

19 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

11 N° de publication :

2 948 898

(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

21 N° d'enregistrement national :

09 55566

51 Int Cl⁸ : B 60 H 1/00 (2006.01), B 60 K 6/20, B 60 W 20/00

12

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22 Date de dépôt : 07.08.09.

30 Priorité :

43 Date de mise à la disposition du public de la demande : 11.02.11 Bulletin 11/06.

56 Liste des documents cités dans le rapport de recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du présent fascicule*

60 Références à d'autres documents nationaux apparentés :

71 Demandeur(s) : RENAULT S.A.S. — FR.

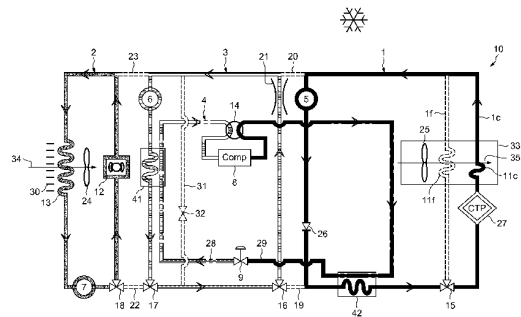
72 Inventeur(s) : OLIVIER GERARD, CLAEYS JEAN PHILIPPE et YU ROBERT.

73 Titulaire(s) : RENAULT S.A.S..

74 Mandataire(s) : BUREAU D.A. CASALONGA & JOSSE.

54 SYSTEME DE REGULATION THERMIQUE GLOBALE POUR VEHICULE AUTOMOBILE A PROPULSION ELECTRIQUE.

57 Un système (10) de régulation thermique de l'habitacle (33) et des organes électriques d'un véhicule automobile propulsé totalement ou partiellement par un moteur électrique alimenté par une batterie, comprend un circuit (3) de fluide de régulation thermique couplé à un moyen de chauffage (27) et/ou à un moyen de refroidissement (4) le rendant apte à emmagasiner des calories ou des frigories lorsque le système (10) est branché sur un réseau électrique extérieur au véhicule. Ce circuit de fluide est apte à céder des calories et/ou des frigories à l'air de l'habitacle (33), de manière alternée, soit au travers d'un échangeur thermique (11c, 11f) entre le circuit et l'air de l'habitacle, soit par l'intermédiaire d'un circuit climatique (4) formant pompe à chaleur et/ou système de climatisation.



FR 2 948 898 - A1



B09/0925FR - AxC /JK/EVH

Société par Actions Simplifiée dite : **RENAULT s.a.s.**

Systeme de régulation thermique globale pour véhicule automobile à propulsion électrique.

Invention de : **OLIVIER Gérard**
CLAEYS Jean-Philippe
YU Robert

Système de régulation thermique globale pour véhicule automobile à propulsion électrique.

La présente invention concerne un dispositif de régulation thermique de l'habitacle d'un véhicule automobile, notamment de type électrique ou hybride.

Comme pour les véhicules automobiles à moteur thermique, les véhicules automobiles électriques ou hybrides doivent intégrer un système de conditionnement en température de l'air de l'habitacle. Ces systèmes de conditionnement permettent d'assurer le confort des passagers ainsi que des fonctions supplémentaires telles que le désembuage et le dégivrage des surfaces vitrées. Les véhicules à propulsion électrique doivent aussi intégrer des systèmes de régulation en température, qui régulent la température des accessoires tels que chargeurs, calculateurs et composants électroniques, et la température du moteur électrique (qui doit rester aux environs de 20°C lorsqu'il est sollicité, et ne pas dépasser 50°C) et la température de la batterie (qui risquerait autrement de monter à des températures élevées lors de cycles de recharge rapide, alors que sa plage de fonctionnement se trouve par exemple entre -10°C et 35°C).

Le fonctionnement des systèmes de conditionnement de véhicules thermiques utilise une quantité d'énergie importante "fatalement dissipée" sous forme de chaleur, et qui n'est disponible dans les véhicules électriques, ou même hybrides, dans la mesure où dans ces derniers, le moteur thermique peut être arrêté sur des durées importantes.

Les solutions actuelles, mises en œuvre dans les véhicules à moteur thermique, conduiraient à utiliser des éléments résistifs à coefficient de température positif (ou CTP, qui sont des résistances autorégulées évitant les risques de surchauffe) ou à utiliser un brûleur de carburant pour produire de l'énergie thermique, et un système de climatisation conventionnel pour produire de l'air frais dans l'habitacle. Cependant, un brûleur de carburant présente les inconvénients d'être polluant, bruyant et de nécessiter un remplissage

en carburant, tandis que les éléments CTP ou les systèmes de climatisation conventionnels sont consommateurs d'électricité. De plus, les systèmes de chauffage/refroidissement sont dissociés et ne fonctionnent qu'une partie de l'année, ce qui implique un coût important et une modification du comportement conducteur, que ce soit en hiver (avec le remplissage en combustible de chauffage éventuel) ou l'été (avec la diminution de l'autonomie du véhicule due à la consommation électrique du système de climatisation).

Il existe actuellement des dispositifs de régulation de la température de l'habitacle permettant d'assurer les fonctions de chauffage et de climatisation, tels que ceux décrits par exemple dans les documents EP 1 302 731 ou bien encore FR 2 850 060. Cependant, ces systèmes restent consommateurs d'énergie, et diminuent donc l'autonomie du véhicule.

La demande de brevet FR 2 709 097 propose un dispositif de régulation incluant un accumulateur d'énergie sous forme de chaleur massique, qui peut fonctionner soit en accumulateur de chaleur, soit en accumulateur de frigories. Cet accumulateur est préchauffé ou pré-refroidi en utilisant l'énergie d'un réseau électrique extérieur au véhicule en même temps que l'on charge la batterie, par exemple en utilisant la chaleur dégagée par la batterie pour le préchauffage. Cependant, la configuration du système permet d'utiliser l'accumulateur uniquement pour conditionner la température de l'air de l'habitacle, et dans la mesure où la température de l'accumulateur présente une différence de température suffisante avec l'habitacle pour assurer les échanges thermiques escomptés.

L'invention a pour but de remédier à ces inconvénients en améliorant la régulation thermique de l'habitacle d'un véhicule automobile, notamment en terme de consommation d'énergie, afin de préserver l'autonomie du véhicule. Un autre but de l'invention est d'assurer le contrôle en température des organes électriques de manière à augmenter leur rendement et leur durée de vie.

L'invention a pour objet un système de régulation thermique de l'habitacle et des organes électriques d'un véhicule automobile,

propulsé totalement ou partiellement par un moteur électrique alimenté par une batterie, le système comprenant un circuit de fluide de régulation thermique couplé à un moyen de chauffage et/ou à un moyen de refroidissement le rendant apte à emmagasiner des calories ou des frigories lorsque le système est branché sur un réseau électrique extérieur au véhicule. Le circuit de fluide est apte à céder des calories et/ou des frigories à l'air de l'habitacle, de manière alternée soit au travers d'un échangeur thermique entre le circuit et l'air de l'habitacle, soit par l'intermédiaire d'un circuit climatique formant pompe à chaleur et/ou système de climatisation.

De manière préférentielle, le système comprend :

-un premier circuit autonome de fluide de régulation thermique de l'habitacle, alimenté par une première pompe et traversant un premier échangeur thermique permettant de conditionner en température un flux d'air entrant dans l'habitacle, ou permettant de conditionner en température la batterie,

-un deuxième circuit autonome de fluide de régulation thermique du moteur, alimenté par une deuxième pompe, traversant un radiateur d'échange thermique avec l'air extérieur au véhicule, et traversant un deuxième échangeur thermique de conditionnement en température du moteur,

-un troisième circuit de fluide de stockage thermique, qui peut être alternativement connecté au premier circuit et/ou être connecté à l'échangeur thermique de conditionnement en température du moteur, et qui peut à d'autres moments constituer une boucle autonome séparée de circulation de fluide,

- un circuit climatique formant pompe à chaleur et/ou système de climatisation, apte à prélever par un premier condenseur-évaporateur des calories ou frigories sur le troisième circuit de fluide, et à céder ces calories/frigories par un deuxième condenseur-évaporateur au premier circuit de fluide,

- au moins un élément de chauffage électrique relié soit au premier circuit de fluide, soit au troisième circuit de fluide, et permettant d'élever de plusieurs dizaines de degrés Celsius la

température du troisième circuit, ou la température des deux circuits connectés entre eux.

Avantageusement, le système comporte au moins trois vannes trois voies ou trois dispositifs équivalents, permettant notamment
5 d'interrompre les échanges de fluide entre le premier circuit et le troisième circuit, et permettant en même temps d'obtenir alternativement les configurations suivantes, consistant à :

-soit établir une circulation de fluide entre l'échangeur thermique de conditionnement en température du moteur, le premier
10 condenseur-évaporateur, et le troisième circuit de fluide,

- soit établir une circulation de fluide entre le radiateur d'échange thermique avec l'air extérieur au véhicule et le premier condenseur-évaporateur, la circulation de fluide de ces deux éléments étant alors isolée du troisième circuit de fluide,

- soit établir une circulation de fluide entre le radiateur d'échange thermique avec l'air extérieur au véhicule, l'échangeur thermique de conditionnement en température du moteur et le premier condenseur-évaporateur, la circulation de fluide de ces trois éléments étant alors isolée du troisième circuit de fluide.

20 Selon une variante de réalisation préférée, les vannes permettent également d'interrompre ou de rétablir la circulation de fluide entre le deuxième et le troisième circuit.

Le troisième circuit peut comprendre une vanne et une canalisation de by-pass permettant d'exclure le premier condenseur-évaporateur de ce circuit, ou peut comprendre plusieurs vannes et
25 plusieurs canalisations de by-pass permettant d'exclure au choix un ou plusieurs condenseurs-évaporateurs de ce circuit.

De manière avantageuse, le système peut comporter un capteur de température d'air extérieur, un capteur thermique disposé au niveau
30 du premier circuit de fluide ou dans l'habitacle du véhicule, un capteur thermique disposé au niveau du deuxième circuit de fluide ou au niveau du moteur, et un capteur thermique disposé au niveau du troisième circuit de fluide.

Préférentiellement, le volume du fluide compris dans le troisième circuit est supérieur au volume de fluide compris dans le premier circuit et au volume de fluide compris dans le deuxième circuit.

5 Le troisième circuit de fluide peut comporter un échangeur thermique avec un moyen d'accumulation thermique tel qu'un accumulateur thermique à transformation de phase.

Selon un autre aspect, l'invention a pour objet un procédé de régulation thermique de l'habitacle et des organes électriques d'un véhicule automobile propulsé totalement ou partiellement par un moteur électrique alimenté par une batterie. Le procédé est mis en œuvre au moyen d'un dispositif comprenant un circuit de canalisations de fluide de régulation thermique, couplé à un moyen de chauffage et/ou à un moyen de refroidissement. Le procédé comprend les étapes consistant à :

15 - emmagasiner des calories ou des frigories dans le circuit de fluide lorsque le véhicule est branché sur un réseau électrique extérieur au véhicule, notamment en vue de recharger sa batterie,
- fournir ensuite des calories (respectivement, des frigories) à l'air de l'habitacle à partir du circuit de fluide, dans un premier temps au travers d'un échangeur thermique entre le circuit et l'air de l'habitacle, puis par l'intermédiaire d'un circuit climatique formant pompe à chaleur et/ou système de climatisation.

20 De manière préférentielle, pour mettre en œuvre le procédé, le véhicule est équipé de :

-un premier circuit autonome de fluide de régulation thermique de l'habitacle, alimenté par une première pompe et traversant un premier échangeur thermique permettant de conditionner en température un flux d'air entrant dans l'habitacle, ou permettant de conditionner en température la batterie,

30 -un deuxième circuit autonome de fluide de régulation thermique du moteur, alimenté par une deuxième pompe, traversant un radiateur d'échange thermique avec l'air extérieur au véhicule, et

traversant un deuxième échangeur thermique de conditionnement en température du moteur,

5 -un troisième circuit de fluide de stockage thermique, qui peut être alternativement connecté au premier circuit et/ou être connecté à l'échangeur thermique de conditionnement en température du moteur, et qui peut à d'autres moments constituer une boucle autonome séparée de circulation de fluide,

10 - un circuit climatique formant pompe à chaleur et/ou système de climatisation, apte à prélever par un premier condenseur-évaporateur des calories/frigories sur le troisième circuit de fluide, et à céder ces calories/frigories par un deuxième condenseur-évaporateur au premier circuit de fluide;

Et le procédé comprend les étapes suivantes :

15 -avant le démarrage du véhicule, on utilise l'énergie d'un réseau électrique externe au véhicule pour accumuler, à l'aide de l'élément de chauffage ou à l'aide du circuit climatique, des calories (respectivement, des frigories) dans le troisième circuit de fluide de stockage thermique, éventuellement relié au premier circuit, en élevant (respectivement, en abaissant) la température de ce circuit par rapport
20 à la température de l'air extérieur au véhicule,

-après le démarrage du véhicule, on inactive le circuit climatique, on relie le troisième circuit au premier circuit et/ou à l'échangeur thermique de conditionnement en température du moteur, et on utilise les calories (respectivement, les frigories) emmagasinées
25 dans le troisième circuit de fluide pour conditionner en température l'habitacle plus, éventuellement, le moteur et/ou la batterie,

-quand la température du fluide du troisième circuit franchit un écart minimum de différence avec la température de l'air de l'habitacle, on découple la circulation de fluide entre le premier circuit et le troisième circuit, et on fait fonctionner la pompe à chaleur ou le
30 système de climatisation d'abord entre le premier circuit ou l'habitacle et le troisième circuit, puis entre le premier circuit ou l'habitacle et au moins une partie du deuxième circuit, la circulation de fluide des canalisations propres au troisième circuit étant alors désactivée.

Selon un mode de mise en œuvre préféré, on compare entre elles la température de l'air extérieur, une température au niveau de l'échangeur thermique du moteur, une température dans l'habitacle du véhicule, et une température du troisième circuit de fluide, pour
5 décider les modalités de connexion des premier, deuxième et troisième circuit de fluide, et pour décider du mode de fonctionnement ou de l'absence de fonctionnement du circuit climatique.

D'autres buts, avantages et caractéristiques de l'invention apparaîtront à l'examen de la description détaillée de quelques modes
10 de réalisation donnés à titre d'exemples non limitatifs et illustrés par les figures annexées sur lesquelles :

- la figure 1 illustre un système de régulation thermique suivant l'invention, dans un premier mode de fonctionnement d'hiver ;
- 15 - la figure 2 illustre le système de régulation thermique de la figure 1, dans un second mode de fonctionnement d'hiver ;
- la figure 3 illustre le système de régulation thermique de la figure 1, dans un troisième mode de fonctionnement d'hiver ;
- 20 - la figure 4 illustre le système de régulation thermique de la figure 1, dans un quatrième mode de fonctionnement d'hiver ;
- la figure 5 illustre le système de régulation thermique de la figure 1, dans un cinquième mode de fonctionnement d'hiver ;
- 25 - la figure 6 illustre le système de régulation thermique de la figure 1, dans un premier mode de fonctionnement d'été ;
- 30 - la figure 7 illustre le système de régulation thermique de la figure 1, dans un second mode de fonctionnement d'été ;

- la figure 8 illustre le système de régulation thermique de la figure 1, dans un troisième mode de fonctionnement d'été ;
- 5 - la figure 9 illustre le système de régulation thermique de la figure 1, dans un quatrième mode de fonctionnement d'été ;
- la figure 10 illustre le système de régulation thermique de la figure 1, dans un cinquième mode de fonctionnement d'été ;
- 10 - la figure 11 illustre un autre système de régulation thermique selon l'invention, dans un premier mode de fonctionnement d'hiver ;
- la figure 12 illustre le système de régulation thermique de la figure 11, dans un second mode de fonctionnement d'hiver ;
- 15 - la figure 13 illustre le système de régulation thermique de la figure 11, dans un troisième mode de fonctionnement d'hiver ;
- la figure 14 illustre le système de régulation thermique de la figure 11, dans un quatrième mode de fonctionnement d'hiver ;
- 20 - la figure 15 illustre le système de régulation thermique de la figure 11, dans un cinquième mode de fonctionnement d'hiver ;
- 25 - la figure 16 illustre le système de régulation thermique de la figure 11, dans un premier mode de fonctionnement d'été ;
- la figure 17 illustre le système de régulation thermique de la figure 11, dans un second mode de fonctionnement d'été ;
- 30 - la figure 18 illustre le système de régulation thermique de la figure 11, dans un troisième mode de fonctionnement d'été ;

- la figure 19 illustre le système de régulation thermique de la figure 11, dans un quatrième mode de fonctionnement d'été ;
- 5 - la figure 20 illustre un troisième système de régulation thermique suivant l'invention, dans un de ses modes de fonctionnement d'hiver ; et
- la figure 21 illustre le système de régulation thermique de la figure 20, dans un de ses modes de fonctionnement d'été.

10 Sur les figures 1 à 21, le pictogramme "flocon de neige" (respectivement "soleil") à côté du n° de la figure rappelle que le mode de fonctionnement représenté est un mode de fonctionnement d'hiver (respectivement, un mode de fonctionnement d'été).

15 Tel qu'illustré sur la figure 3, un système de régulation thermique suivant l'invention comprend un circuit climatique 4 et trois circuits autonomes de fluide 1, 2, et 3 parcourus tous trois par un même liquide caloporteur, par exemple de l'eau glycolée. Le circuit climatique 4 comprend deux demi-boucles 28 et 29 de canalisations parcourues par un fluide frigorigène, par exemple un dérivé fluoré
20 et/ou chloré du méthane ou de l'éthane (fréon), un hydrocarbure, l'ammoniaque, le dioxyde de carbone, etc.

Par convention, sur les figures 1 à 21, des portions de canalisations représentées en fond blanc schématisent des canalisations où la circulation de fluide est interrompue.

25 Par convention, sur les figures 1 à 21, des portions de canalisations aptes à transporter un même type de fluide (soit fluide frigorigène, soit liquide caloporteur), dont la largeur est en fond noir ou est hachurée (les hachures pouvant être des pointillés) schématisent des canalisations où un fluide circule. Le fond noir, ou chaque type de
30 hachures, symbolisent alors chacun une température de fluide différente. Deux canalisations transportant deux fluides de nature différente, et représentées avec le même fond noir, ou avec le même type de hachures, ne sont cependant pas nécessairement à la même température.

Les demi-boucles 28 et 29 sont reliées d'un côté par un détendeur 9, et de l'autre côté par un compresseur 8, auquel elles sont connectées par une vanne d'inversion 14. La demi-boucle 28 traverse un premier condenseur-évaporateur 41. La demi-boucle 29 traverse un second condenseur évaporateur 42. Les flèches le long du circuit 4 indiquent le sens de circulation du fluide frigorigène. Le fluide frigorigène traverse le compresseur toujours dans le même sens, soit de la gauche vers la droite sur l'illustration de la figure 3. En fonction de la position de la vanne d'inversion 14, le fluide frigorigène peut parcourir le circuit 4 dans le sens horaire ou dans le sens anti-horaire.

De manière classique, le fluide frigorigène se vaporise après avoir traversé le détendeur 9, en prélevant de la chaleur sur le condenseur-évaporateur qu'il traverse alors, ici le condenseur-évaporateur 41, qui fait office de source froide vis-à-vis du fluide caloporteur que l'on cherche à refroidir. Le compresseur 8 aspire le fluide vaporisé et le refoule vers le condenseur-évaporateur de l'autre demi-boucle où il se condense en cédant de la chaleur, ici le condenseur évaporateur 42, qui fait office de source chaude vis-à-vis du fluide caloporteur que l'on cherche à réchauffer.

Le compresseur 8 peut être entraîné par le moteur électrique du véhicule, ou bien être muni de son propre moteur électrique, ou bien être un compresseur hybride, ou bien être un compresseur entraîné par un moteur thermique du véhicule.

Le premier circuit autonome de fluide 1 comprend une pompe 5 qui envoie le fluide au travers d'un clapet antiretour 26 vers un condenseur-évaporateur 42. Après avoir traversé le condenseur-évaporateur 42, le liquide caloporteur passe par une vanne trois voies 15 soit vers une branche de chauffage 1c, soit vers une branche de refroidissement 1f. Les branches 1c et 1f se rejoignent ensuite pour ramener le liquide caloporteur vers la pompe 5. Les flèches disposées le long des canalisations du circuit 1 indiquent le sens de circulation du liquide caloporteur. Chacune des branches 1c et 1f comportent un échangeur thermique respectivement 11c et 11f, situés tous deux à l'intérieur d'un habitacle 33 du véhicule, et permettant de transférer

des calories, respectivement des frigories, du circuit 1 de liquide caloporteur vers l'air de l'habitacle. Afin d'améliorer les échanges thermiques entre le circuit 1 et l'air de l'habitacle, un ventilateur 25 permet de pulser l'air de l'habitacle au travers des échangeurs thermiques 11c et 11f.

5 L'utilisation de deux échangeurs séparés pour le chauffage et pour le refroidissement permet de limiter les problèmes d'embuage de vitres qui peuvent notamment avoir lieu si on envoie du liquide caloporteur chaud dans un échangeur qui a précédemment servi à refroidir l'habitacle et sur lequel s'est condensée de l'eau.

10 Dans la configuration de la figure 3, le condenseur-évaporateur 42 qui fait office de source chaude pour le circuit climatique 4 transfère des calories au liquide caloporteur qui est ensuite envoyé vers l'échangeur thermique 11c afin de réchauffer l'air de l'habitacle.

15 Un élément de chauffage CTP 27 est disposé sur le trajet du circuit 1 de manière à pouvoir réchauffer le liquide caloporteur de ce circuit en plus ou indépendamment des calories apportées par les condenseurs-évaporateurs 42. Cet élément CTP est inactif sur la figure 3. Il peut, suivant les variantes de réalisation, être remplacé par un autre

20 dispositif de chauffage, par exemple par une pompe à chaleur (non représentée). Le deuxième circuit de régulation thermique 2 comprend une pompe 7 qui envoie le liquide caloporteur au travers d'une vanne trois voies 18 vers un échangeur thermique 12 permettant de conditionner en température un moteur électrique, par exemple un

25 moteur électrique servant à propulser le véhicule, et/ou permettant, suivant d'autres variantes de réalisation, de conditionner en température tout autre composant électrique ou électronique (chargeur, batterie d'accumulateurs, composant électronique de puissance).

30 Le liquide caloporteur est alors dirigé de cet échangeur thermique 12 vers un radiateur 13 comportant un échangeur thermique entre le liquide caloporteur et l'air qui traverse ce radiateur, un ventilateur 24 permettant de pulser l'air au travers du radiateur, et un système de volets 30 permettant de limiter le débit d'air au travers du radiateur et d'améliorer ce faisant l'aérodynamisme du véhicule.

Le troisième circuit de régulation thermique 3 comprend une pompe 6 qui envoie le liquide caloporteur au travers du condenseur-évaporateur 41, par l'intermédiaire duquel le troisième circuit 3 peut échanger des calories ou des frigories avec le circuit climatique 4.

5 Après avoir traversé le condenseur-évaporateur 41, le liquide caloporteur traverse une vanne trois voies 17, puis une vanne trois voies 16, et est réinjecté dans la pompe 6. Une canalisation de dérivation 31, qui peut être ouverte ou fermée au moyen d'une vanne 32, permet d'amener le liquide calorifique directement de l'amont de la pompe 6 à un point situé entre les deux vannes trois voies 16 et 17, sans passer ni par la pompe 6 ni par le condenseur-évaporateur 41.

10 Sur les circuits de régulation 2 et 3, comme sur le circuit de régulation 1, les sens de circulation du liquide caloporteur sont indiqués par les flèches disposées le long des canalisations. Une canalisation 19 est disposée entre la vanne trois voies 16 du circuit 3 et l'amont du condenseur-évaporateur 42 du circuit 1.

15 Ainsi, suivant les configurations de la vanne trois voies 16, le liquide caloporteur arrivant en amont de cette vanne 16 peut se diriger soit directement vers la pompe 6, soit au travers du condenseur-évaporateur 42, de la vanne trois voies 15, de l'un des deux échangeurs thermiques 11c ou 11f, avant de retourner enfin vers la pompe 6, au travers d'une canalisation 20 disposée en aval des branches 1c et 1f du circuit 1, et disposée entre l'amont de la pompe 5 et l'amont de la pompe 6.

20 Une restriction de section 21 peut être disposée sur le circuit 3 entre la vanne trois voies 16 et la canalisation 20, afin d'assurer un équilibrage des débits de fluides entre les différents circuits de fluide caloporteur.

25 Une canalisation 22 est disposée entre la vanne trois voies 17 du circuit 3 et la vanne trois voies 18 du circuit 2. Cette canalisation permet à tout ou partie du liquide caloporteur venant du condenseur-évaporateur 41 de s'écouler vers l'échangeur thermique 12 servant au conditionnement en température du moteur électrique.

30

Une canalisation 23 relie l'aval de l'échangeur thermique 12 du moteur électrique à l'amont de la pompe 6 du circuit 3. Cette canalisation 23 permet à tout ou partie du liquide caloporteur provenant de l'échangeur thermique 12 du moteur de s'écouler au travers de la pompe 6. Dans la configuration décrite à la figure 3, les vannes trois voies 16, 17 et 18 sont positionnées de manière à n'autoriser la circulation de liquide caloporteur ni dans la canalisation 19, ni dans la canalisation 22. Une circulation indépendante de liquide caloporteur s'établit alors pour chacun des circuits 1, 2 et 3, sans passage de liquide caloporteur ou avec un passage minimal de liquide caloporteur dans les canalisations 20 et 23.

En effet, la circulation de fluide dans les canalisations 20 et 23 se faisant entre le circuit 1 et le circuit 3, respectivement entre le circuit 2 et le circuit 3, on tendrait par exemple à augmenter la quantité totale de liquide présente sur le circuit 3, ce qui n'est pas permis par la construction de ce circuit et par l'incompressibilité du liquide.

Dans la configuration de la figure 3, le circuit de régulation thermique 2 fonctionne comme un circuit de refroidissement classique d'un moteur, électrique ou non, la pompe 7 faisant circuler le liquide caloporteur successivement dans l'échangeur thermique 12 de conditionnement du moteur, et dans le radiateur 13 d'échange thermique avec l'air extérieur au moteur. Des calories cédées par le moteur au liquide caloporteur au niveau de l'échangeur 12 peuvent donc ensuite être cédées par le liquide caloporteur à l'air extérieur pulsé par le ventilateur 24, au niveau du radiateur 13. Les volets 30 du radiateur sont ouverts.

Le circuit 1 fonctionne en circuit de chauffage, amenant les calories de deux sources chaudes qui sont le condenseur-évaporateur 42 et éventuellement la résistance CTP 27, à l'échangeur thermique 11c traversé par l'air de l'habitacle 33 pulsé par le ventilateur 25. Sur l'exemple de réalisation de la figure 3, la CTP 27 est inactive. Le liquide caloporteur du circuit 1 est propulsé par la pompe 5.

Le circuit de régulation 3 sert sur la figure 3, de source froide au travers du condenseur-évaporateur 41, des calories étant prélevées par le circuit climatique 4 sur le circuit de régulation 3 pour être ensuite cédées au circuit 1 au niveau du condenseur-évaporateur 42. Le circuit climatique 4 fonctionne donc en pompe à chaleur. Le rendement d'une telle pompe à chaleur est d'autant plus intéressant que la différence de température entre la source froide, c'est-à-dire la température du liquide caloporteur parcourant le circuit 3, et la source chaude, c'est-à-dire la température de liquide caloporteur parcourant le circuit 1, est faible.

Nous allons maintenant décrire, en référence aux figures 1 à 10, différents modes de fonctionnement du système de régulation 10 de la figure 3. On retrouve, sur les figures 1 à 10, des éléments communs à la figure 3, les mêmes éléments portant alors les mêmes références.

Dans le mode de fonctionnement décrit sur la figure 1, le véhicule (non représenté) est branché sur un réseau électrique extérieur (non représenté) en vue de recharger la batterie électrique (non représentée). L'énergie du réseau électrique est également utilisée pour élever la température du liquide caloporteur du circuit 1 au moyen de la résistance CTP 27. Les vannes 16 et 17 sont placées de manière à interconnecter entre eux le circuit 1 et le circuit 3, en isolant ces circuits 1 et 3 du circuit 2. Le liquide caloporteur circule donc dans les circuits 1, 3 et dans les canalisations 19 et 20.

Le circuit climatique 4 est inactif, de même que le circuit 2 et sa pompe 7. La vanne 15 est positionnée de manière à ce que le liquide caloporteur soit envoyé dans l'échangeur thermique 11c et que la circulation du liquide caloporteur soit interrompue dans l'échangeur 11f. La circulation du liquide caloporteur est assurée par les pompes 5 et/ou 6. Les calories produites par la résistance CTP et véhiculées par le liquide caloporteur traversant l'échangeur 11c, permettent d'élever la température de l'habitacle en actionnant le ventilateur 25. Une fois que la température souhaitée de l'habitacle est obtenue, le ventilateur 25 peut être désactivé, et/ou remis en route par intervalles de temps pour maintenir la température de l'habitacle à sa valeur de consigne.

Pendant ce temps, la température du liquide caloporteur contenu dans les circuits 1 et 3 continue à être réchauffée par l'élément CTP par exemple jusqu'à une température déterminée par la température d'ébullition du liquide et/ou par les résistances thermiques des canalisations. Grâce à la chaleur massique élevée du liquide caloporteur et au volume conséquent de liquide contenu dans les circuits 1 et 3, notamment dans le circuit 3, on emmagasine ainsi sous forme de chaleur massique, une quantité d'énergie qui n'aura pas à être prélevée sur la batterie pour chauffer l'habitacle. Le circuit 3 peut être muni d'un réservoir de liquide caloporteur (non représenté), c'est-à-dire un volume de stockage permettant de stocker localement sur une longueur linéaire donnée, l'équivalent de plusieurs longueurs équivalentes de canalisation du circuit. Ce réservoir peut être isolé thermiquement. L'ajout d'un tel réservoir permet d'augmenter la quantité totale de liquide du circuit 3. L'isolation thermique de la surface extérieure du réservoir permet, avec une surface d'isolation réduite, de limiter de manière sensible les pertes thermiques du liquide par unité de volume du liquide. Certaines portions de canalisations du circuit 3, ou des autres circuits de liquide caloporteur, peuvent également être isolées thermiquement.

Une fois que le système de régulation thermique 10 a été préconditionné en température, par exemple suivant le mode de fonctionnement correspondant à la figure 1, le véhicule peut être débranché du réseau électrique extérieur et peut commencer à rouler en plaçant le système de régulation thermique 10 dans la configuration correspondant à la figure 2. Dans cette configuration comme dans la configuration de la figure 3, le circuit de régulation 2 fonctionne comme un circuit autonome, la pompe 7 faisant passer le liquide caloporteur au travers de l'échangeur 12 de conditionnement du moteur électrique, puis au travers du radiateur 13, refroidi par l'air extérieur pulsé par le ventilateur 24 au travers des volets 30 ouverts.

Sur la figure 2, le circuit climatique 4 est désactivé. La vanne trois voies 15 est positionnée de manière à envoyer le liquide caloporteur dans la branche 1c du circuit 1 et au travers de l'échangeur

thermique 11c destiné au chauffage de l'habitacle. La résistance CTP 27 est désactivée. La vanne trois voies 16 est positionnée de manière à autoriser le passage de liquide caloporteur au travers de la canalisation 19, et à interrompre la circulation de liquide caloporteur au travers de la restriction 21. Les circuits de régulation 1 et 3 sont ainsi interconnectés entre eux, la circulation du liquide caloporteur étant assurée par les pompes 5 et 6. On pourrait également envisager de n'assurer la circulation de fluide qu'avec une seule des deux pompes. Le liquide caloporteur contenu dans les circuits 1 et 3 peut ainsi progressivement céder à l'air de l'habitacle, au travers de l'échangeur thermique 11c, l'énergie calorifique emmagasinée. Afin d'exploiter également la chaleur stockée dans la branche du circuit 3 transitant par la restriction 21, on peut, par intervalles de temps déterminés par le système de régulation, faire varier la position de la vanne trois voies 16 afin de permettre la circulation du liquide de cette branche.

Dans cette configuration, la seule énergie électrique consommée pour conditionner la température de l'habitacle 33, est l'énergie nécessaire pour actionner la ou les pompes 5 et 6, plus éventuellement l'énergie électrique nécessaire pour actionner le ventilateur 25.

L'intensité des échanges thermiques avec l'habitacle peut par exemple être régulée en modifiant au moyen des pompes 5 et 6 le débit de liquide caloporteur au travers de l'échangeur 11c, et en modifiant au moyen du ventilateur 25 le débit d'air au travers de ce même échangeur. Ce mode de fonctionnement peut être maintenu tant que la température du liquide caloporteur reste supérieure à la température souhaitée de l'air de l'habitacle, augmentée d'une certaine différence de température nécessaire pour que les échanges thermiques entre le liquide caloporteur et l'air de l'habitacle se fassent à une vitesse satisfaisante, et permettent de compenser les autres pertes thermiques entraînant un refroidissement de l'air de l'habitacle.

Quand la température du liquide calorifique devient trop proche de celle de l'air de l'habitacle, puis quand elle devient légèrement inférieure à cette température de l'air de l'habitacle, le système de

régulation thermique 10 peut être actionné suivant le mode de fonctionnement correspondant à la figure 3.

Dans cette configuration de la figure 3, la résistance CTP 27 reste inactive, et le circuit de régulation 2 continu à fonctionner de manière autonome pour refroidir le moteur électrique au moyen du radiateur 13. Le circuit frigorifique 4 est actif, la vanne d'inversion 14 étant positionnée de manière à ce que le condenseur-évaporateur 41 fonctionne en source froide et le condenseur-évaporateur 42 fonctionne en source chaude. La vanne trois voies 15 est toujours positionnée de manière à envoyer le liquide caloporteur au travers de la branche 1c du circuit 1 et de l'échangeur thermique 11c destiné à chauffer l'habitacle. La vanne trois voies 16 est positionnée de manière à interdire la circulation de liquide caloporteur au travers de la canalisation 19. Les circuits de régulation 1 et 3 fonctionnent donc de manière découplée, c'est-à-dire sans échange de liquide caloporteur entre les deux circuits. La circulation du liquide dans le circuit 1 est assurée par la pompe 5, la circulation du liquide dans le circuit 3 est assurée par la pompe 6.

Le ventilateur 25 peut éventuellement être actionné de manière à augmenter les échanges thermiques entre le liquide caloporteur du circuit 1 et l'air de l'habitacle. Le circuit de climatisation 4 fonctionne ici en pompe à chaleur, prélevant des calories du liquide caloporteur du circuit 3 et les transférant au liquide caloporteur du circuit 1. Comme la température du liquide du circuit 3 reste à ce stade supérieure à celle de l'air extérieur et supérieure à celle du circuit 2, le rendement et la performance de la pompe à chaleur constituée par le circuit 4 restent plus intéressants que ceux d'une pompe à chaleur dont la source froide serait l'air extérieur, ou serait le circuit 2 de refroidissement du moteur électrique. On limite ainsi la consommation électrique nécessaire pour continuer à maintenir l'air de l'habitacle à un niveau satisfaisant. En outre, la pompe à chaleur permet, dans la configuration décrite, d'assurer le chauffage de l'habitacle même pour des températures extérieures très basses, c'est-à-dire des températures où une pompe à chaleur dont la source froide serait l'air extérieur, ou

serait le circuit 2, ne suffirait plus, et où une résistance CTP d'appoint deviendrait alors nécessaire. Or, le rendement d'une résistance CTP est nettement moins intéressant que celui d'une pompe à chaleur. On peut envisager des variantes de réalisation qui comprendraient une CTP
5 (une résistance CTP) sur le circuit 3, cette CTP permettant de ralentir le refroidissement progressif du liquide caloporteur du circuit 3. Une telle CTP sur le circuit 3 peut remplacer la CTP 27 du circuit 1 et être utilisée pour l'étape de préchauffage décrite à la figure 1. On peut également envisager des variantes de réalisation où l'on dispose de
10 deux CTP, la CTP 27 sur le circuit 1 et une seconde CTP sur le circuit 3, ce qui permet de se contenter d'une CTP de moindre puissance pour le maintien en température du circuit 3 dans la configuration de la figure 3.

La figure 4 illustre un mode de fonctionnement d'hiver voisin
15 de celui de la figure 3, et qui peut par exemple être appliqué à la suite de celui-ci. Sur la figure 4, les vannes trois voies 17 et 18 sont positionnées de manière à autoriser la circulation du liquide caloporteur dans les canalisations 22 et 23, et à bloquer la circulation de fluide arrivant du radiateur 13. La pompe 7 est inactive, ainsi que
20 le ventilateur 24. Les volets 30 peuvent éventuellement être fermés pour améliorer l'aérodynamique du véhicule. Les circuits de régulation 1 et 3 continuent à fonctionner comme deux circuits indépendants n'échangeant pas de liquide caloporteur. L'échangeur thermique 12 de conditionnement en température du moteur électrique, est connecté au
25 circuit de régulation 3. Cette configuration est préconisée quand la température du liquide caloporteur du circuit 3 est devenue suffisamment faible pour être à même d'assurer un refroidissement satisfaisant du moteur électrique refroidi par l'échangeur 12. Grâce à
30 cette configuration, les calories récupérées à partir du moteur électrique peuvent être exploitées au moyen du circuit climatique 4. On limite ainsi la différence de température entre la source froide et la source chaude du circuit climatique, et on améliore son rendement.

La figure 5 illustre une autre configuration du système 10 de régulation thermique des figures 1 à 4, que l'on peut par exemple

adopter après être passé par une configuration du type de celle de la figure 3 ou de la figure 4, une fois que la température du liquide caloporteur du circuit 3 est descendue en dessous d'un certain seuil. Dans la configuration de la figure 5, le circuit de régulation 1 continue à fonctionner en circuit autonome comme sur les configurations des figures 3 et 4. La résistance CTP 27 est inactive, le liquide caloporteur transite par l'échangeur thermique 11c, et le ventilateur 25 peut être piloté en vitesse suivant les degrés souhaités d'échanges thermiques entre le liquide caloporteur et l'air de l'habitacle 33. Le circuit climatique 4 continue à fonctionner comme une pompe à chaleur, entre le condenseur-évaporateur 41 faisant office de source froide et le condenseur-évaporateur 42 faisant office de source chaude. Le circuit de régulation 3 est inactivé, c'est-à-dire que les vannes trois voies 16 et 17 sont configurées de manière à n'autoriser le passage de liquide caloporteur que dans la branche du circuit 3 comprenant la pompe 6 et le condenseur-évaporateur 41. Les vannes trois voies 17 et 18 sont configurées de manière à coupler la circulation de cette branche avec la circulation de liquide caloporteur du circuit de régulation 2. Le circuit de régulation 2 comprend alors la pompe 7, l'échangeur thermique 12 de conditionnement du moteur électrique, le radiateur 13, la pompe 6 et le condenseur-évaporateur 41.

On peut éventuellement envisager de n'utiliser que l'une des deux pompes 6 et 7 pour propulser le liquide caloporteur dans ce circuit.

Dans la configuration de la figure 5, comme dans celle de la figure 4, les calories dégagées par le moteur électrique sont utilisées pour améliorer le rendement de la pompe à chaleur qui constitue le circuit climatique 4. Par rapport à la configuration de la figure 4, le volume de liquide caloporteur réchauffé par les calories du moteur électrique est moindre, ce qui permet de réchauffer le liquide caloporteur du circuit 2 à une température plus élevée, que la température que l'on obtiendrait en répartissant les calories du moteur sur un volume de liquide caloporteur correspondant par exemple au volume du circuit 3. La température du circuit 2 doit cependant être

maintenue en dessous d'un niveau maximal, déterminé par la température maximale de fonctionnement du moteur électrique. Quand cette température du circuit devient trop élevée, on peut actionner le ventilateur 24 et ouvrir les volets 30. Si au contraire cette température est suffisamment basse, on peut fermer les volets 30 et désactiver le ventilateur 24, ce qui permet de récupérer un maximum de calories dégagées par le moteur électrique au profit du fonctionnement du circuit climatique 4. On peut en outre, dans ce dernier cas, actionner la vanne trois voies 18 pour interdire la circulation de liquide caloporteur dans le radiateur 13 et dans la pompe 7. Le liquide caloporteur du circuit 2 circule alors uniquement dans les échangeurs 12 et 41, propulsé par la pompe 6.

La figure 6 illustre un mode possible de fonctionnement du système de régulation thermique 10 quand le véhicule est à l'arrêt, branché à un réseau électrique extérieur en vue de recharger sa batterie, et que la température extérieure (par exemple en été) est supérieure à celle que souhaitent les passagers dans l'habitacle. La vanne trois-voies 15 est cette fois positionnée de manière à faire transiter le liquide caloporteur du circuit 1 au travers de la branche 1f et de l'échangeur thermique 11f destiné au rafraîchissement de l'habitacle 33. La vanne trois voies 16 est dans la même configuration que celle de la figure 1, assurant ainsi les couplages entre les circuits de régulation 1 et 3, au travers des canalisations 19 et 20. La vanne 32 du circuit de dérivation 31, qui était fermée sur les figures 1 à 5, est ici ouverte, autorisant l'arrivée de liquide caloporteur arrivant du circuit 1 au travers de la vanne trois voies 16 vers le circuit de dérivation 31. La vanne trois voies 17 est dans la même configuration que sur la figure 5, excluant de ce fait la branche portant la pompe 6 et le condenseur-évaporateur 41 du circuit 3, et couplant au contraire cette branche avec le circuit de régulation 2. La vanne trois voies 18 est positionnée de manière à autoriser la circulation du condenseur-évaporateur 41 vers le radiateur 13 mais empêcher la circulation de liquide caloporteur vers l'échangeur thermique 12 de conditionnement du moteur électrique.

La circulation de liquide caloporteur dans le circuit 2 peut par exemple être assurée par la pompe 6, la pompe 7 étant désactivée. Les volets 30 du radiateur sont ouverts et le ventilateur 24 est actionné de manière à permettre un refroidissement du liquide caloporteur du circuit 1 grâce au flux d'air extérieur traversant le radiateur 13. Le circuit climatique 4 fonctionne en mode climatisation, c'est-à-dire que la vanne d'inversion 14 est positionnée de manière à utiliser le condenseur-évaporateur 42 comme source froide et le condenseur-évaporateur 41 comme source chaude. Le circuit climatique 4 prélève donc des calories sur les circuits couplés 1 et 3 et rejette ces calories sur le circuit 2, dont il élève la température. Le ventilateur 25 peut être actionné dans un premier temps jusqu'à ce que l'air de l'habitacle descende à la température souhaitée par les passagers, puis être coupé, au moins par intervalles de temps, pendant que l'on continue à actionner le circuit climatique 4 jusqu'à descendre la température des deux circuits couplés 1 et 3 à une température minimale autorisée par les risques d'épaississement du liquide caloporteur et/ou la résistance au froid des canalisations. On stocke ainsi une quantité aussi importante que possible de frigories dans le liquide caloporteur circulant dans le circuit 3, et circulant éventuellement dans le réservoir de stockage (non représenté) du circuit 3.

Une fois que cette température minimale est atteinte, on peut continuer à actionner pendant un moment le ventilateur 24 et la pompe 6, afin de ramener la température du circuit 2 à une valeur proche de celle de l'air ambiant. Suite à ces opérations, on a emmagasiné sur les deux boucles 1 et 3 des frigories qui vont pouvoir, lors du roulage du véhicule, être utilisées pour rafraîchir l'habitacle et éventuellement pour rafraîchir les organes électriques, sans prélever d'énergie sur la batterie du véhicule.

La figure 7 décrit un mode de fonctionnement relativement similaire au mode de fonctionnement de la figure 2, c'est-à-dire que le circuit de régulation 2 fonctionne de manière autonome pour refroidir le moteur électrique au moyen de l'échangeur 12, le liquide caloporteur transitant successivement par la pompe 7, l'échangeur

thermique 12 et le radiateur 13, les volets 30 étant ouverts et le ventilateur 24 pouvant être actionné en fonction des besoins de refroidissement du moteur. La vanne trois voies 16 est à nouveau configurée de manière à coupler la circulation de liquide caloporteur des circuits 1 et 3 au travers des canalisations 19 et 20. La vanne trois voies 15 est configurée de manière à envoyer le liquide caloporteur au travers de la branche 1f du circuit 1 et de l'échangeur thermique 11f destiné au refroidissement de l'air de l'habitacle. Le ventilateur 25 peut être activé ou non suivant les besoins de refroidissement de l'air de l'habitacle. La vanne 32 et les vannes trois voies 17 et 18 sont positionnées de manière à exclure la branche comprenant la pompe 6 et le condenseur-évaporateur 41 du circuit 3, et à autoriser au contraire la circulation de liquide caloporteur au travers du circuit de dérivation 31. Il est à noter que l'on peut envisager des variantes de fonctionnement suivant la figure 7, qui autoriseraient le passage du liquide caloporteur dans cette branche comprenant la pompe 7 et le condenseur-évaporateur 41, au lieu de passer par le circuit de dérivation 31. De manière similaire, on peut envisager des variantes de modes de fonctionnement suivant la figure 2, où le liquide caloporteur du circuit 3, au lieu de passer au travers de la pompe 6 et du condenseur-évaporateur 41, passerait par le circuit de dérivation 31. Le circuit climatique 4 est désactivé. Le rafraîchissement de l'air de l'habitacle est assuré au moyen des frigories cédées par le liquide caloporteur des circuits 1 et 3 au travers de l'échangeur thermique 11f, l'intensité de ces échanges thermiques pouvant être régulée d'une part, en modifiant le débit du liquide caloporteur imposé par la pompe 5, et d'autre part, en modulant le débit d'air traversant l'échangeur 11f au moyen du ventilateur 25.

Dans ce mode de fonctionnement, le maintien à température idoine de l'air de l'habitacle ne requiert donc que l'énergie électrique nécessaire à actionner la pompe 5 et le ventilateur 25.

La figure 8 illustre un mode de fonctionnement du système de régulation thermique 10 qui peut être utilisé en été quand la température du liquide caloporteur des circuits 1 et 3 est encore

suffisamment basse pour assurer le refroidissement de l'air de l'habitacle, et que l'air extérieur est à une température trop élevée pour assurer, au moyen du circuit de régulation 2, un refroidissement satisfaisant du moteur électrique (et/ou suivant les variantes, des accessoires du moteur (chargeur, composants électroniques) et/ou de la batterie).

La configuration de la figure 8 diffère de la configuration de la figure 7 en ce que la vanne 32 du circuit de dérivation 31 est fermée, et en ce que les vannes trois voies 17 et 18 sont dans une position autorisant le passage du fluide du circuit 3 dans l'échangeur thermique 12 de conditionnement en température du moteur électrique. Les frigories emmagasinées dans le liquide caloporteur des circuits 1 et 3 sont donc cédées, pour partie au niveau de l'échangeur 11f à l'air de l'habitacle et pour partie, au niveau de l'échangeur 12 au moteur électrique.

La figure 9 illustre un mode de fonctionnement d'été du système de régulation thermique 10, qui est similaire dans ses grandes lignes au mode de fonctionnement d'hiver décrit sur la figure 3. Le circuit de régulation 2 fonctionne comme un circuit autonome, la pompe 7 propulsant le liquide caloporteur au travers de l'échangeur 12 de conditionnement du moteur thermique puis au travers du radiateur 13 traversé par l'air extérieur pulsé par le ventilateur 24. Les vannes trois voies 16 et 17 sont dans une position qui impose une circulation séparée de fluides caloporteurs pour le circuit 1 et pour le circuit 3. Sur le circuit 3, la vanne 32 est fermée. A la différence de la figure 3, la vanne trois voies 15 est dans une position qui impose au liquide caloporteur de transiter dans la branche 1f du circuit 1, et dans l'échangeur 11f, destiné au rafraîchissement de l'air de l'habitacle.

Chacune des pompes 5, 6 et 7 assurent la circulation du liquide caloporteur respectivement dans un des circuits de régulation 1, 3 et 2. La vanne d'inversion 14 est dans la position opposée à celle de la figure 3, de manière à faire fonctionner le condenseur-évaporateur 41 en source chaude du circuit climatique 4 et à faire fonctionner le condenseur-évaporateur 42 en source froide de ce circuit climatique 4.

Le circuit climatique 4 fonctionne donc comme un système de climatisation classique de refroidissement de l'air de l'habitacle, ce circuit de climatisation disposant cependant d'une source chaude à température moins élevée que celle de l'air extérieur, ce qui permet
5 d'améliorer le rendement du circuit et de réduire la consommation électrique.

Ce mode de fonctionnement est intéressant, quand, après avoir emmagasiné des frigories sur les circuits 1 et 3 suivant le mode de fonctionnement de la figure 6, on a progressivement réchauffé le
10 liquide caloporteur des circuits 1 et 3 jusqu'à une température trop proche de celle de l'air de l'habitacle, voire supérieure à celle de l'air de l'habitacle, tout en restant encore plus fraîche que celle de la température de l'air extérieur au véhicule. Le mode de fonctionnement décrit à la figure 9 permet alors d'utiliser le circuit climatique 4
15 comme système de climatisation, avec un rendement plus intéressant que si ce système de climatisation utilisait l'air extérieur comme source chaude.

La figure 10 illustre un autre mode de fonctionnement du système de régulation thermique 10, qui peut être mis en œuvre quand
20 le véhicule circule par une chaude journée d'été, et qu'après avoir utilisé les modes de fonctionnement des figures 6 à 9, la température du liquide caloporteur du circuit 3 est devenu comparable à celle du liquide caloporteur du circuit 2, c'est-à-dire que la température du liquide caloporteur du circuit 3 est encore inférieure à celle de la
25 température de liquide caloporteur du circuit 2, mais que la différence entre ces deux températures est inférieure à un seuil d'écart. Le mode de fonctionnement de la figure 10 est presque identique au mode de fonctionnement d'hiver décrit à la figure 5, à ceci près que la vanne d'inversion 14 est dans la position qui fait circuler le liquide frigorigène du circuit 4 de manière à utiliser le condenseur-
30 évaporateur 41 en source chaude et à utiliser le condenseur-évaporateur 42 en source froide, et en ce que la vanne trois voies 15 est positionnée de manière à envoyer le liquide caloporteur du circuit

1 dans la branche 1f et l'échangeur thermique 11f au lieu d'envoyer ce liquide caloporteur dans la branche 1c.

5 En revanche, par rapport au mode de fonctionnement de la figure 5, où la température que l'on cherchait à imposer au liquide caloporteur du circuit 2 était le résultat d'un compromis entre les exigences de refroidissement du moteur électrique et le rendement du circuit frigorifique 4, dans le cas du mode de fonctionnement de la figure 10, on a avantage à maintenir la température du liquide caloporteur du circuit 2 au niveau le plus frais possible. On laisse donc les volets 30 du radiateur 13 toujours ouverts. On pourra choisir de faire fonctionner ou ne pas faire fonctionner le ventilateur 24, suivant que la consommation électrique engendrée par ce ventilateur est compensée ou non par le gain de rendement obtenu au niveau du circuit climatique 4, et suivant les exigences de refroidissement du moteur électrique.

15 Le circuit de régulation 3 est désactivé, on économise donc l'énergie de la pompe 6 nécessaire à la circulation du liquide caloporteur dans ce circuit.

20 Les figures 11 à 20 illustrent un autre mode de réalisation de l'invention avec un circuit climatique 4 non muni d'une vanne d'inversion. Le liquide frigorigène circule donc toujours dans le même sens à l'intérieur des canalisations de ce circuit climatique. En revanche, ce circuit climatique 4 est muni non pas de deux, mais de quatre échangeurs thermiques 40, 42b, 43 et 41 et est muni de deux détendeurs 9a, 9b, ainsi que de deux canalisations de dérivation 56 et 59. Ces canalisations de dérivation 56 et 59 peuvent être ouvertes ou fermées respectivement au moyen d'une vanne trois voies 45 et 54, permettant au fluide frigorigène de contourner l'un ou l'autre des deux détendeurs 9b, 9a, de manière à pouvoir faire fonctionner au moins deux échangeurs thermiques, ici les échangeurs thermiques 41, 43, alternativement en source froide et en source chaude.

30 Tel qu'illustré sur la figure 13, un système de régulation thermique 10 comprend un circuit climatique 4 muni d'un compresseur 8. Le compresseur 8 envoie le fluide frigorigène d'abord dans une

première portion de circuit 55 traversant un échangeur thermique 42b, un détendeur 9b et une vanne trois voies 45. En fonction de la position de la vanne trois voies 45, le fluide frigorigène traverse d'abord l'échangeur 42b puis le détendeur 9b, ou traverse d'abord l'échangeur 42b puis une canalisation de dérivation 56 contournant le détendeur 9b et aboutissant à la vanne trois voies 45. Le fluide frigorigène traverse ensuite une seconde portion de circuit 57, traversant successivement un échangeur thermique 43 et un échangeur thermique 41, puis une vanne trois voies 54. En fonction de la position de la vanne trois voies 54, le fluide frigorigène peut alors soit retourner directement au compresseur 8 au travers d'une portion de dérivation 59, soit traverser une troisième portion de circuit 58, traversant successivement un détendeur 9a, puis un échangeur thermique 40 avant de retourner au compresseur 8. L'échangeur thermique 40 est disposé dans un habitacle 33 du véhicule afin de permettre des échanges thermiques entre le fluide frigorigène du circuit 4 et l'air de l'habitacle pulsé au travers de l'échangeur 40 au moyen d'un ventilateur 25. L'échangeur thermique 43 est disposé à l'extérieur de l'habitacle 33 du véhicule et est en contact avec l'air extérieur au véhicule, pulsé au travers de cet échangeur par l'avancée du véhicule et/ou pulsé au moyen d'un ventilateur 24. Les échangeurs 41 et 42b sont disposés à l'extérieur de l'habitacle 33, de manière à permettre un échange thermique entre le fluide frigorigène du circuit climatique 4 et un liquide caloporteur circulant dans d'autres canalisations du système de régulation thermique 10. Le système de régulation thermique 10 comprend un ensemble de canalisations interconnectées 1a, 1b, 1c ; 3a, 3b, 3c ; 2a, 2b ; 51a, 51b, 51c ; 52a, 52b, 53a, 53b, 523 dans lesquelles peut circuler un même liquide caloporteur. La canalisation 1a traverse l'habitacle 33, dans lequel elle traverse un échangeur thermique 11c, permettant d'échanger des calories entre le liquide caloporteur circulant dans la canalisation et l'air de l'habitacle pulsé au travers de l'échangeur 11c par le ventilateur 25.

Sur cette canalisation 1a est également disposée une résistance CTP 27 permettant de réchauffer le liquide caloporteur. La résistance

CTP 27 peut se trouver en dehors ou à l'intérieur de l'habitacle 33. La canalisation 1a traverse également l'échangeur thermique 42b permettant d'échanger des calories entre le liquide caloporteur traversant la canalisation 1a et le fluide frigorigène du circuit climatique 4. L'échangeur thermique 42b se trouve en dehors de l'habitacle 33. La canalisation 1b est munie d'une pompe 5, qui envoie le liquide caloporteur au travers d'un échangeur thermique 42a, permettant d'échanger des calories entre le liquide caloporteur traversant la canalisation, et le fluide frigorigène du circuit climatique 4. La canalisation 1b rejoint la canalisation 1a au niveau d'une vanne trois voies 44 située entre les échangeurs 42a et 42b. A leur extrémité opposée à la vanne trois voies 44, les canalisations 1a et 1b sont connectées entre elles et sont connectées à trois autres canalisations 51a, 52a et 53a. La vanne trois voies 44 permet de mettre en relation les extrémités des deux ou trois parmi les canalisations 1a, 1b et 51b. Une canalisation 3a, qui peut être ouverte ou fermée au moyen d'une vanne 32a, relie la canalisation 51b au niveau de son entrée dans la vanne trois voies 44, et l'amont de la pompe 5. La canalisation 51b relie la vanne trois voies 44 et une vanne trois voies 49, cette dernière vanne mettant en relation les extrémités des canalisations 51b, 2b et 3c. La canalisation 2b comporte une pompe 7 apte à propulser le liquide caloporteur de la vanne trois voies 49 vers un radiateur 13 d'échange thermique également situé le long de la canalisation 2b. Le radiateur 13 permet des échanges thermiques entre le liquide caloporteur de la canalisation 2b et l'air extérieur au véhicule pulsé au travers du radiateur 13 par le ventilateur 24. Le radiateur 13 peut être muni de volets orientables 30, permettant de d'éviter l'écoulement de l'air au travers du radiateur, afin d'améliorer l'aérodynamique du véhicule. La canalisation 3c est munie d'une pompe 6 apte à propulser le liquide caloporteur en direction de la vanne trois voies 49. Sur cette canalisation 3c, est disposée une résistance CTP 27a, permettant de réchauffer le liquide caloporteur traversant la canalisation.

En aval de la résistance CTP 27a, la canalisation 3c traverse l'échangeur thermique 41, permettant d'échanger des calories entre le liquide caloporteur traversant la canalisation et le fluide frigorigène du circuit climatique 4. La canalisation 3c est reliée à son extrémité amont par rapport à la pompe 6, au moyen de la canalisation 53a, à la canalisation 1b en amont de la pompe 5. La canalisation 2b est reliée à son extrémité amont par rapport à la pompe 7, au moyen de la canalisation 52a, à l'extrémité de la canalisation 1b en amont de la pompe 5. La canalisation 3b relie l'extrémité amont, par rapport à la pompe 7 de la canalisation 2b, et la canalisation 51b. La circulation de liquide caloporteur dans la canalisation 3b peut être interrompue ou autorisée par une vanne 32b. Les canalisations 52a et 53a sont reliées sensiblement en leur milieu par une canalisation de jonction 60. La canalisation 51a relie, dans l'ordre, l'extrémité aval de la canalisation 2b (par rapport à la pompe 7 et au radiateur 13), l'extrémité de la canalisation 3b opposée à la vanne trois voies 49, l'extrémité de la canalisation 3a opposée à la vanne trois voies 44, et l'extrémité amont, par rapport à la pompe 5, de la canalisation 1b. Sur cette canalisation 51a, peut être disposé un réservoir 50 apte à contenir une quantité de plusieurs litres de liquide caloporteur, de manière à ce que le liquide caloporteur transite par le réservoir 50 lorsqu'il circule dans la canalisation 51a. Avantagement, ce réservoir sera isolé thermiquement sur sa surface extérieure, de manière à éviter les échanges thermiques entre le liquide caloporteur contenu dans le réservoir et l'extérieur du réservoir, et sera disposé au contraire de manière à favoriser les échanges thermiques entre le liquide caloporteur arrivant et partant du réservoir et le liquide caloporteur présent dans le réservoir.

La canalisation 2a est connectée à la canalisation 52a entre la portion de dérivation 60 et l'amont de la pompe 5. Cette canalisation 2a traverse un échangeur thermique 12, permettant de conditionner en température un moteur électrique, et rejoint, à son extrémité opposée à la canalisation 52a, une vanne trois voies 47. La canalisation 1c est connectée à la canalisation 53a entre la section de dérivation 60 et

l'amont de la pompe 5. A son autre extrémité, la canalisation 1c rejoint une vanne trois voies 46. La canalisation 1c traverse un échangeur thermique 11f, permettant de conditionner en température une batterie d'alimentation électrique du véhicule. La canalisation 51c
5 relie la vanne trois voies 44 et la vanne trois voies 46. La canalisation 53b relie la vanne trois voies 44 et la vanne trois voies 47. Une vanne trois voies 48 est reliée par une première voie à la canalisation 3c, entre l'échangeur thermique 41 et la vanne trois voies 49. Cette vanne trois voies 48 est reliée au niveau d'une deuxième voie, au travers de
10 la canalisation 52b, à la canalisation 2b, entre la pompe 7 et la vanne trois voies 49. Cette vanne trois voies 48 est en outre connectée au niveau de sa troisième voie, simultanément à une entrée de la vanne trois voies 46 et à une entrée de la vanne trois voies 47.

La figure 11 illustre un mode de fonctionnement du système de
15 régulation thermique de la figure 13, qui peut être mis en œuvre quand le véhicule est connecté à un réseau électrique extérieur en vue de recharger sa batterie, et que la température extérieure est plus faible que celle souhaitée dans l'habitacle, par exemple en hiver. Dans cette configuration, le circuit climatique 4 est activé, les vannes trois voies
20 45 et 54 étant positionnées de manière à ne pas envoyer de fluide frigorigène dans l'échangeur thermique 40, ni au travers du condenseur-évaporateur 42a, ni au travers du détendeur 9a, mais de manière, en revanche, à ce que le fluide frigorigène transite par le détendeur 9b. Dans cette configuration, l'échangeur thermique 43
25 fonctionne en source froide pour le circuit climatique 4 et l'échangeur 42b fonctionne en source chaude pour ce même circuit climatique. Le fluide frigorigène du circuit 4 traverse le compresseur 8, cède ensuite des calories au condenseur-évaporateur 42b en se liquéfiant, traverse le détendeur 9b qui abaisse sa pression en vaporisant le fluide frigorigène qui transite ensuite par le condenseur-évaporateur 43 où il
30 se vaporise en prélevant des calories sur l'air extérieur pulsé par le ventilateur 24, traverse ensuite le condenseur-évaporateur 41 et prélève encore quelques calories supplémentaires sur le liquide caloporteur transitant dans la canalisation 3c, et revient au

compresseur 8 au travers de la vanne trois voies 54. La pompe 7 est inactive. Les vannes 32a et 32b sont fermées. Les vannes trois voies 44, 46, 47, 48, 49 sont positionnées de manière à ce que le liquide caloporteur transite uniquement dans les canalisations 51b, 1b, 51a, 3c et 1a. Le circuit constitué par ces canalisations comprend deux boucles, une première boucle constituée par la branche 1a et par la branche 1b, la circulation de fluide dans cette boucle étant assurée essentiellement par la pompe 5, et une deuxième boucle constituée par les branches 1a, 51a, 3c, 51b, la circulation du liquide caloporteur dans cette boucle étant assurée essentiellement par la pompe 6. On peut envisager de n'utiliser que l'une des deux pompes 5 et 6 pour propulser le liquide dans cette double-boucle. Le liquide caloporteur transitant dans cette double-boucle est réchauffé au niveau du condenseur-évaporateur 42b par les calories prélevées au moyen du circuit climatique 4 sur l'air extérieur au véhicule. Ce liquide caloporteur peut également être réchauffé en faisant fonctionner, parallèlement au circuit pompe à chaleur 4, la résistance CTP 27. En passant au travers de l'échangeur thermique 11c au travers duquel le ventilateur 25 pulse l'air de l'habitacle 33, le liquide caloporteur permet d'élever la température de l'air de l'habitacle au niveau souhaité pour le départ du véhicule. Les calories ainsi prélevées par le circuit climatique 4, fonctionnant en pompe à chaleur, sont accumulées dans le liquide caloporteur transitant par la double-boucle, qui comprend en particulier le volume de liquide caloporteur compris dans le réservoir 50. Après avoir arrêté le ventilateur 25, on peut amener la température du liquide caloporteur jusqu'à une valeur maximale souhaitable déterminée par exemple par la température d'ébullition du liquide caloporteur ou par la résistance et les canalisations. On peut envisager un autre mode de pré-conditionnement du système 10 de régulation thermique lors du rechargement de la batterie en hiver, par exemple en désactivant le circuit climatique 4, et en faisant circuler le liquide caloporteur dans les mêmes canalisations que sur la figure 11, en activant uniquement la résistance CTP 27.

La figure 12 illustre un autre mode de fonctionnement du système de régulation 10 de la figure 13, qui peut être utilisé après le démarrage du véhicule, suite à une étape de pré-conditionnement telle que décrite à la figure 11. Sur la figure 12, le circuit climatique 4 est désactivé. La double-boucle de circulation du liquide caloporteur constituée par les canalisations 1a, 51a, 3b, 51b et 1b continue à être actionnée comme sur la figure 11 par les pompes 5 et 6, le ventilateur 25 étant actionné suivant les besoins de réchauffement de l'air de l'habitacle 33. Les calories stockées dans cette double-boucle et notamment dans le réservoir 50, sont progressivement libérées au moyen de l'échangeur thermique 11c pour réchauffer l'air de l'habitacle 33. Une seconde circulation de liquide caloporteur, indépendante de la circulation dans la double-boucle, est assurée par la pompe 7, qui envoie le liquide caloporteur au travers du radiateur 13, traversé par l'air extérieur au véhicule pulsé par le ventilateur 24, puis au travers des canalisations 1c et 2a, de manière à traverser l'échangeur thermique 11f et l'échangeur thermique 12, refroidissant ainsi simultanément la batterie et le moteur électrique du véhicule. Les vannes trois voies 46, 47, 48 et 49 sont positionnées de manière à rediriger ensuite vers la pompe 7 le liquide caloporteur ayant transité par les échangeurs 11f et 12. Des restrictions de section peuvent par exemple être disposées sur les canalisations 52a et 53a à l'endroit où ces canalisations rejoignent la canalisation 1b, de manière à limiter les risques de fuite de liquide caloporteur du circuit de refroidissement ainsi délimité par les branches 1c, 2a et 2b, dans la double-boucle de stockage délimitée par les branches 1a, 1b et 3c. Si ces restrictions sont correctement calibrées et que les vannes trois voies 46, 47, 48 et 49 sont dans la position adéquate, deux circulations indépendantes s'établissent comme sur la figure 12, d'une part, pour la double-boucle de stockage thermique et d'autre part, pour le circuit de refroidissement.

La figure 13 illustre un mode de fonctionnement du système de régulation 10 des figures 11 et 12, quand, après que le système soit passé par les modes de fonctionnement des figures 11 et 12, la

température du liquide caloporteur de la double-boucle de stockage thermique est descendue en dessous d'une température seuil, cette température ne permettant plus de réchauffer de manière suffisante l'air de l'habitable 33 au travers de l'échangeur thermique 11c. Le mode de fonctionnement de la figure 13 est comparable dans son principe au mode de fonctionnement décrit à la figure 3. Le circuit climatique 4 est activé, et se trouve dans la même configuration que sur la figure 11, c'est-à-dire que le condenseur-évaporateur 42b fonctionne en source chaude et les condenseurs-évaporateurs 43 et 41 fonctionnent en sources froides. Les branches 1c, 2a et 2b continuent à être alimentées de manière indépendante en liquide caloporteur par la pompe 7 au travers du radiateur 13. La vanne 32a est ouverte et les vannes trois voies 44 et 49 sont positionnées de manière à ce qu'une boucle indépendante de circulation de liquide caloporteur s'établisse au travers des canalisations 3c, 51b, 3a et 51a.

Cette boucle, qui comprend le réservoir 50, constitue une boucle de stockage thermique contenant un liquide caloporteur à température plus élevée que la température extérieure mais moins élevée, ou à peine plus élevée, que la température de l'air de l'habitable. Cette boucle de stockage thermique sert de réserve de calories en tant que source froide pour le circuit climatique 4 fonctionnant en pompe à chaleur. On améliore ainsi le rendement du système par rapport à une pompe à chaleur qui utiliserait directement l'air extérieur comme source froide. La vanne trois voies 44 est positionnée de manière à permettre l'établissement d'une circulation indépendante de liquide caloporteur dans les canalisations 1b et 1a, cette circulation étant assurée par la pompe 5. Cette boucle de circulation de liquide caloporteur actionnée par la pompe 5, permet de transférer les calories reçues par le liquide caloporteur au niveau du condenseur-évaporateur 42b à l'air de l'habitable au travers de l'échangeur thermique 11c. La température de cette boucle de circulation reste supérieure à celle de l'air de l'habitable. On notera que dans ce mode de réalisation, le circuit climatique 4 comporte deux sources froides « étagées » c'est-à-dire que le fluide frigorigène

traverse d'abord le condenseur-évaporateur 43 traversé par l'air extérieur, où il se vaporise en partie en prélevant des calories sur cet air extérieur, puis traverse le condenseur-évaporateur 41 où il continue de se vaporiser en prélevant des calories sur le liquide caloporteur du circuit de stockage thermique, dont la circulation est assurée par la pompe 6. Il est possible de retarder le refroidissement de ce circuit de stockage thermique en mettant en action la résistance CTP 27a.

La figure 14 illustre un autre mode de fonctionnement du système de régulation thermique des figures 11 à 13, qui peut être appliqué au lieu du mode de fonctionnement de la figure 13, par exemple quand la température du liquide caloporteur transitant dans le circuit de stockage thermique actionné par la pompe 6, devient suffisamment basse pour assurer un refroidissement suffisant du moteur électrique au moyen de l'échangeur thermique 12. Ce mode de fonctionnement est comparable au mode de fonctionnement décrit à la figure 4 du premier mode de réalisation de l'invention. Sur la figure 14, à la différence de la figure 13, la pompe 7 est inactive. Le circuit climatique 4 est dans la même configuration que sur la figure 13. La vanne trois voies 44 est positionnée de manière à permettre une circulation indépendante, assurée par la pompe 5, d'une boucle de réchauffement de l'air de l'habitacle délimitée par les canalisations 1a et 1b. Les vannes trois voies 47 et 48 sont positionnées de manière à autoriser le passage d'une partie du liquide caloporteur circulant à la pompe 6 dans le circuit de stockage thermique comprenant les canalisations 3a et 3c, dans la branche 2a traversant l'échangeur thermique 12 de conditionnement en température du moteur électrique. On pourrait également envisager de positionner la vanne trois voies 46 de manière à faire également transiter une partie du liquide caloporteur de ce circuit de stockage thermique dans la branche 1c et dans l'échangeur 11f de conditionnement en température de la batterie. Grâce aux calories ainsi récupérées par les échangeurs 11f et/ou 12, on retarde le refroidissement du circuit de stockage thermique et on améliore le rendement du circuit climatique 4 fonctionnant en pompe à chaleur.

La figure 15 illustre un mode de fonctionnement du système de régulation 10 des figures 11 à 14 qui peut être utilisé en hiver après avoir utilisé un ou plusieurs des modes de fonctionnement des figures 11 à 14, et que la température du liquide caloporteur présent dans le réservoir 50 devient inférieure à un certain seuil.

Ce mode de fonctionnement est similaire dans son principe aux modes de fonctionnement décrits à la figure 5, c'est-à-dire que le circuit climatique 4 fonctionne en pompe à chaleur dans la configuration décrite par exemple à la figure 14, la pompe 5 alimente un circuit (ou boucle) de réchauffage de l'air de l'habitacle limité aux canalisations 1a et 1b. La circulation du liquide caloporteur est limitée localement à ce circuit du fait de la position de la vanne trois voies 44. Les vannes trois voies 46, 47, 48 et 49 sont positionnées de manière à exclure le réservoir 50 de la circulation de liquide caloporteur. Les vannes 32a et 32b sont fermées. La position des vannes trois voies 46, 47, 48 et 49 permet l'établissement d'une circulation indépendante du liquide caloporteur dans un circuit de refroidissement comprenant la canalisation 2b passant par le radiateur 13, la canalisation 3c passant par le condenseur-évaporateur 41, la canalisation 2a passant par l'échangeur thermique 12 de conditionnement en température du moteur, et la canalisation 1c passant par l'échangeur thermique 11f de conditionnement en température de la batterie. La circulation du liquide caloporteur peut être assurée par les pompes 6 et 7 ou par une seule de ces deux pompes.

Le circuit climatique 4 fonctionne en pompe à chaleur dont les sources froides sont alimentées d'une part au niveau du condenseur-évaporateur 43 par l'air extérieur au véhicule, et d'autre part au niveau du condenseur-évaporateur 41 par le liquide caloporteur traversant la canalisation 3c. L'avantage de la configuration de la figure 15 par rapport à celle de la figure 14, est que le volume total du liquide caloporteur du circuit incluant le condenseur-évaporateur 41 est plus réduit, ce qui conduit à une moindre « dilution » des calories récupérées sur le moteur électrique et sur la batterie. En fonction de la température de l'air extérieur, on peut laisser ouverts les volets 30 du

radiateur 13 et mettre en marche le ventilateur 24, si la température extérieure est suffisamment élevée pour permettre de récupérer des calories supplémentaires, ou au contraire, les volets 30 peuvent être fermés pour éviter les échanges thermiques au niveau du radiateur 13.

5 La figure 16 illustre un mode de fonctionnement du système de régulation thermique des figures 11 à 15, cette fois en été, quand la température extérieure est plus élevée que la température souhaitée dans l'habitacle. Ce mode de fonctionnement peut être mis en œuvre quand le véhicule est à l'arrêt, branché sur un réseau électrique
10 extérieur en vue de recharger sa batterie. Le circuit climatique 4 est cette fois configuré pour fonctionner en mode climatisation vis-à-vis de l'habitacle 33. Le circuit climatique 4 utilise le condenseur-évaporateur 43 comme source chaude et utilise les condenseurs-évaporateurs 40 et 42a en source froide. Pour ce faire, la vanne trois
15 voies 54 est positionnée de manière à autoriser le passage de fluide frigorigène dans la portion 58 du circuit comprenant le détendeur 9a et le condenseur-évaporateur 40, et pour empêcher au contraire le passage de fluide frigorigène dans la portion de dérivation 59. La vanne trois voies 45 est positionnée de manière à ce que le fluide
20 frigorigène contourne le détendeur 9b par la portion de dérivation 56.

 Le circuit climatique 4 rejette des calories vers l'air extérieur au véhicule pulsé au travers du condenseur-évaporateur 43 au moyen du ventilateur 24. Le circuit climatique 4 prélève au contraire des calories, d'une part, sur l'air de l'habitacle 33 pulsé au travers du
25 condenseur-évaporateur 40 par le ventilateur 25, et d'autre part, sur un circuit de stockage thermique, la circulation du liquide caloporteur dans ce circuit de stockage thermique étant assurée par la pompe 5. Le circuit de stockage thermique comprend notamment la pompe 5 et le réservoir 50. La vanne 32b est ouverte, la vanne 32a est fermée, et les
30 vannes trois voies 46, 47, 48, 49 sont positionnées de manière à permettre la circulation du liquide caloporteur dans une double-boucle constituée d'une part, par les canalisations 1b, 51b, 3b, 51a et d'autre part, par les canalisations 1b, 51c, 1c et 53a.

La canalisation 1c transite par l'échangeur thermique 11f de conditionnement en température de la batterie. Les calories prélevées sur le circuit de stockage thermique (en d'autres termes, les frigories cédées au circuit de stockage thermique) servent d'une part, à refroidir le liquide caloporteur de manière à disposer, après le démarrage du véhicule, d'une réserve de « froid massique » restituable notamment à l'air de l'habitacle après le démarrage du véhicule, et servent d'autre part, à refroidir la batterie pendant sa recharge. Elles servent également à descendre la température de l'habitacle au niveau souhaité pour le départ du véhicule, au travers de l'échangeur thermique 40. Si la température extérieure n'est pas trop élevée, on peut envisager, pendant le rechargement de la batterie, un mode de fonctionnement voisin de celui décrit à la figure 16, mais où on ne ferait pas circuler le liquide caloporteur dans les branches 51b, 3b, 51a, et dans le réservoir 50, et où on n'actionnerait pas le ventilateur 25. Les calories prélevées par le circuit climatique 4 seraient alors essentiellement prélevées sur le condenseur-évaporateur 42a, et serviraient à refroidir la batterie au moyen de l'échangeur 11f.

La figure 17 illustre un mode de fonctionnement du système de régulation thermique 10 des figures 11 à 16, qui peut être utilisé quand le véhicule vient de démarrer après avoir effectué une étape de pré-conditionnement suivant le mode de fonctionnement décrit à la figure 16. Sur la figure 17, le circuit climatique 4 est désactivé, et les vannes et les pompes des canalisations de liquide caloporteur sont toutes exactement dans la même configuration que dans le mode de fonctionnement décrit à la figure 12. Cependant, dans le mode de fonctionnement de la figure 17, ce sont des frigories qui sont cédées à l'air de l'habitacle 33 lorsque le liquide caloporteur traverse l'échangeur 11c, au lieu des calories cédées dans le mode de fonctionnement de la figure 12. Le froid emmagasiné dans le liquide caloporteur permet donc de rafraîchir l'air de l'habitacle sans utiliser d'autre énergie électrique que celle nécessaire à actionner la pompe 5 et le ventilateur 25.

La figure 18 décrit un mode de fonctionnement du système de régulation thermique 10 des figures 11 à 17, qui peut être utilisé lors du roulage du véhicule en été, après avoir utilisé les modes de fonctionnement décrits sur les figures 16 et 17, quand la température du liquide caloporteur présent dans le réservoir 50 n'est plus suffisamment fraîche pour assurer le rafraîchissement de l'air de l'habitacle 33 du fait du seul passage du liquide caloporteur dans l'échangeur 11c. Le circuit climatique 4 est activé en mode climatisation, c'est-à-dire qu'il se trouve dans la même configuration que sur la figure 16, le condenseur évaporateur 40 fonctionnant en source froide et rafraîchissant l'air de l'habitacle 33. La vanne 32a est ouverte, la vanne 32b est fermée. Les vannes trois voies 46, 47, 48 et 49 sont positionnées de manière à établir trois boucles indépendantes de circulation de liquide caloporteur. La première boucle comprend des canalisations 1b, 51c, 1c, 53a, la circulation de liquide caloporteur dans cette boucle est assurée par la pompe 5. Les calories sont prélevées sur cette boucle par le circuit climatique 4 au travers du condenseur-évaporateur 42a et servent à refroidir la batterie au travers de l'échangeur thermique 11f.

La seconde boucle comprend les canalisations 2b, 52a, 2a, 52b, et la canalisation entre les vannes trois voies 47 et 48. La circulation de liquide caloporteur dans cette boucle est assurée par la pompe 7. Le liquide caloporteur transite par le radiateur 13 où il est rafraîchi par l'air extérieur pulsé par le ventilateur 24, puis l'échangeur 12 de conditionnement en température du moteur électrique, avant de revenir à la pompe 7.

La troisième boucle comprend les canalisations 51b, 3a, 51a et 3c. La circulation de liquide caloporteur dans cette boucle est assurée par la pompe 6, et les échanges thermiques entre cette boucle et le circuit climatique 4 se font au travers du condenseur-évaporateur 41. La configuration de la figure 18 peut être intéressante tant que la température du liquide caloporteur présent dans le réservoir 50 reste inférieure à celle du liquide caloporteur transitant par le radiateur 13, ou à la température de l'air extérieur au véhicule. Dans cette

configuration, le fluide frigorigène se vaporise en prélevant des calories sur le condenseur-évaporateur 42a, traverse le compresseur 8, passe par le condenseur-évaporateur 42b sans échange thermique notable puisque le liquide caloporteur ne circule pas dans la canalisation 1a, puis le fluide frigorigène se liquéfie au niveau du condenseur-évaporateur 43 en cédant de la chaleur à l'air extérieur pulsé par le ventilateur 24, et peut céder des calories supplémentaires au niveau du condenseur-évaporateur 41. Tant que la température du liquide caloporteur du réservoir 50 reste inférieure à celle de l'air extérieur au véhicule, on dispose donc d'une source chaude « fraîche » permettant d'optimiser le rendement du circuit climatique 4 par rapport à un circuit climatique dont la source chaude serait par exemple, soit constituée par le circuit comprenant le radiateur 13 et la boucle de refroidissement du moteur, soit constituée par l'air extérieur au véhicule.

La figure 19 illustre un mode de fonctionnement du système de régulation thermique 10 des figures 1 à 18, qui peut être utilisé en été, par exemple quand après être passé par le mode de fonctionnement des figures 16 à 18, la température des liquides caloporteurs présents dans le réservoir 50 est devenue supérieure à celle de l'air extérieur au véhicule. Le circuit climatique 4 est en mode climatisation, c'est-à-dire dans la même configuration que sur la figure 18, les vannes 32a et 32b sont fermées, les vannes trois voies 46, 47, 48, 49 sont positionnées de manière à établir un seul réseau commun de circulation du liquide caloporteur, excluant le réservoir 50 et comprenant les canalisations 1c, 2a, 3c, 2b.

La circulation du liquide caloporteur peut être assurée par les pompes 6 et 7 ou par l'une des deux pompes. Le liquide caloporteur transite par l'échangeur thermique 12 de conditionnement en température du moteur, par l'échangeur thermique 11f de conditionnement thermique de la batterie, prélevant des calories dégagées par le moteur électrique par la batterie et prélevant également des calories au niveau du condenseur-évaporateur 41. Le liquide caloporteur est ensuite rafraîchi en traversant le radiateur 13

traversé par l'air pulsé par le ventilateur 24. Le circuit climatique 4 dispose de deux sources chaudes : le condenseur-évaporateur 43 traversé par l'air extérieur au véhicule pulsé par le ventilateur 24, et condenseur-évaporateur 41 traversé par le liquide caloporteur à température *a priori* légèrement plus élevée que celle de l'air extérieur. Du fait de la chaleur massique plus élevée du liquide caloporteur par rapport à l'air, la seconde source chaude constituée par le condenseur évaporateur 41, bien qu'étant à température plus élevée que l'air traversant le condenseur évaporateur 43, reste cependant intéressante pour prélever des calories supplémentaires sur le circuit climatique 4. Le fluide frigorigène est ensuite vaporisé en traversant le détenteur 9a et le condenseur-évaporateur 40 pour rafraîchir l'air de l'habitacle 33 traversant ce condenseur-évaporateur. Comme sur la figure 18, le fluide frigorigène traverse ensuite le condenseur-évaporateur 42b sans échange thermique notable puisque le liquide caloporteur ne circule pas dans la canalisation 1a.

On retrouve sur les figures 20 et 21 des éléments communs aux figures 1 à 19, les mêmes éléments portant alors les mêmes références. Les figures 20 et 21 décrivent un mode de réalisation de l'invention dans lequel un circuit climatique 4 est cette fois muni d'un compresseur 8 et d'un unique détenteur 9, ainsi que d'un condenseur 42b fonctionnant en source chaude et de trois évaporateurs 40, 42a et 43 fonctionnant toujours en source froide vis-à-vis du circuit climatique 4. Le circuit climatique 4 comprend une demi-boucle chaude 61 reliant le compresseur 8 et le détenteur 9 et passant par le condenseur 42b. En amont de l'entrée du compresseur 8, se trouve une vanne trois voies 66 reliée au détenteur 9 par deux demi-boucles froides 62 et 63. Le fluide arrivant du détenteur 9 traverse d'abord l'évaporateur 42a puis, en fonction de la position de la vanne 66, passe par la demi-boucle 62 en traversant l'évaporateur 40, ou passe par la demi-boucle 63 en traversant l'évaporateur 43. En arrivant de la demi-boucle 62 ou la demi-boucle 63, le fluide frigorigène traverse ensuite la vanne trois voies 66 et arrive au compresseur 8. L'évaporateur 43 est réchauffé par l'air extérieur au véhicule pulsé au travers de

l'évaporateur 43 par un ventilateur 24. L'évaporateur 40 est disposé à l'intérieur de l'habitacle 33 du véhicule et est traversé par l'air de l'habitacle pulsé par un ventilateur 25. L'évaporateur 42a et le condenseur 42b sont traversés par les canalisations 71 et 72 d'un
5 réseau de canalisations 70 aptes à transporter un même liquide caloporteur, la circulation du liquide caloporteur dans le réseau de canalisations 70 étant assurée par une ou plusieurs parmi trois pompes 5, 6 et 7.

Dans le réseau de canalisations sont interposés, sur trois
10 canalisations différentes, un échangeur thermique 12 permettant de conditionner en température un moteur électrique, un échangeur thermique 11f permettant de conditionner en température une batterie d'accumulateur électrique, et un radiateur 13 d'échange thermique
15 entre le liquide caloporteur et l'air extérieur au véhicule. Le radiateur 13 est traversé par l'air extérieur pulsé par le ventilateur 24, et est muni de volets mobiles 30. Sur deux des canalisations, se trouvent des vannes 32a et 32b permettant d'interrompre ou de rétablir la circulation de liquide caloporteur dans la canalisation. A cinq nœuds
20 du réseau de canalisations, se trouvent des vannes trois voies 64, 65, 67, 68, 69 qui permettent d'établir des boucles de circulation du liquide caloporteur, les boucles de circulation pouvant être couplées ou découplées.

La pompe 5 se trouve sur la canalisation 71 en amont de l'évaporateur 42a, la pompe 6 se trouve sur la canalisation 72 en
25 amont du condenseur 42b, la pompe 7 se trouve sur une autre canalisation en amont du radiateur 13. Dans la configuration de la figure 20, la vanne trois voies 66 du circuit climatique 4 est positionnée de manière à envoyer le fluide frigorigène dans la demi-boucle 63. Le fluide frigorigène ne circule donc pas dans la demi-boucle 62 traversant l'habitacle 33. Une boucle de circulation de
30 liquide caloporteur est établie entre la pompe 6, le condenseur 42b et un échangeur thermique 11c disposé à l'intérieur de l'habitacle 33. Sur cette boucle de circulation est aussi disposée une résistance CTP 27b, qui est ici inactive. Les calories prélevées sur le circuit frigorifique 4

par le condenseur 42b sont cédées à l'air de l'habitacle pulsé au travers de l'échangeur 11c par le ventilateur 25. Ces calories sont prélevées par le circuit climatique 4, d'une part, au niveau de l'évaporateur 43 en contact avec l'air extérieur au véhicule, et, d'autre part, sur l'évaporateur 42a dans lequel transite du liquide caloporteur arrivant de trois boucles de circulation couplées. Une de ces boucles traverse l'échangeur thermique 12 de conditionnement en température du moteur, l'autre traverse l'échangeur thermique 11f de conditionnement en température de la batterie, et la troisième traverse un réservoir 50 de stockage du liquide caloporteur. Le mode de fonctionnement décrit la figure 20 est un mode de fonctionnement d'hiver qui permet de chauffer la température de l'habitacle en récupérant les calories dégagées par le moteur électrique et par la batterie, et en tirant partie de calories préalablement stockées dans le liquide caloporteur présent notamment dans le réservoir 50. En fonction de la température de l'air extérieur, les volets 30 du radiateur 13 peuvent être ouverts ou fermés, et le ventilateur 24 pourrait être activé ou désactivé afin d'utiliser uniquement l'évaporateur 42a en source froide ou d'utiliser simultanément les évaporateurs 42a et 43 en source froide.

La figure 21 décrit un mode de fonctionnement du système de régulation thermique 10 de la figure 20, qui peut être utilisé en été quand la température souhaitée dans l'habitacle est inférieure à la température extérieure au véhicule. Ce mode de fonctionnement peut être utilisé après avoir effectué une étape de pré-conditionnement du système, par exemple pendant que le véhicule est connecté à un réseau électrique extérieur en vue de recharger sa batterie, et abaissé la température du liquide caloporteur présent dans le réservoir 50 à une température inférieure à la température extérieure au véhicule. Dans la configuration de la figure 21, la pompe 7 est active, la vanne 32b est fermée, la vanne 32a est ouverte et les vannes trois voies 64, 65, 67, 68, 69 sont configurées de manière à établir une boucle indépendante de circulation de liquide caloporteur de la pompe 7 vers l'échangeur thermique 12 de conditionnement en température du moteur, puis vers

le radiateur 13 d'échange avec l'air extérieur au véhicule. Les volets du radiateur 30 sont ouverts et le ventilateur 24 pulse l'air extérieur au travers du radiateur 13. Les vannes trois voies sont également positionnées de manière à permettre l'établissement d'une autre boucle indépendante de circulation du liquide caloporteur, allant de la pompe 6 vers le condenseur 42b puis vers le réservoir de stockage thermique 50, avant de retourner à nouveau à la pompe 6.

Une autre boucle de circulation indépendante de liquide caloporteur s'établit de la pompe 5 en passant par une résistance CTP 27, puis par l'évaporateur 42a, puis par l'échangeur thermique 11f de conditionnement en température de la batterie, avant de retourner à la pompe 5. La vanne 66 du circuit climatique 4 est positionnée de manière à envoyer le fluide frigorigène au travers de la demi-boucle 62 et de l'habitacle 33, que le fluide frigorigène traverse au travers de l'évaporateur 40, après être passé dans un premier temps au travers de l'évaporateur 42a. Le fluide frigorigène ne circule donc pas dans la demi-boucle 63 ni dans l'évaporateur 43. Le fluide frigorigène, après être passé par le détendeur 9, se vaporise pour partie dans l'évaporateur 42a en abaissant la température du liquide caloporteur de la boucle de circulation transitant par l'échangeur thermique 11f de conditionnement en température de la batterie. Le fluide frigorigène continue ensuite de se vaporiser en abaissant la température de l'air de l'habitacle 33 pulsé par le ventilateur 25 au travers de l'évaporateur 40, abaissant ainsi la température de l'air de l'habitacle, revient au compresseur 8. Le compresseur 8 renvoie le fluide frigorigène à pression plus élevée vers le condenseur 42b, où le fluide frigorigène se liquéfie en cédant les calories qu'il a emmagasinées au liquide caloporteur « pré-refroidi » transitant par le réservoir de stockage 50. Le moteur électrique est donc refroidi indépendamment du fonctionnement du circuit climatique 4, et l'air de l'habitacle ainsi que la batterie sont refroidis au moyen du circuit climatique 4 dont le rendement est amélioré grâce aux frigories stockées dans le liquide caloporteur transitant par le réservoir 50 et le condenseur 42b.

Cette configuration peut notamment être intéressante quand la température du liquide caloporteur présent dans le réservoir 50 est supérieure à la température de l'air souhaité dans l'habitacle, mais néanmoins inférieure à la température du liquide caloporteur transitant par le radiateur 13.

L'invention ne se limite pas aux exemples de réalisation décrits, et peut faire l'objet de nombreuses variantes. D'autres éléments du véhicule, notamment d'autres organes électriques peuvent disposer d'échangeur thermique ou de condenseur-évaporateur de conditionnement en température. L'invention peut s'appliquer à un véhicule à propulsion exclusivement électrique, à un véhicule hybride, voire à un véhicule disposant d'un moteur thermique, en vue de réduire la consommation totale d'énergie et donc la consommation en carburant de ce véhicule. De nombreux autres modes de fonctionnement peuvent être appliqués y compris pour les systèmes décrits sur les figures 1 à 21. Par exemple, avant de démarrer le véhicule par une journée tempérée, l'étape de recharge de la batterie peut s'accompagner d'une mise en route d'un circuit climatique en mode climatisation, afin de refroidir du liquide caloporteur circulant au travers d'un échangeur thermique de conditionnement en température de la batterie. On évite ainsi une surchauffe de la batterie pendant la phase de recharge, et s'abstient de consommer de l'énergie supplémentaire, que ce soit pour stocker des calories et des frigories dans un plus gros volume de liquide caloporteur, ou pour conditionner en température l'air de l'habitacle.

On peut envisager d'ajouter d'autres CTP complémentaires en d'autres points du circuit du liquide caloporteur et on peut également envisager d'ajouter des CTP permettant de chauffer directement l'air de l'habitacle. Le conditionnement en température de l'air de l'habitacle peut aussi être obtenu uniquement au moyen d'un évaporateur et d'un condenseur du circuit climatique, sans faire passer le circuit de liquide caloporteur dans l'habitacle. Les boucles "froides" (i.e., plus froides que l'air extérieur au véhicule) de liquide

caloporteur peuvent alors être dédiées uniquement aux organes électriques et à la batterie du véhicule.

5 On peut envisager de réguler le chauffage de l'air de l'habitacle au moyen d'un condenseur du circuit climatique associé à une résistance CTP sur l'air de l'habitacle, et de réguler le refroidissement de l'air de l'habitacle au travers d'un échangeur du circuit de liquide caloporteur.

10 On peut envisager de réguler le rafraîchissement de l'air de l'habitacle au moyen d'un évaporateur du circuit climatique, et de réguler le chauffage de l'air de l'habitacle au travers d'un échangeur du circuit de liquide caloporteur, éventuellement couplé à une résistance CTP, disposée sur le circuit caloporteur ou réchauffant directement l'air de l'habitacle.

15 On peut prévoir une circulation de liquide caloporteur reliant directement un échangeur thermique avec le moteur du véhicule, et un échangeur thermique avec l'air de l'habitacle.

20 On peut envisager des variantes de l'invention comprenant une boucle frigorifique simple, non réversible, mais avec des possibilités de modulation des circulations de liquide caloporteur, permettant alternativement de connecter la source froide et la source chaude de la boucle frigorifique, l'une, avec une boucle de liquide caloporteur transitant par l'habitacle, l'autre, avec une boucle de liquide caloporteur servant de boucle de stockage thermique.

25 Le liquide caloporteur peut être plus généralement remplacé par un fluide de régulation thermique susceptible de changer de phase.

30 Le système de régulation thermique suivant l'invention permet de gérer les températures aussi bien de l'habitacle que du compartiment moteur, en optimisant les potentiels de récupération entre l'habitacle et le moteur, de calories ou de frigories par la pompe à chaleur, et en maximisant le rendement de la pompe à chaleur. Le système permet en outre de stocker sous forme de chaleur massique, avant le démarrage du véhicule, une certaine quantité de calories ou de frigories qui ne seront pas, de ce fait, prélevées sur l'énergie de la

batterie. On améliore ainsi à la fois l'énergie totale consommée et l'autonomie du véhicule.

REVENDICATIONS

1. Système (10) de régulation thermique de l'habitacle et des organes électriques d'un véhicule automobile propulsé totalement ou partiellement par un moteur électrique alimenté par une batterie, le système comprenant un circuit (3) de fluide de régulation thermique couplé à un moyen de chauffage (27) et/ou à un moyen de refroidissement (4) le rendant apte à emmagasiner des calories ou des frigories lorsque le système (10) est branché sur un réseau électrique extérieur au véhicule, ce circuit de fluide étant apte à céder des calories et/ou des frigories à l'air de l'habitacle (33) du véhicule, de manière alternée soit au travers d'un échangeur thermique (11c, 11f) entre le circuit et l'air de l'habitacle, soit par l'intermédiaire d'un circuit climatique (4) formant pompe à chaleur et/ou système de climatisation.

2. Système (10) de régulation thermique suivant la revendication 1, comprenant :

-un premier circuit autonome (1) de fluide de régulation thermique de l'habitacle (33), alimenté par une première pompe (5) et traversant un premier échangeur thermique (11c, 11f) permettant de conditionner en température un flux d'air entrant dans l'habitacle (33), ou permettant de conditionner en température la batterie,

-un deuxième circuit autonome (2) de fluide de régulation thermique du moteur, alimenté par une deuxième pompe (7), traversant un radiateur (13) d'échange thermique avec l'air extérieur au véhicule, et traversant un deuxième échangeur thermique (12) de conditionnement en température du moteur,

-un troisième circuit (3) de fluide de stockage thermique, qui peut être alternativement connecté au premier circuit (1) et/ou être connecté à l'échangeur thermique (12) de conditionnement en température du moteur, et qui peut à d'autres moments constituer une boucle autonome séparée de circulation de fluide,

- un circuit climatique (4) formant pompe à chaleur et/ou système de climatisation, apte à prélever par un premier condenseur-

évaporateur (41) des calories ou frigories sur le troisième circuit (3) de fluide, et à céder ces calories/frigories par un deuxième condenseur-évaporateur (42, 42a, 42b) au premier circuit (1) de fluide,

5 - au moins un élément de chauffage électrique (27, 27a, 27b) relié soit au premier circuit (1) de fluide, soit au troisième circuit (3) de fluide, et permettant d'élever de plusieurs dizaines de degrés Celsius la température du troisième circuit (3), ou la température des deux circuits connectés entre eux.

10 3. Système (10) de régulation thermique suivant la revendication 2, comportant au moins trois vannes trois voies (15, 16, 17, 18, 44, 46, 47, 48, 49, 64, 65, 67, 68, 69) ou trois dispositifs équivalents, permettant notamment d'interrompre les échanges de fluide entre le premier circuit (1) et le troisième circuit (3), et permettant en même temps d'obtenir alternativement les configurations
15 suivantes, consistant à :

- soit établir une circulation de fluide entre l'échangeur thermique (12) de conditionnement en température du moteur, le premier condenseur-évaporateur (41), et le troisième circuit (3) de fluide,

20 - soit établir une circulation de fluide entre le radiateur d'échange thermique (13) avec l'air extérieur au véhicule et le premier condenseur-évaporateur (41), la circulation de fluide de ces deux éléments étant alors isolée du troisième circuit (3) de fluide,

25 - soit établir une circulation de fluide entre le radiateur d'échange thermique (13) avec l'air extérieur au véhicule, l'échangeur thermique (12) de conditionnement en température du moteur et le premier condenseur-évaporateur (41), la circulation de fluide de ces trois éléments étant alors isolée du troisième circuit (3) de fluide.

30 4. Système (10) de régulation thermique suivant la revendication 3, dans lequel les vannes trois voies (17, 18, 47, 48, 49, 65, 67, 69) permettent également d'interrompre ou de rétablir la circulation de fluide entre le deuxième circuit (2) et le troisième circuit (3).

5. Système (10) de régulation thermique suivant l'une des revendications précédentes, le troisième circuit (3) comprenant en outre une vanne (32) et une canalisation de by-pass (31) permettant d'exclure le premier condenseur-évaporateur (41) de ce circuit (3).

5 6. Système (10) de régulation thermique suivant la revendication précédente, le troisième circuit (3) comprenant plusieurs vannes (32a, 32b) et plusieurs canalisations (3a, 3b) de by-pass permettant d'exclure au choix un ou plusieurs condenseurs-évaporateurs (42a, 42b) de ce circuit (3).

10 7. Système (10) de régulation thermique suivant l'une des revendications précédentes, comportant un capteur de température d'air extérieur, comportant un capteur thermique disposé au niveau du premier circuit de fluide (1) ou dans l'habitacle (33) du véhicule, comportant un capteur thermique disposé au niveau du deuxième
15 circuit de fluide (2) ou au niveau de l'échangeur thermique (12) de conditionnement en température du moteur, et comportant un capteur thermique disposé au niveau du troisième circuit de fluide (3).

20 8. Système (10) de régulation thermique suivant l'une des revendications précédentes, dans lequel le volume du fluide compris dans le troisième circuit (3) est supérieur au volume de fluide compris dans le premier circuit (1) et au volume de fluide compris dans le deuxième circuit (2).

25 9. Système (10) de régulation thermique suivant l'une des revendications précédentes, dans lequel le troisième circuit de fluide (3) comporte un échangeur thermique avec un moyen d'accumulation thermique tel qu'un accumulateur thermique à transformation de phase.

30 10. Procédé de régulation thermique de l'habitacle (33) et des organes électriques d'un véhicule automobile propulsé totalement ou partiellement par un moteur électrique alimenté par une batterie, au moyen d'un dispositif comprenant un circuit de canalisations (1a, 1b, 1c, 3a, 3b, 3c, 2a, 2b, 51a, 51b, 51c, 52a, 52b, 53a, 53b, 523, 70) de fluide de régulation thermique, couplé à un moyen de chauffage (27, 27a, 27b) et/ou à un moyen de refroidissement (4), comprenant les étapes suivantes :

- emmagasiner des calories ou des frigories dans le circuit de fluide lorsque le véhicule est branché sur un réseau électrique extérieur au véhicule, notamment en vue de recharger sa batterie,

- 5 - fournir ensuite des calories (respectivement, des frigories) à l'air de l'habitacle (33) à partir du circuit de fluide
- dans un premier temps au travers d'un échangeur thermique (11c, 11f) entre le circuit et l'air de l'habitacle (33),
- puis par l'intermédiaire d'un circuit climatique (4) formant pompe à chaleur et/ou système de climatisation.

10 11. Procédé de régulation thermique de l'habitacle (33) et des organes électriques d'un véhicule automobile propulsé totalement ou partiellement par un moteur électrique alimenté par une batterie, le véhicule étant équipé de :

15 - un premier circuit autonome (1) de fluide de régulation thermique de l'habitacle (33), alimenté par une première pompe (5) et traversant un premier échangeur thermique (11c, 11f) permettant de conditionner en température un flux d'air entrant dans l'habitacle (33), ou permettant de conditionner en température la batterie,

20 - un deuxième circuit autonome (2) de fluide de régulation thermique du moteur, alimenté par une deuxième pompe (7), traversant un radiateur (13) d'échange thermique avec l'air extérieur au véhicule, et traversant un deuxième échangeur thermique (12) de conditionnement en température du moteur,

25 - un troisième circuit (3) de fluide de stockage thermique, qui peut être alternativement connecté au premier circuit (1) et/ou être connecté à l'échangeur thermique (12) de conditionnement en température du moteur, et qui peut à d'autres moments constituer une boucle autonome séparée de circulation de fluide,

30 - un circuit climatique (4) formant pompe à chaleur et/ou système de climatisation, apte à prélever par un premier condenseur-évaporateur (41) des calories/frigories sur le troisième circuit de fluide (3), et à céder ces calories/frigories par un deuxième condenseur-évaporateur (42, 42a, 42b) au premier circuit de fluide (1),
le procédé comprenant les étapes suivantes :

5 - avant le démarrage du véhicule, on utilise l'énergie d'un réseau électrique externe au véhicule pour accumuler, à l'aide de l'élément de chauffage (27, 27a, 27b) ou à l'aide du circuit climatique (4), des calories (respectivement, des frigories) dans le troisième circuit (3) de fluide de stockage thermique, éventuellement relié au premier circuit (1), en élevant (respectivement, en abaissant) la température de ce circuit par rapport à la température de l'air extérieur au véhicule,

10 - après le démarrage du véhicule, on inactive le circuit climatique (4), on relie le troisième circuit (3) au premier circuit (1) et/ou à l'échangeur thermique (12) de conditionnement en température du moteur, et on utilise les calories (respectivement, les frigories) emmagasinées dans le troisième circuit (3) de fluide pour conditionner en température l'habitacle (33) plus, éventuellement, le moteur et/ou la batterie,

15 - quand la température du fluide du troisième circuit (3) franchit un écart minimum de différence avec la température de l'air de l'habitacle (33), on découple la circulation de fluide entre le premier circuit (1) et le troisième circuit (3), et on fait fonctionner la pompe à chaleur (4) ou le système de climatisation (4), d'abord entre le premier circuit (1) ou l'habitacle (33) et le troisième circuit (3), puis entre le premier circuit (1) ou l'habitacle (33) et au moins une partie du deuxième circuit (2), la circulation de fluide des canalisations propres au troisième circuit (3) étant alors désactivée.

25 12. Procédé de régulation thermique suivant la revendication 11, dans lequel on compare entre elles la température de l'air extérieur, une température au niveau de l'échangeur thermique (12) du moteur, une température dans l'habitacle (33) du véhicule, et une température du troisième circuit (3) de fluide, pour décider les modalités de connexion des premier (1), deuxième (2) et troisième (3) circuit de fluide, et pour décider du mode de fonctionnement ou de l'absence de fonctionnement du circuit climatique (4).

30

FIG.1 ❄️

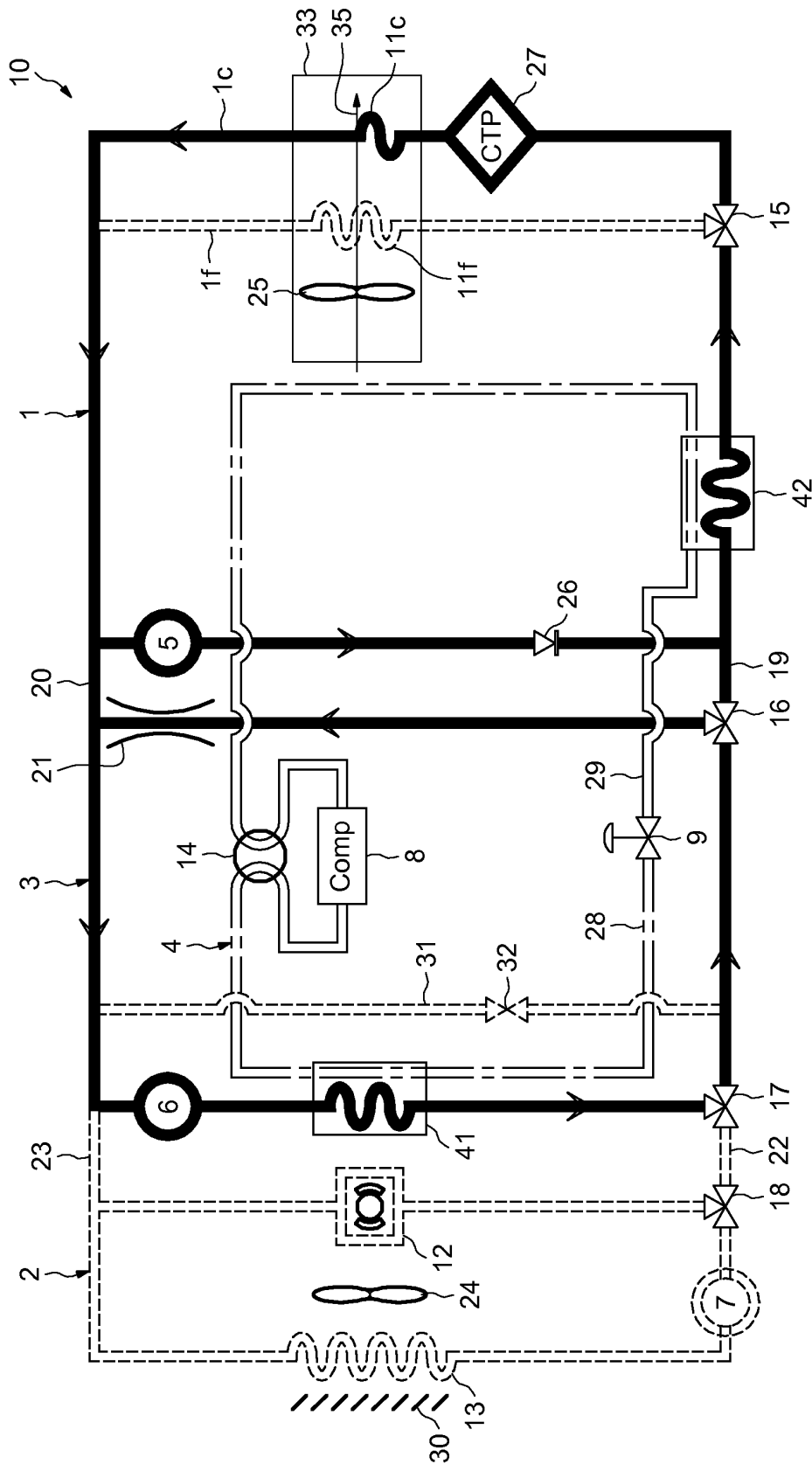


FIG.2 ❄️

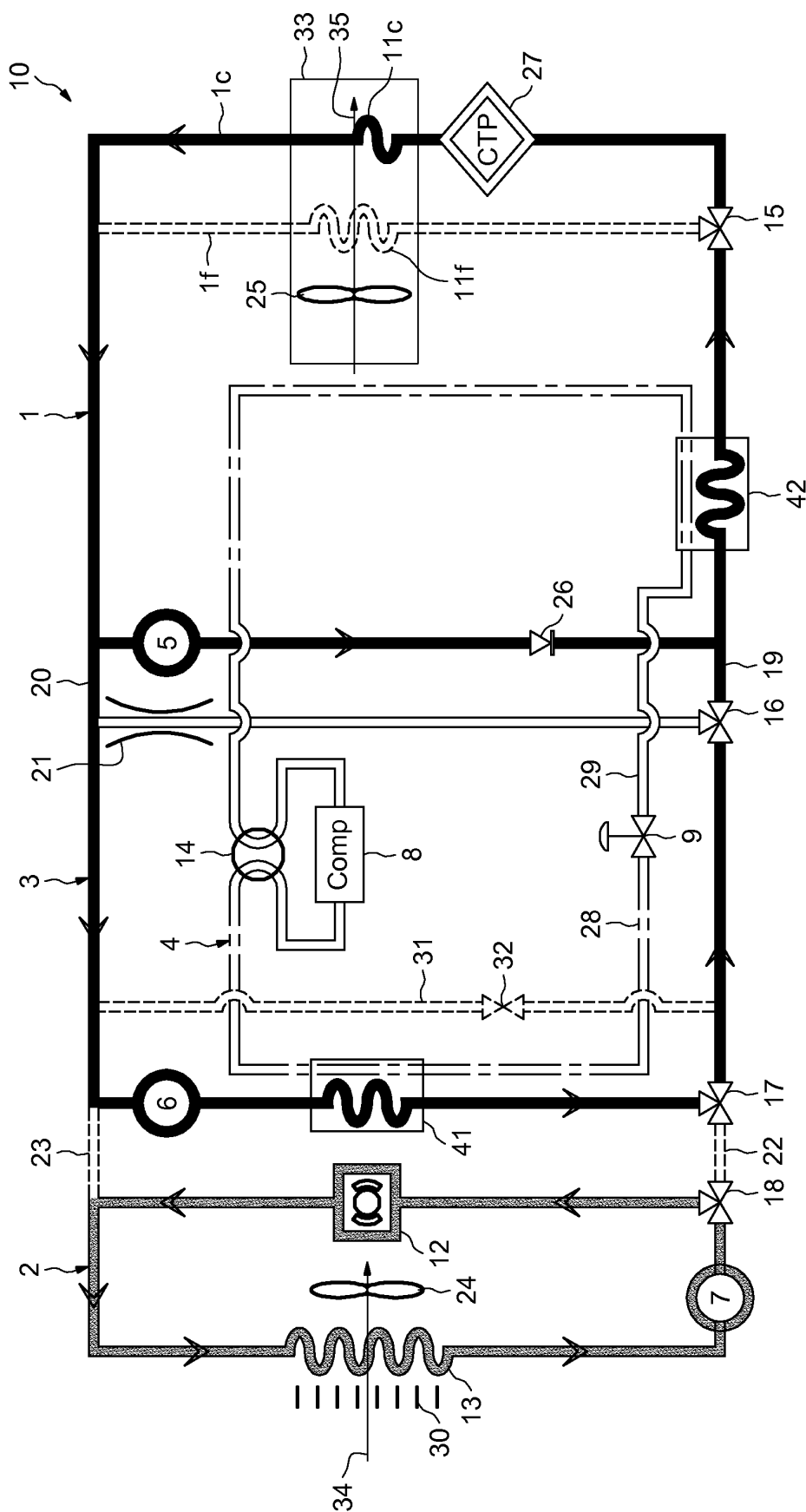


FIG.3 ❄️

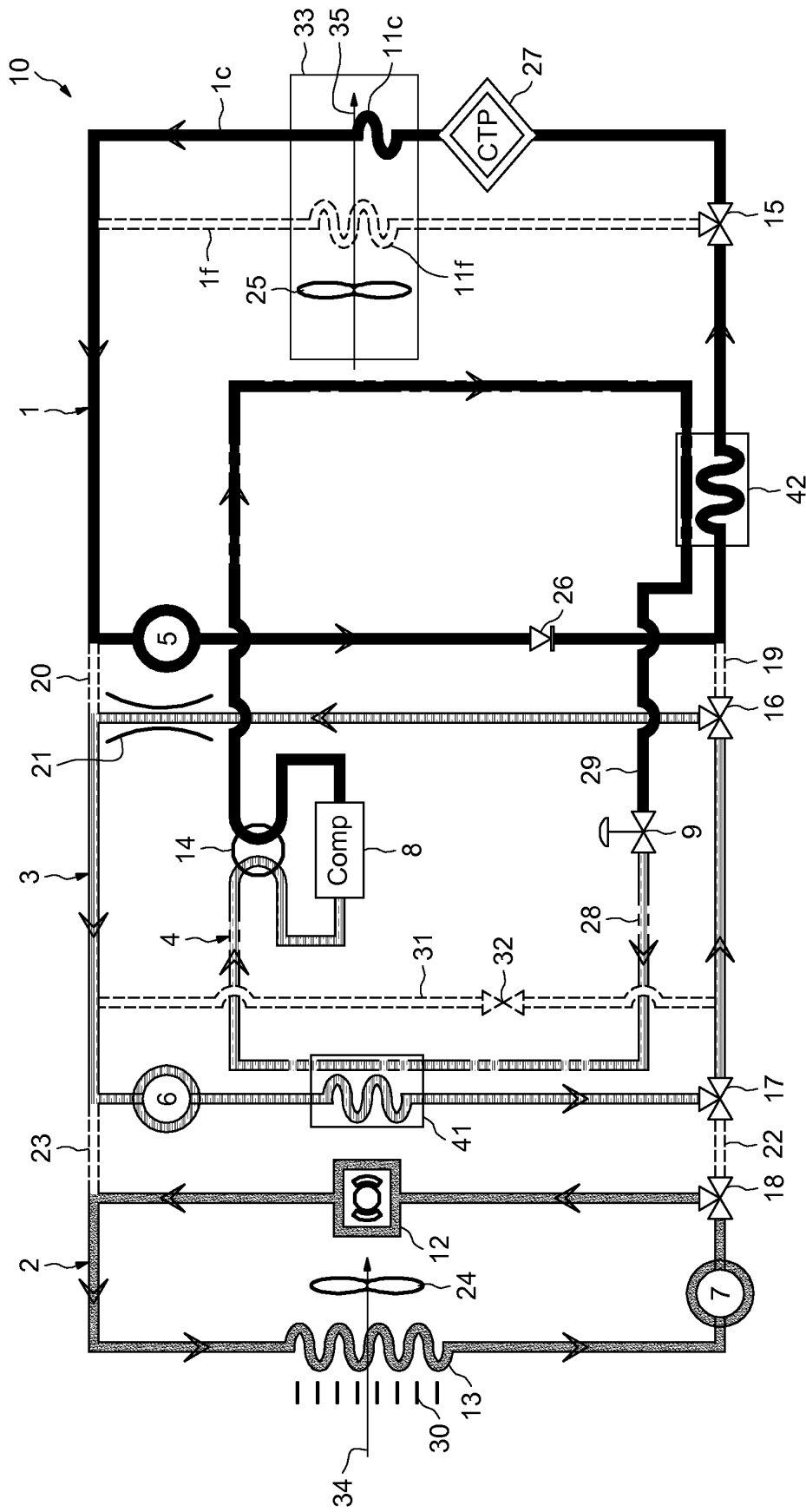


FIG.4 ❄️

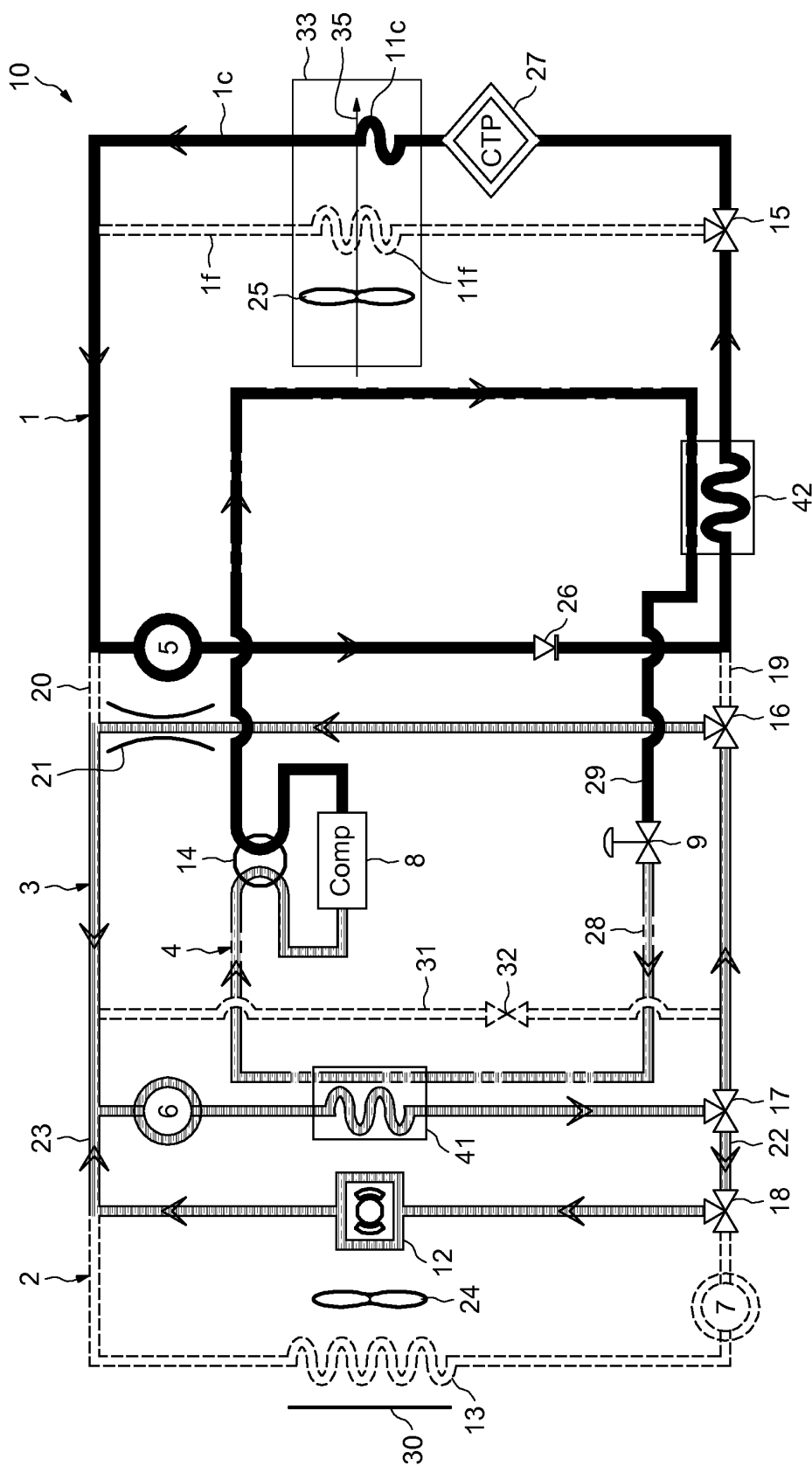


FIG.5 ❄️

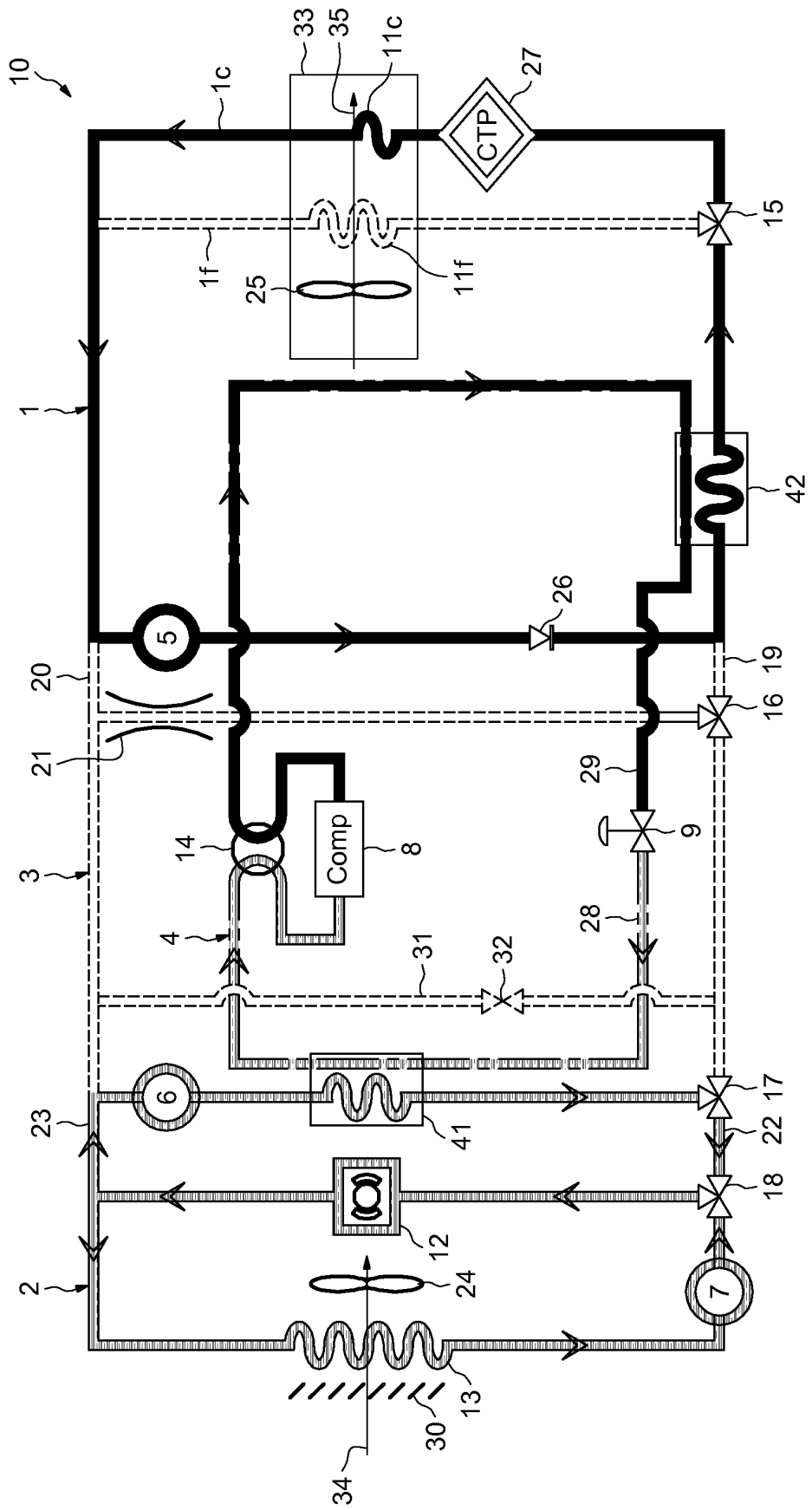


FIG. 7

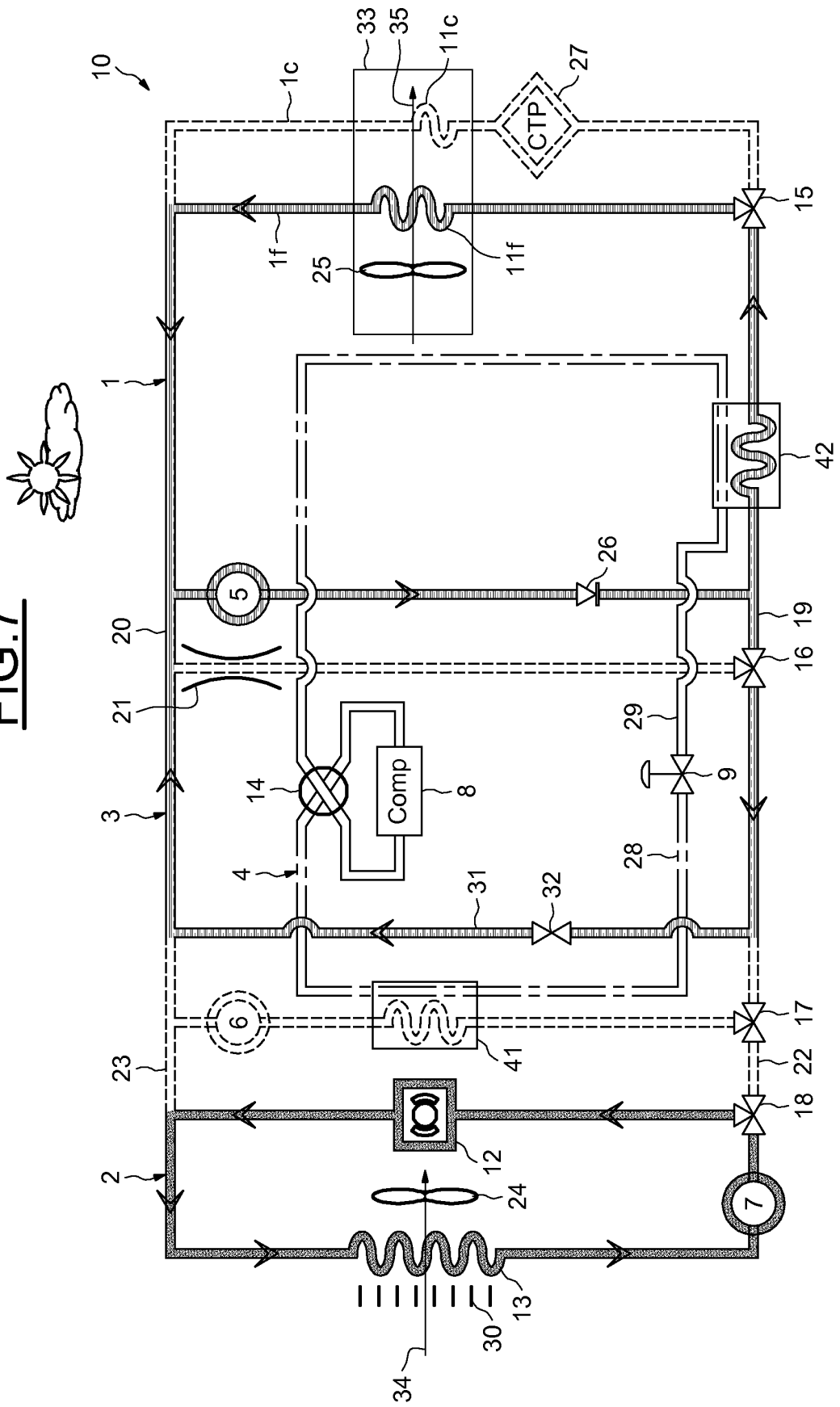


FIG.8

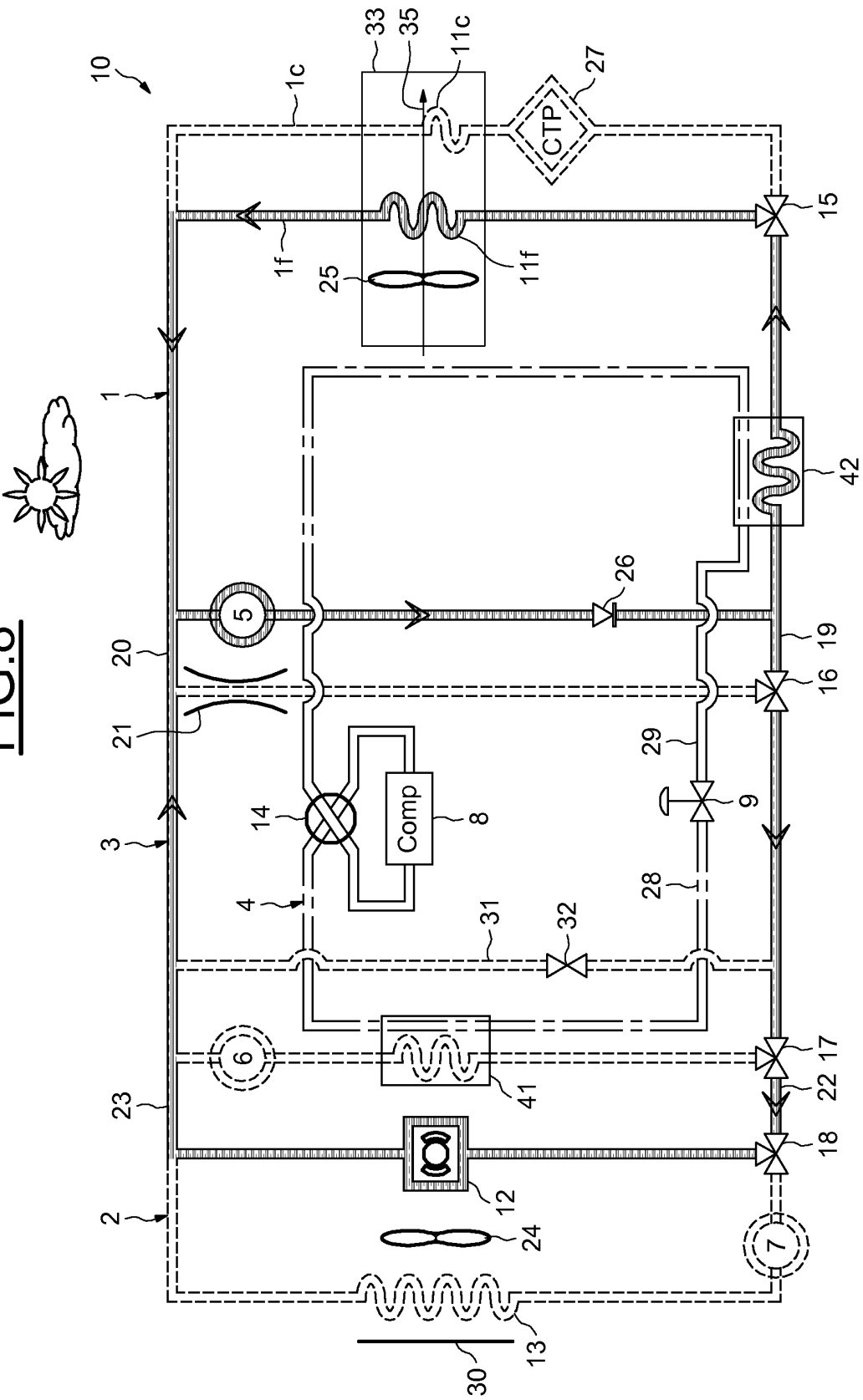


FIG.9

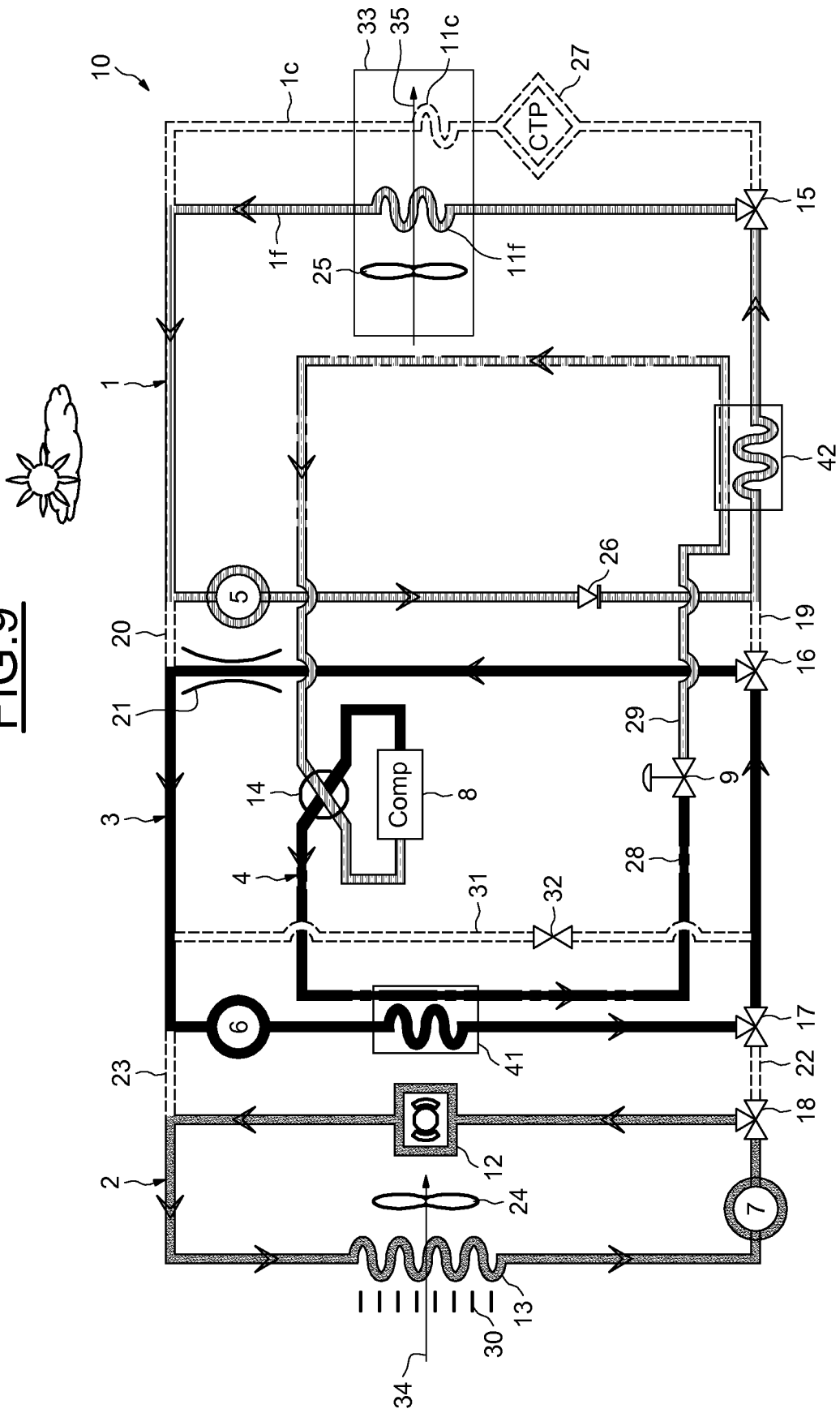
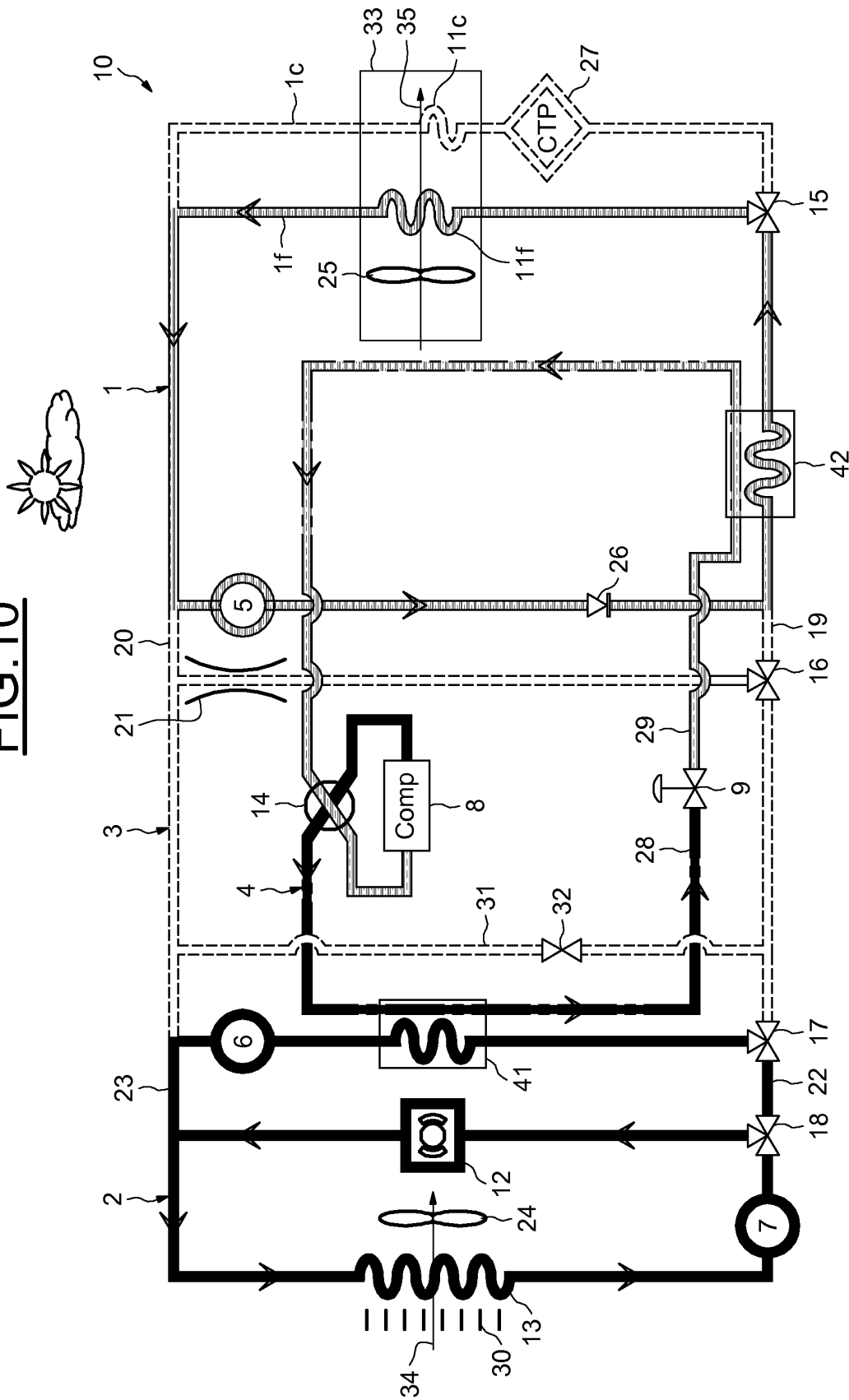
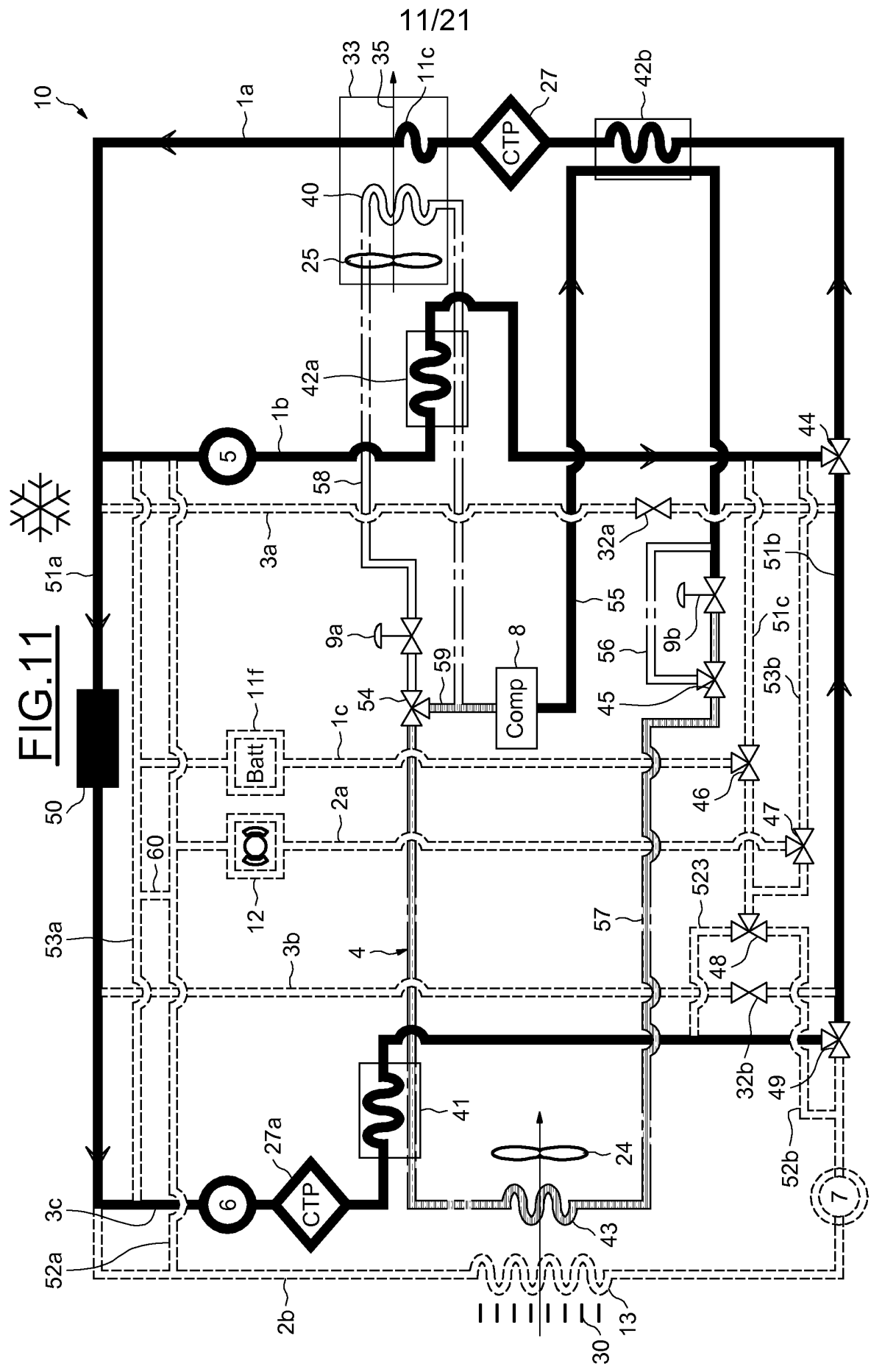
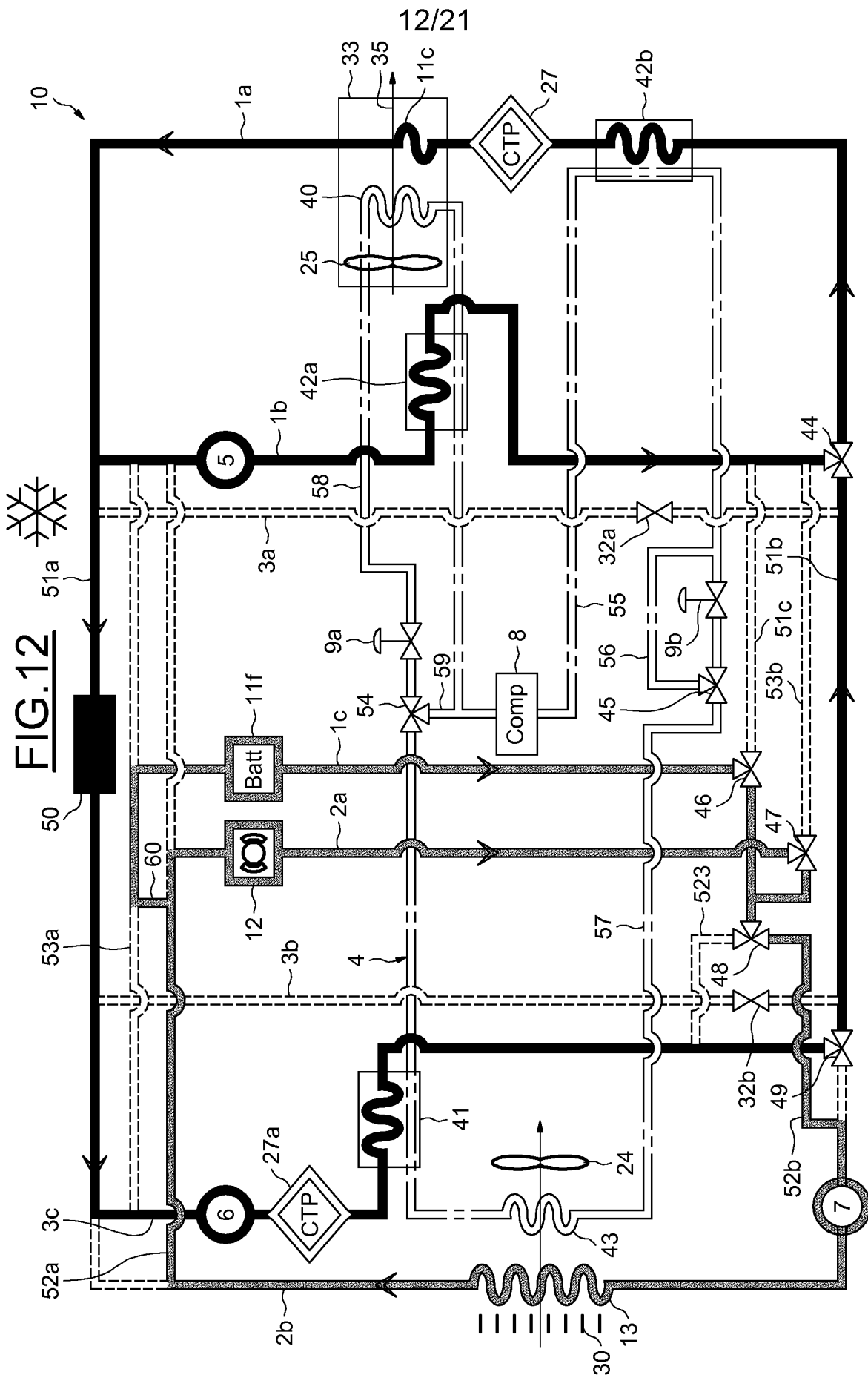
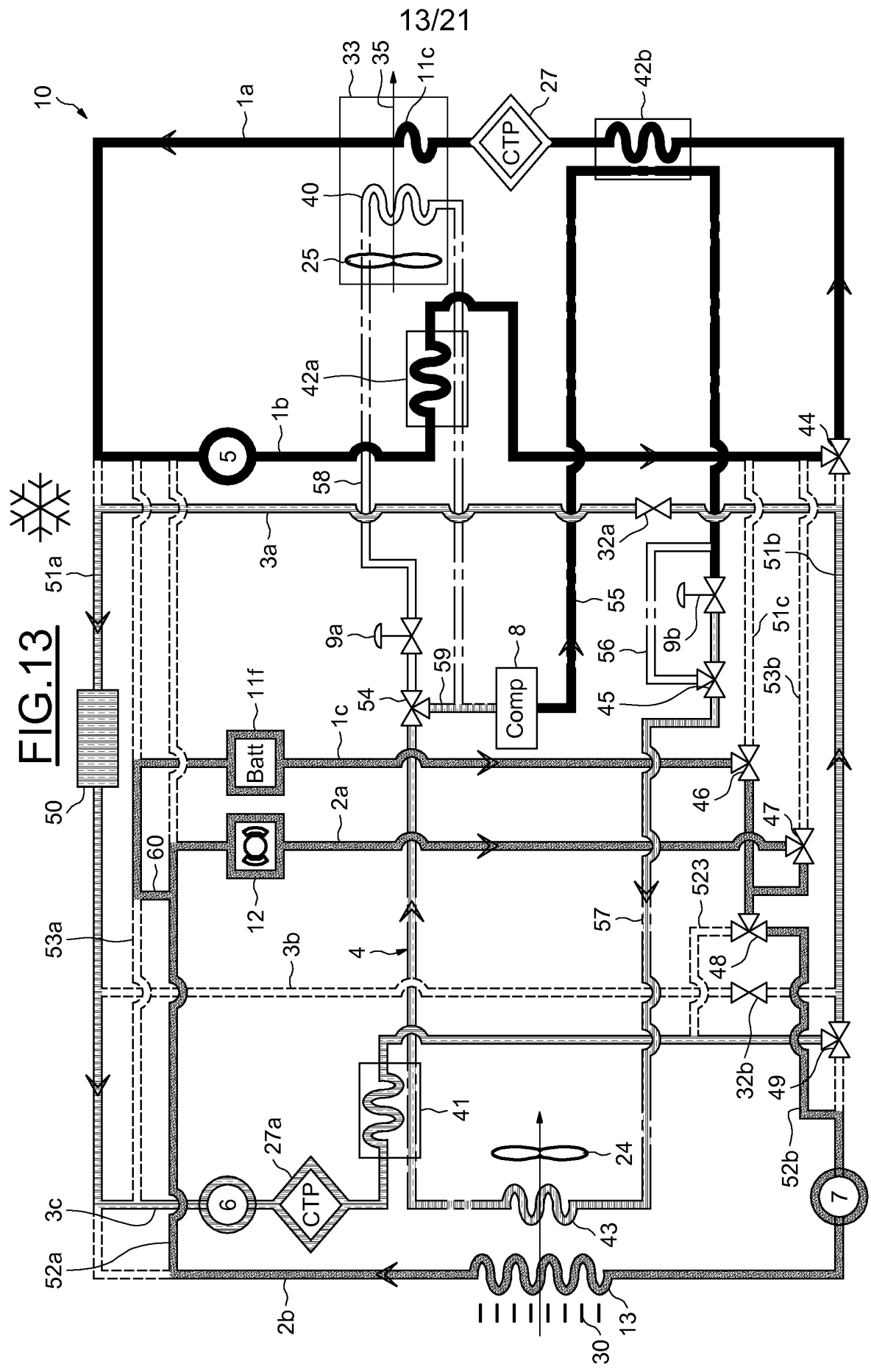


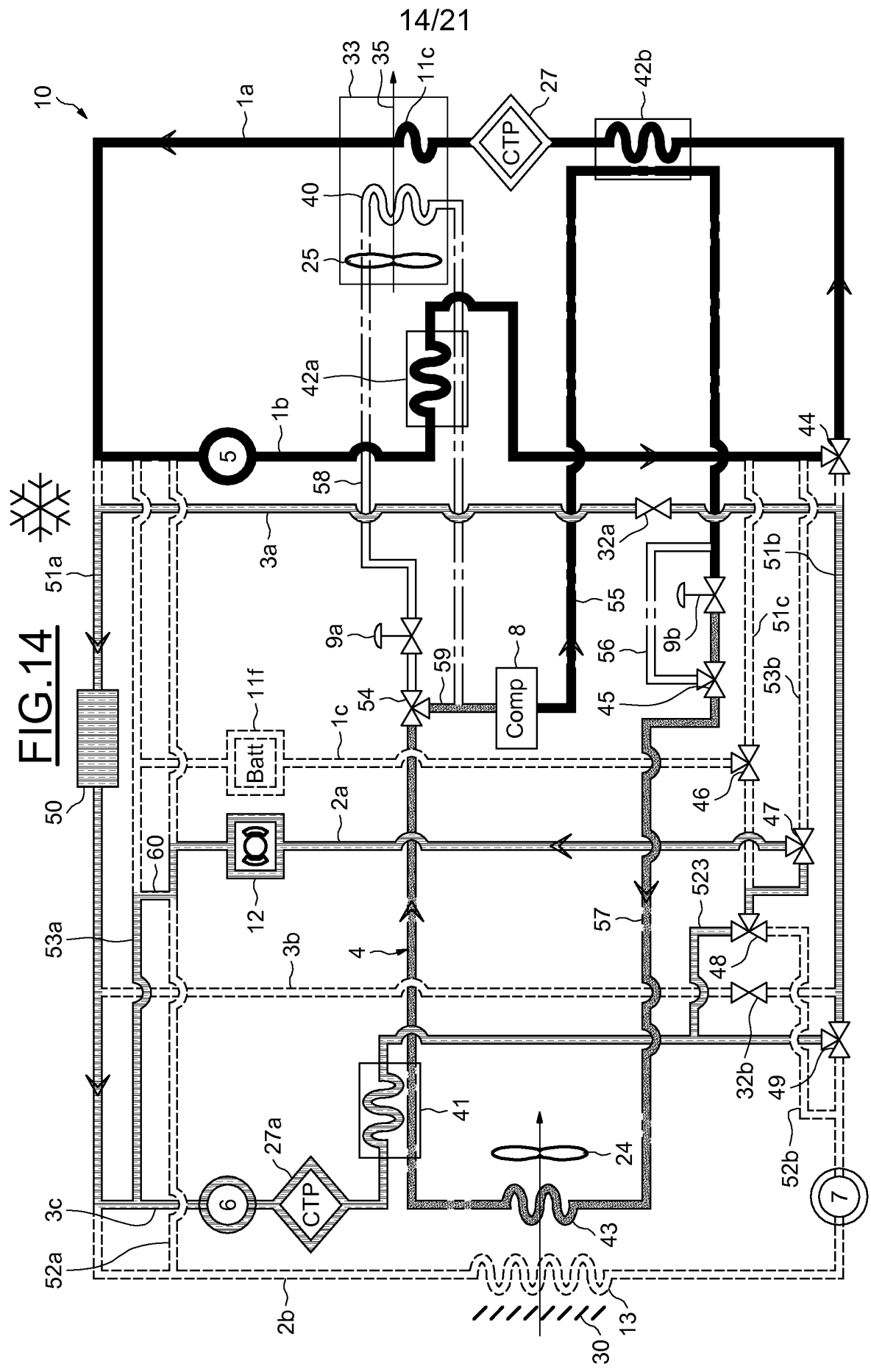
FIG.10











14/21

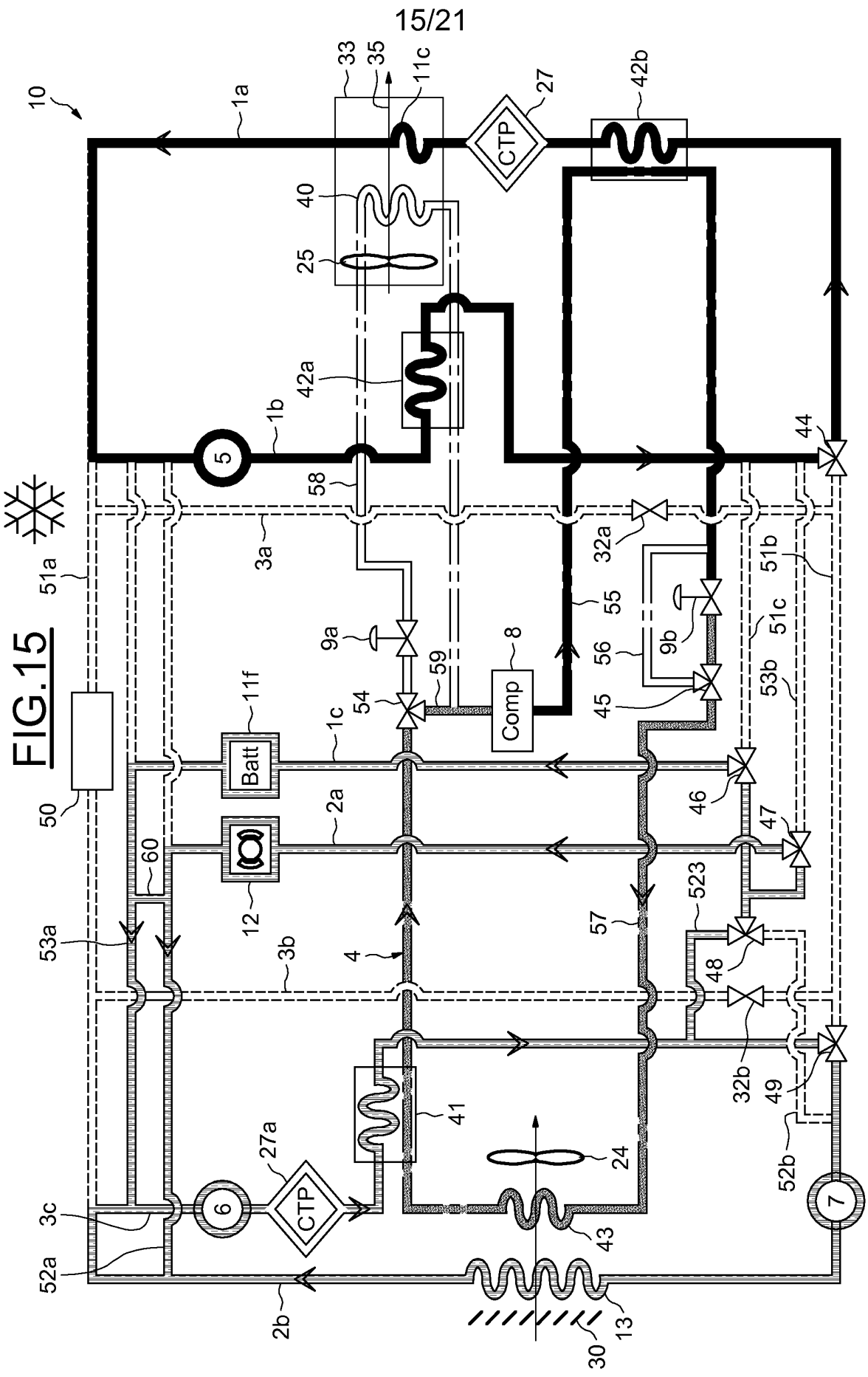


FIG. 15

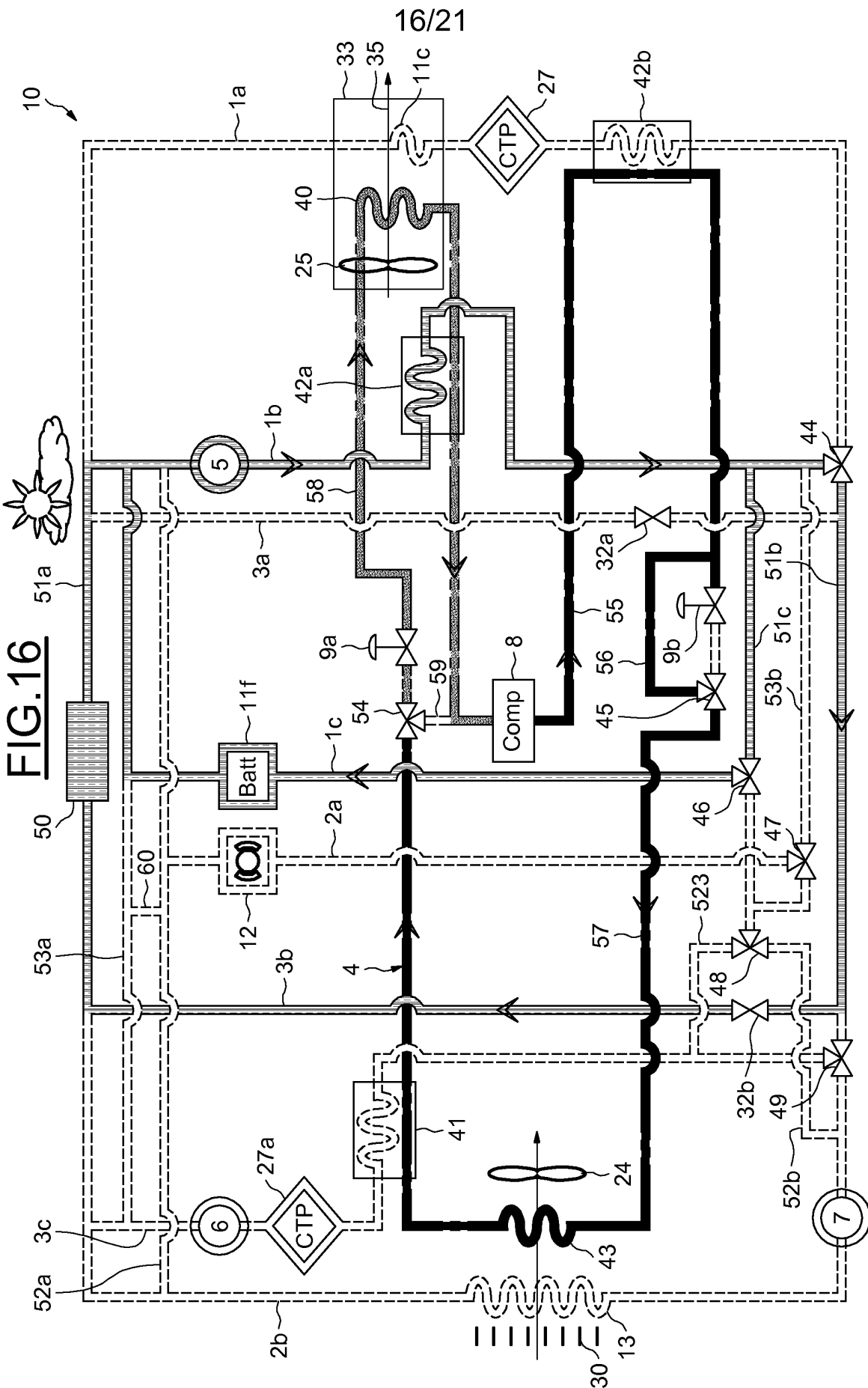


FIG. 16

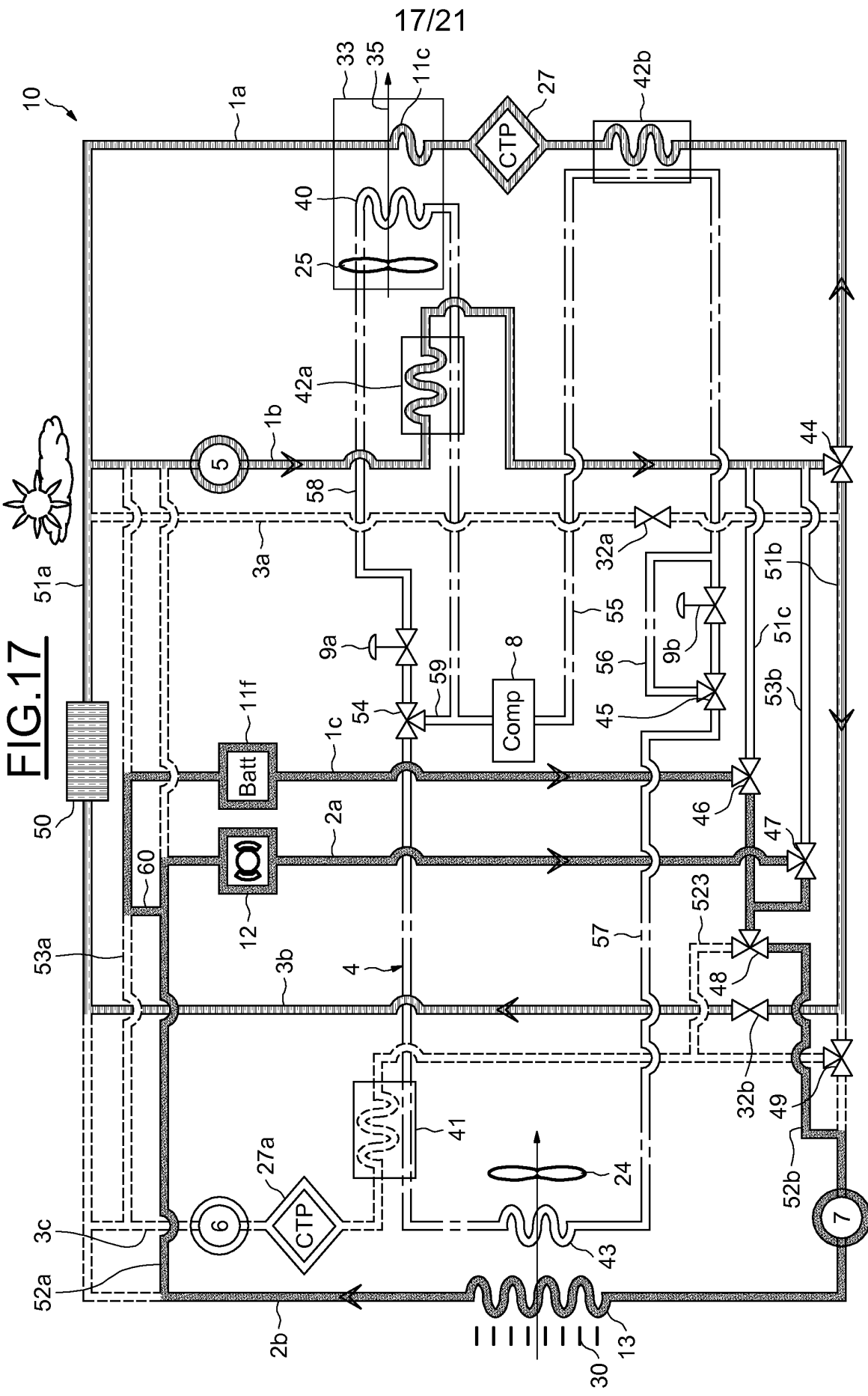


FIG. 17

17/21

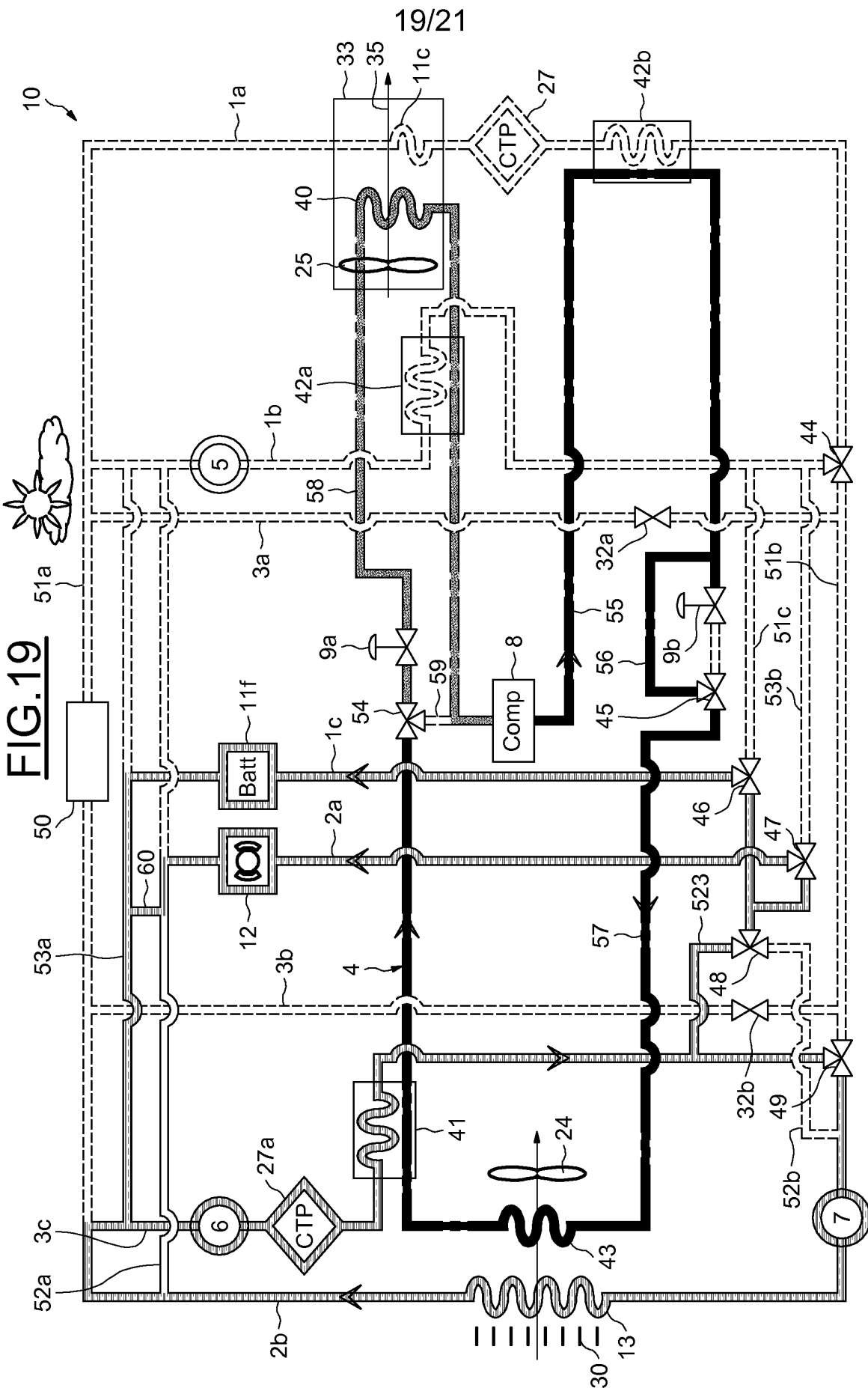
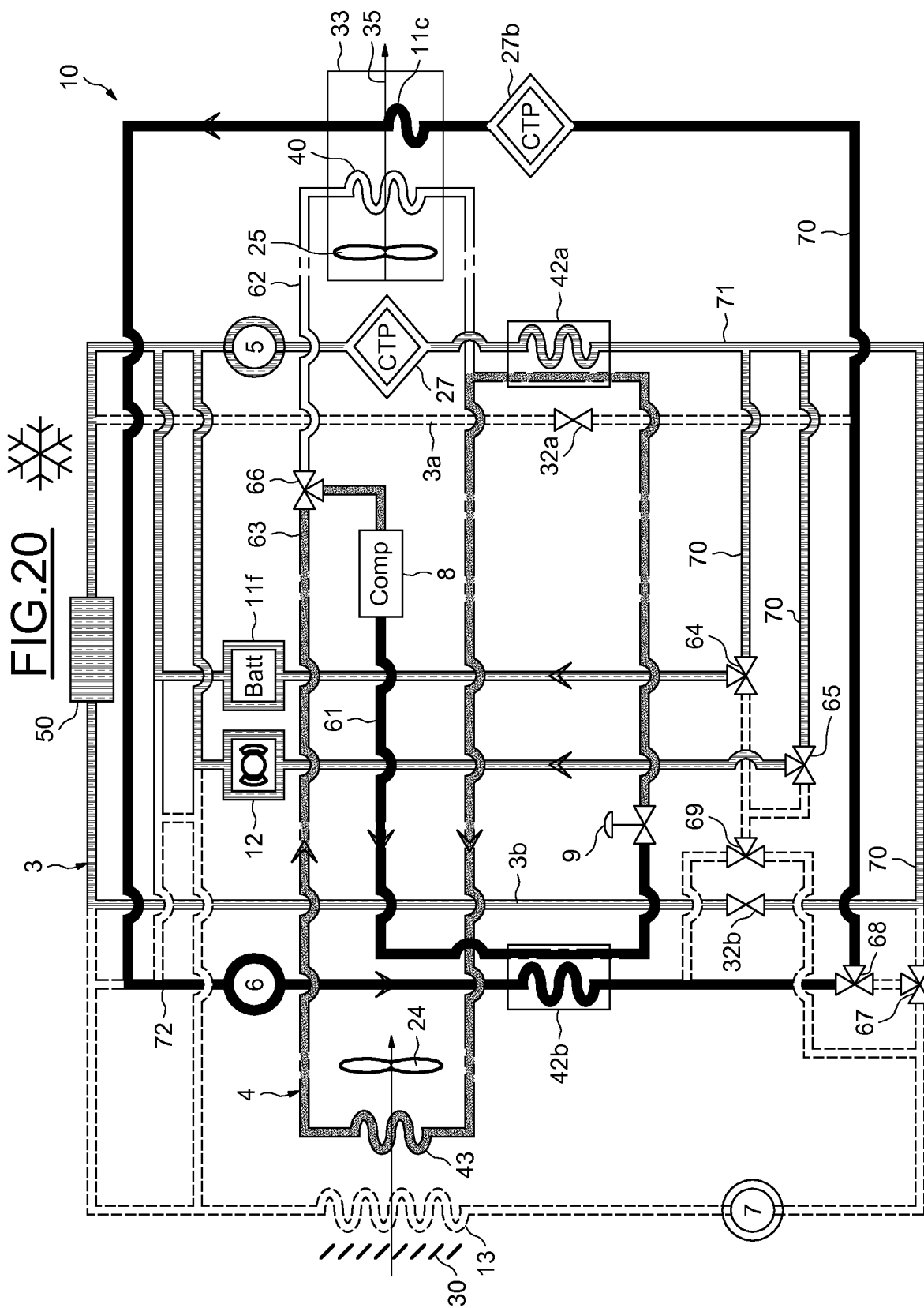


FIG. 19

19/21



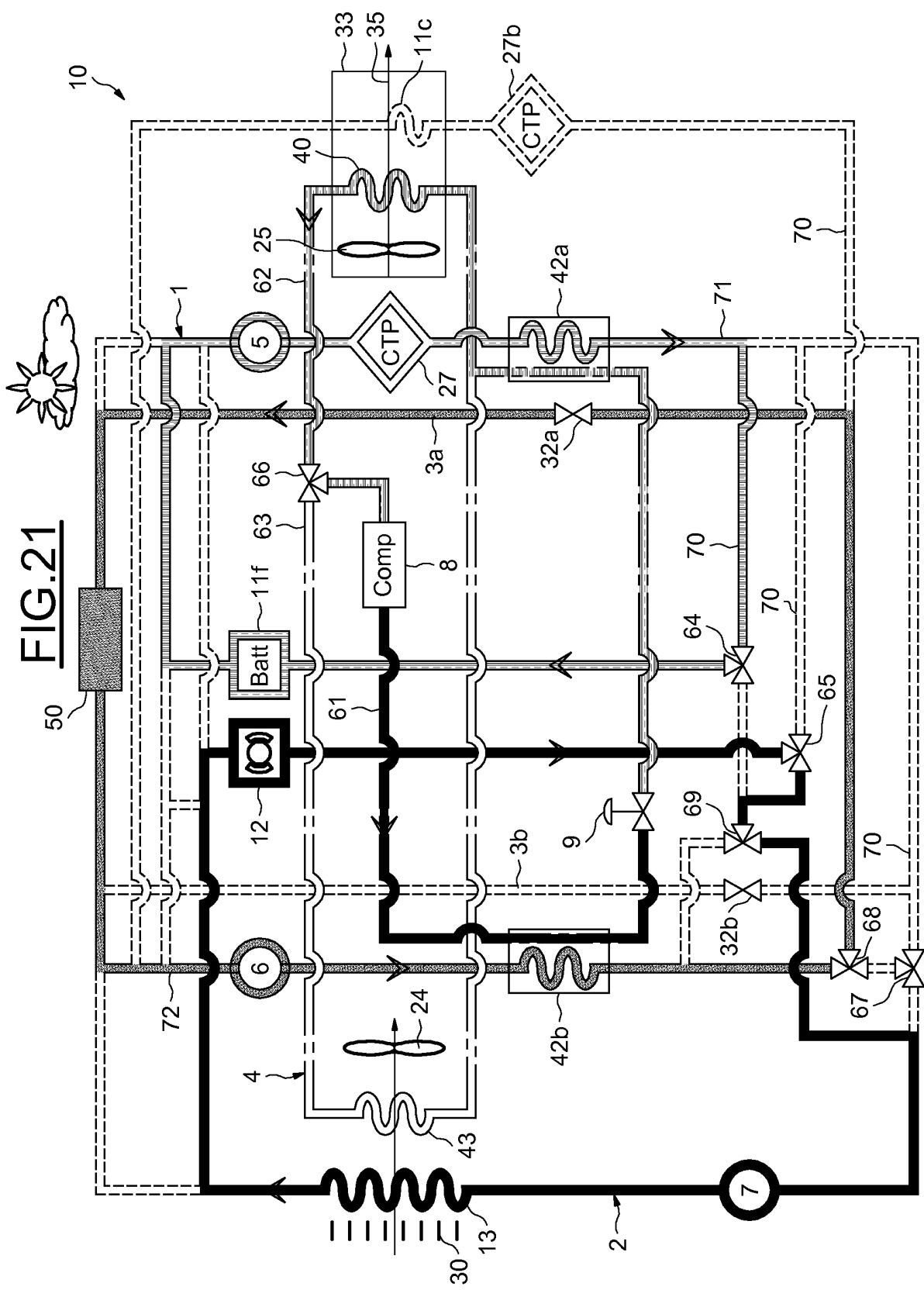


FIG. 21



**RAPPORT DE RECHERCHE
PRÉLIMINAIRE**

N° d'enregistrement national

établi sur la base des dernières revendications déposées avant le commencement de la recherche

FA 726728
FR 0955566

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
X	DE 196 09 048 A1 (DAIMLER BENZ AG [DE]; MC MICRO COMPACT CAR AG [CH]) 11 septembre 1997 (1997-09-11) * le document en entier *	1-12	B60H1/00 B60K6/20 B60W20/00
X	DE 199 12 139 C1 (DAIMLER CHRYSLER AG [DE]) 25 mai 2000 (2000-05-25) * colonne 3, ligne 58 - colonne 10, ligne 61 * * figures *	1,10	
A	DE 30 19 786 A1 (WEBASTO WERK BAIER KG W [DE]) 3 décembre 1981 (1981-12-03) * abrégé; figures *	1,10	
D,A	EP 1 302 731 A (PEUGEOT CITROEN AUTOMOBILES SA [FR]) 16 avril 2003 (2003-04-16) * abrégé; figures *	1,10	
D,A	FR 2 850 060 A (RENAULT SA [FR]) 23 juillet 2004 (2004-07-23) * abrégé; figures *	1,10	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC) B60H
D,A	FR 2 709 097 A (DAIMLER BENZ AG [DE]) 24 février 1995 (1995-02-24) * abrégé; figures *	1,10	
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
21 janvier 2010		Mattias Grenbäck	
<p>CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS</p> <p>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</p> <p>T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant</p>			

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 0955566 FA 726728**

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche préliminaire visé ci-dessus.

Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du **21-01-2010**

Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
DE 19609048	A1	11-09-1997	CH 691585 A5 FR 2745759 A1	31-08-2001 12-09-1997

DE 19912139	C1	25-05-2000	AUCUN	

DE 3019786	A1	03-12-1981	AUCUN	

EP 1302731	A	16-04-2003	DE 60223979 T2 FR 2830927 A1	18-12-2008 18-04-2003

FR 2850060	A	23-07-2004	AUCUN	

FR 2709097	A	24-02-1995	DE 4327866 C1 GB 2281965 A IT RM940537 A1 US 5483807 A	22-09-1994 22-03-1995 20-02-1995 16-01-1996
