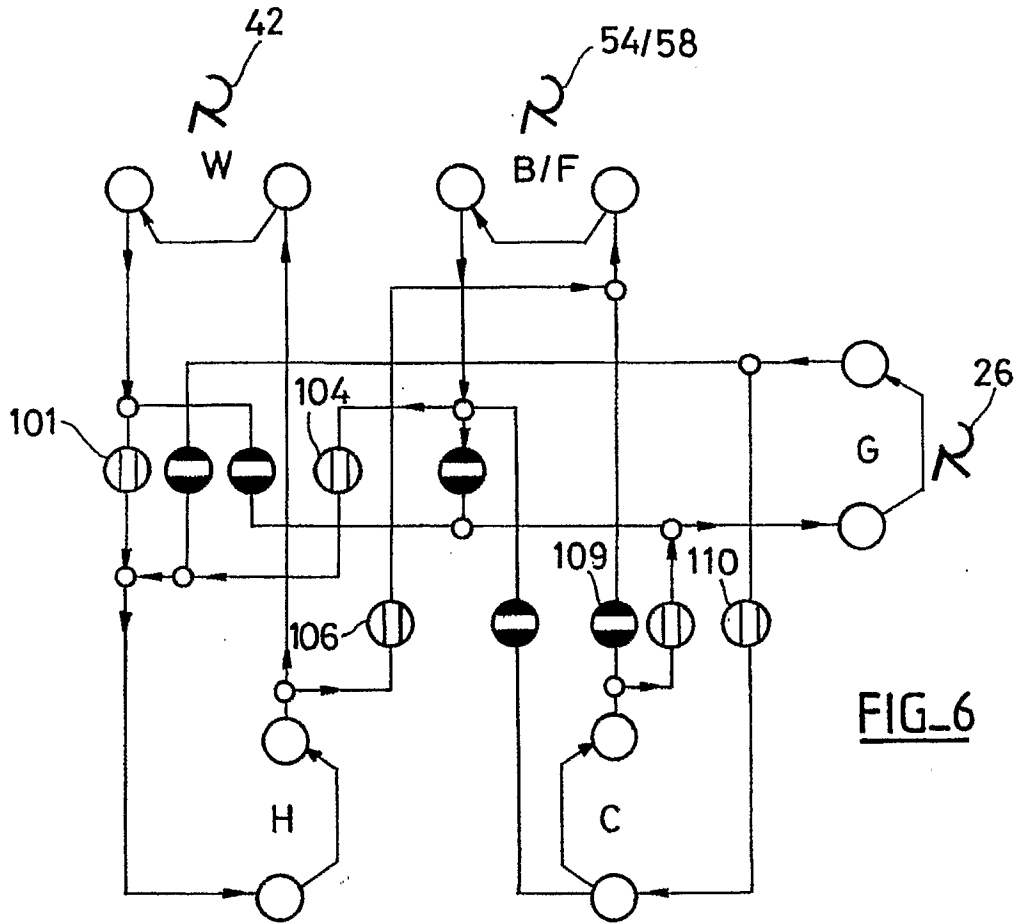


FIG_4



FIG_5





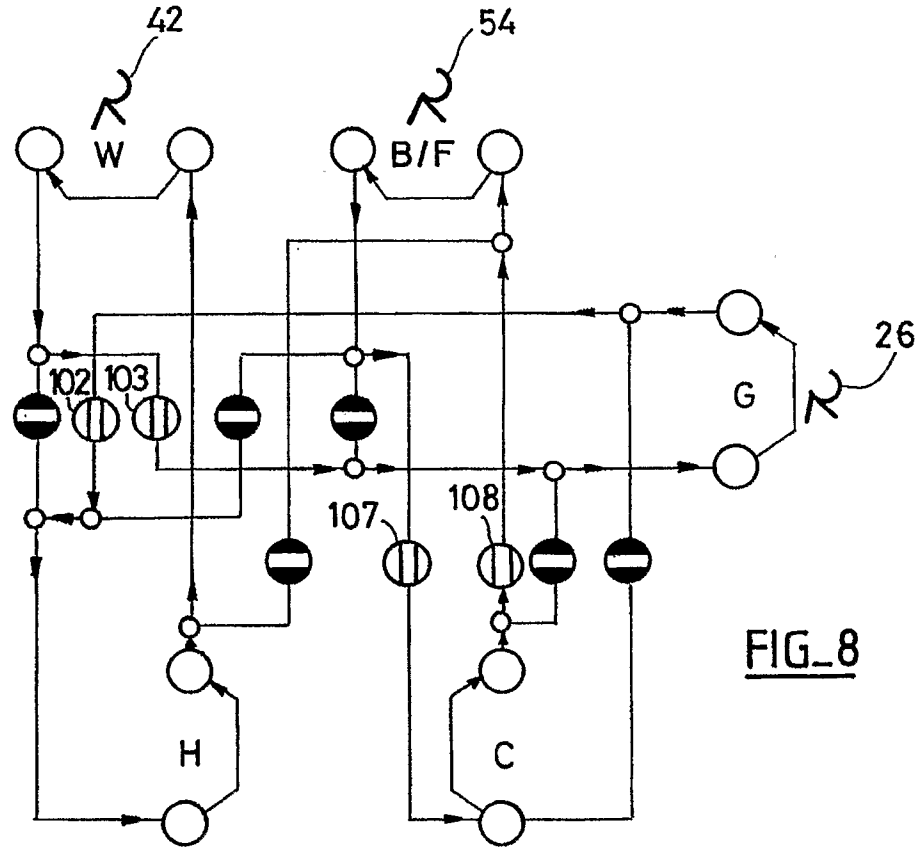


FIG. 8

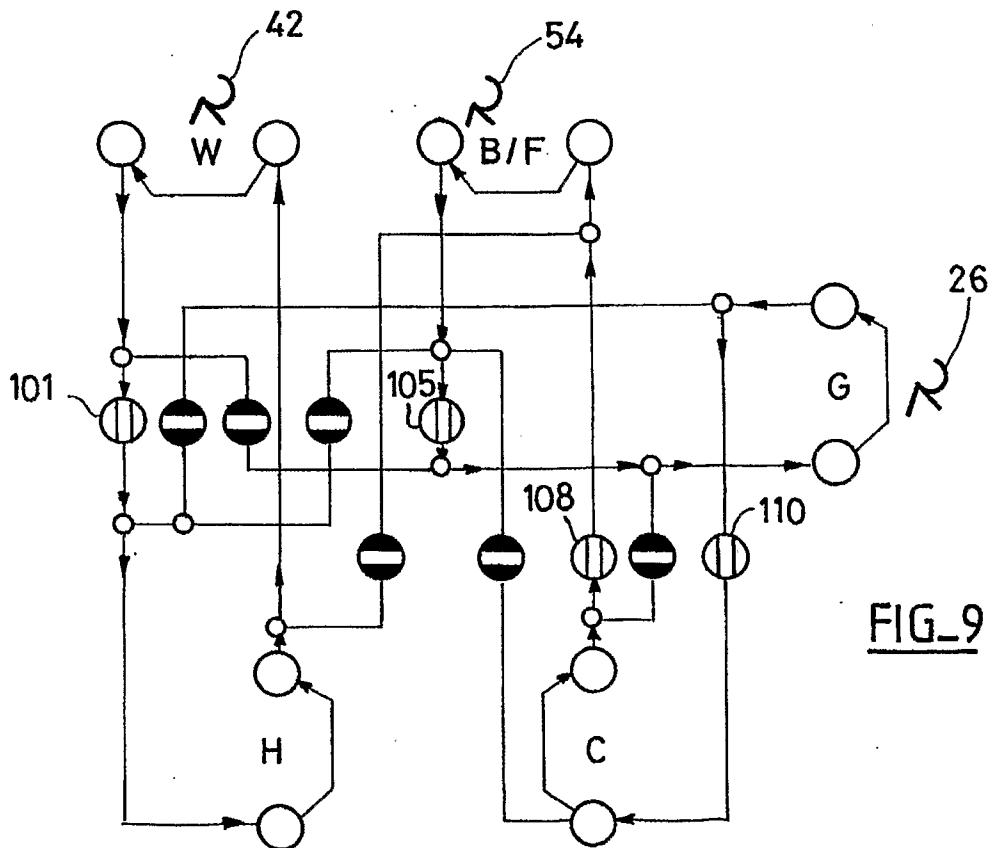


FIG. 9