

⑤④ PROCÉDE DE TRAITEMENT THERMIQUE D'UN HABITACLE ET D'UN DISPOSITIF DE STOCKAGE ELECTRIQUE D'UN VEHICULE AUTOMOBILE.

②② Date de dépôt : 31.01.18.

③③ Priorité :

⑥⑥ Références à d'autres documents nationaux apparentés :

☐ Demande(s) d'extension :

⑦① Demandeur(s) : VALEO SYSTEMES THERMIQUES
Société par actions simplifiée — FR.

④③ Date de mise à la disposition du public
de la demande : 02.08.19 Bulletin 19/31.

④⑤ Date de la mise à disposition du public du
brevet d'invention : 17.01.20 Bulletin 20/03.

⑤⑥ Liste des documents cités dans le rapport de
recherche :

Se reporter à la fin du présent fascicule

⑦② Inventeur(s) : YAHIA MOHAMED, KARL STEFAN,
AKIKI ROLAND, LIU JIN-MING, NICOLAS
BERTRAND, CHARBONNELLE FRANCOIS,
ETIENNE ERWAN, JOUANNY PHILIPPE, SAAB
SAMER et GESSIER BERTRAND.

⑦③ Titulaire(s) : VALEO SYSTEMES THERMIQUES
Société par actions simplifiée.

⑦④ Mandataire(s) : VALEO SYSTEMES THERMIQUES.



Le domaine de la présente invention est celui du traitement thermique de différentes zones ou composants d'un véhicule automobile. La présente invention se rapporte plus précisément au traitement thermique de l'habitacle et au traitement thermique d'un dispositif de stockage électrique d'un tel véhicule. La
5 présente invention trouve une application privilégiée, mais non exclusive, dans le domaine des véhicules automobiles mus au moins en partie par un moteur électrique.

Les véhicules automobiles sont couramment équipés d'un circuit de fluide réfrigérant utilisé pour chauffer ou refroidir différentes zones ou différents
10 composants du véhicule. Il est notamment connu d'utiliser ce circuit de fluide réfrigérant pour traiter thermiquement un flux d'air envoyé dans l'habitacle du véhicule équipé d'un tel circuit et, ainsi, établir et/ou maintenir un niveau de température prédéfini au sein de cet habitacle.

Dans une autre application, il est connu d'utiliser un tel circuit pour refroidir
15 un dispositif de stockage électrique du véhicule, ce dispositif de stockage électrique étant utilisé notamment pour fournir une énergie à un moteur électrique capable de mettre en mouvement le véhicule. Le circuit de fluide réfrigérant fournit alors l'énergie capable de refroidir le dispositif de stockage électrique pendant son utilisation en phases de roulage. Le dimensionnement de ce circuit de fluide
20 réfrigérant permet de refroidir ce dispositif de stockage électrique pour des températures qui restent modérées.

Lors des phases d'arrêt du véhicule, il convient de charger le dispositif de stockage électrique, et il est notamment connu de réaliser cette charge en raccordant le dispositif de stockage pendant plusieurs heures au réseau électrique
25 domestique. Cette technique de charge ne génère pas de surchauffe particulière du dispositif de stockage électrique, de sorte qu'il est possible de maintenir la température du dispositif de stockage électrique en dessous d'un certain seuil, ce qui permet de se passer de tout système de refroidissement spécifique du dispositif de stockage électrique.

30 Une nouvelle technique de charge a fait son apparition récemment, visant à charger le dispositif de stockage électrique en un temps maximum de vingt à trente

minutes. Elle consiste à charger le dispositif de stockage électrique sous une tension et un ampérage élevés. Cette charge, dite charge rapide, implique un échauffement du dispositif de stockage électrique qu'il convient de traiter. Par ailleurs, il faut considérer la possibilité que les occupants du véhicule restent à l'intérieur de ce dernier pendant tout ou partie du temps de charge mentionné ci-dessus. Il faut alors également traiter thermiquement l'habitacle pendant cette charge rapide, afin de maintenir des conditions de confort acceptables par les occupants, notamment quand la température extérieure au véhicule dépasse 35°C. Ces deux demandes en refroidissement impliquent un dimensionnement du système qui le rend peu compatible avec les contraintes des véhicules automobiles actuels.

Le problème technique réside donc dans la capacité simultanée à dissiper les calories générées par le dispositif de stockage électrique pendant la charge rapide et à maintenir un niveau de refroidissement sensiblement constant dans l'habitacle, tout en limitant la consommation et/ou l'encombrement d'un système capable de remplir simultanément ces deux fonctions.

L'invention s'inscrit dans ce contexte et propose une solution technique qui concourt à l'atteinte de ces objectifs, c'est-à-dire maintenir le dispositif de stockage électrique en-dessous d'une température seuil pendant une phase de charge rapide tout en maintenant les performances de traitement thermique et, notamment, de refroidissement, de l'habitacle, attendues par l'occupant du véhicule.

Dans ce but, l'invention a pour objet un procédé de traitement thermique d'un habitacle et d'un dispositif de stockage électrique d'un véhicule tracté au moins en partie par un moteur électrique, le véhicule automobile mettant en œuvre au moins un circuit de fluide réfrigérant qui comprend au moins un premier échangeur thermique dédié au traitement thermique du dispositif de stockage électrique et un deuxième échangeur thermique dédié au traitement thermique de l'habitacle du véhicule, le procédé mettant en œuvre alternativement une première étape d'alimentation en fluide réfrigérant du premier échangeur thermique et une deuxième étape d'alimentation en fluide réfrigérant du deuxième échangeur thermique.

Selon différents types de véhicules auxquels l'invention s'applique, le dispositif de stockage électrique peut être constitué d'une batterie ou d'un ensemble de batteries.

5 Dans ce qui suit, on entend par traitement thermique de l'habitacle du véhicule l'ensemble des opérations ayant pour résultat d'établir et/ou de maintenir, par exemple, un niveau de température et/ou un niveau de ventilation prédéfinis au sein de cet habitacle, et on entend par traitement thermique du dispositif de stockage électrique l'ensemble des opérations visant à refroidir celui-ci, par exemple lors d'opérations de charge de celui-ci.

10 Dans le cadre de la présente invention, on entend plus particulièrement par phase de charge rapide du dispositif de stockage électrique une opération d'apport extérieur d'énergie à ce dernier, réalisée par une station de charge statique délivrant, par exemple, un courant d'une intensité supérieure à environ 400 Ampères sous une tension supérieure à environ 800 Volts pendant toute la durée
15 de la charge. Il s'agit donc d'une station de charge configurée pour réaliser une charge dite rapide, c'est-à-dire en une durée maximale de l'ordre de vingt à trente minutes environ.

Avantageusement, l'invention prévoit que la première étape et la deuxième étape précitées s'alternent pendant une durée prédéfinie, par exemple durant une
20 opération de charge rapide du dispositif de stockage électrique, soit quelques dizaines de minutes. En d'autres termes, si l'on désigne sous la dénomination de "cycle" une alternance d'une première étape d'alimentation en fluide réfrigérant du premier échangeur thermique et d'une deuxième étape d'alimentation en fluide réfrigérant du deuxième échangeur thermique, l'invention prévoit une succession
25 de tels cycles pendant une durée prédéfinie, par exemple celle d'une opération de charge rapide du dispositif de stockage électrique.

Le fait d'alimenter alternativement en fluide réfrigérant le premier échangeur thermique ou le deuxième échangeur thermique a pour résultat, pendant l'étape concernée, de consacrer la totalité de la puissance frigorifique du circuit de fluide réfrigérant à l'un ou l'autre des éléments du véhicule refroidis par l'échangeur
30 thermique concerné, à savoir le dispositif de stockage électrique pour le premier

échangeur thermique et l'habitacle du véhicule pour le deuxième échangeur thermique.

Autrement dit, la puissance frigorifique disponible, pendant la première étape du procédé selon l'invention, pour le refroidissement du dispositif de stockage électrique, est supérieure à la puissance frigorifique disponible pour cette même opération lorsque le premier échangeur thermique et le deuxième échangeur thermique sont simultanément alimentés en fluide réfrigérant. De même, la puissance frigorifique disponible, pendant la deuxième étape du procédé selon l'invention, pour le traitement thermique de l'habitacle du véhicule, est supérieure à la puissance frigorifique disponible pour cette même opération lorsque le premier échangeur thermique et le deuxième échangeur thermique sont simultanément alimentés en fluide réfrigérant. En d'autres termes, l'alternance de la première étape et de la deuxième étape du procédé selon l'invention conduit à des augmentations temporaires successives de la puissance frigorifique dédiée, respectivement, au refroidissement du dispositif de stockage électrique et au traitement thermique de l'habitacle du véhicule.

Par ailleurs, le premier échangeur thermique est avantageusement configuré pour réaliser le refroidissement du dispositif de stockage électrique à une première température supérieure à une deuxième température à laquelle le deuxième échangeur thermique est soumis pour réaliser l'échange thermique requis pour réaliser le traitement thermique ou, plus précisément, le refroidissement, de l'habitacle du véhicule. A titre d'exemples non limitatifs, le premier échangeur thermique est avantageusement configuré pour réaliser un échange thermique à une première température comprise entre environ 10 et 20 degrés Celsius, et le deuxième échangeur thermique est avantageusement configuré pour réaliser un échange thermique à une deuxième température de l'ordre de quelques degrés Celsius, par exemple inférieure à 5°C.

De plus, en raison, notamment, de son inertie thermique, le refroidissement comme l'échauffement du dispositif de stockage électrique requièrent une durée plus importante que l'échauffement et/ou le refroidissement réalisés au moyen du deuxième échangeur thermique dédié au traitement thermique de l'habitacle du véhicule.

Il s'ensuit que, lorsque le premier et le deuxième échangeurs thermiques sont simultanément alimentés en fluide réfrigérant, c'est l'opération d'échange thermique réalisée au sein du deuxième échangeur thermique, c'est-à-dire l'opération d'échange thermique plus spécifiquement dédiée au traitement thermique de l'habitacle du véhicule, qui limite, thermodynamiquement, la puissance totale du circuit de fluide réfrigérant.

Il résulte de ce qui précède que, durant la première étape du procédé selon l'invention, le deuxième échangeur thermique n'étant pas alimenté en fluide réfrigérant, la puissance frigorifique totale développée par le circuit de fluide réfrigérant n'est plus limitée par le cycle thermodynamique qui se déroule dans ce deuxième échangeur thermique. Ceci a pour conséquence que la puissance frigorifique totale développée par le circuit de fluide réfrigérant sera supérieure, durant la première étape du procédé selon l'invention, à la puissance frigorifique totale développée par ce même circuit de fluide réfrigérant lorsque le premier échangeur thermique et le deuxième échangeur thermique sont simultanément alimentés en fluide réfrigérant.

Selon l'invention, des composants du circuit de fluide réfrigérant sont pilotés pour porter le fluide réfrigérant à une première pression lors de la première étape et pour porter le fluide réfrigérant à une deuxième pression lors de la deuxième étape. De la sorte, on vise à faire passer dans chaque échangeur thermique, alternativement alimentés, le fluide réfrigérant à une pression optimale pour le fonctionnement thermique de cet échangeur.

Notamment, le fluide réfrigérant est porté à une première pression de valeur sensiblement égale à 5 bars lors de la première étape et l'alimentation en fluide réfrigérant uniquement de l'échangeur thermique associé au traitement thermique du dispositif de stockage électrique, et le fluide réfrigérant est porté à une deuxième pression de valeur sensiblement égale à 3 bars lors de la deuxième étape et l'alimentation en fluide réfrigérant uniquement de l'échangeur thermique associé au traitement thermique de l'habitacle.

Avantageusement, l'invention présente une ou plusieurs des caractéristiques suivantes, prises séparément ou en combinaison :

- la durée totale d'un cycle du procédé selon l'invention, c'est-à-dire, comme défini précédemment, d'une alternance d'une première étape et d'une deuxième étape du procédé selon l'invention, est de l'ordre de quelques minutes, par exemple environ 2 à 5 minutes. Lors d'une opération de charge rapide destinée à durer
 5 entre environ 20 et 30 minutes, il sera donc possible de réaliser successivement plusieurs cycles, c'est-à-dire plusieurs alternances de la première étape et de la deuxième étape du procédé selon l'invention, par exemple environ 6 à 10 cycles.

- la première durée de la première étape du procédé selon l'invention représente entre 20 et 80% d'une durée correspondant à la somme de la durée de
 10 mise en œuvre de la première étape et de la deuxième étape du procédé selon l'invention. En d'autres termes, la durée de la première étape du procédé selon l'invention représente entre 20 et 80% de la durée d'un cycle tel que précédemment défini.

- une première durée de la première étape est supérieure à une deuxième
 15 durée de la deuxième étape. Comme il a été indiqué précédemment, lors de la première étape du procédé selon l'invention, la puissance frigorifique totale développée par le circuit de fluide réfrigérant est supérieure à la puissance frigorifique totale développée par ce même circuit de fluide réfrigérant lorsque le premier échangeur thermique et le deuxième échangeur thermique sont
 20 simultanément alimentés en fluide réfrigérant. Il résulte de ce qui précède que, la durée de la première étape étant supérieure ou égale à la durée de la deuxième étape du procédé selon l'invention, la puissance frigorifique totale moyenne développée par le circuit de fluide réfrigérant au cours d'un cycle tel que précédemment défini sera strictement supérieure à la puissance totale développée
 25 par ce circuit de fluide réfrigérant lorsque le premier échangeur thermique et le deuxième échangeur thermique sont simultanément alimentés en fluide réfrigérant. En d'autres termes, le procédé selon l'invention, mis en œuvre pendant une opération de charge rapide du dispositif de stockage électrique, permet de réaliser une augmentation de la puissance frigorifique totale moyenne développée
 30 par le circuit de fluide réfrigérant pendant la durée de cette opération de charge rapide.

- le procédé selon l'invention comprend une étape de stockage thermique de frigories qui est générée lors de la deuxième étape au passage du fluide réfrigérant. En effet, comme il a été indiqué précédemment, lors de la deuxième étape du procédé selon l'invention, la totalité de la puissance frigorifique développée par le circuit de fluide réfrigérant est consacrée au traitement thermique réalisé par le deuxième échangeur thermique, et cette puissance frigorifique est supérieure à la puissance frigorifique consacrée à ce deuxième échangeur thermique lorsque ce dernier est simultanément alimenté en fluide réfrigérant avec le premier échangeur thermique. Autrement dit, lors de la deuxième étape du procédé selon l'invention, le deuxième échangeur thermique reçoit, de la part du circuit de fluide réfrigérant, un supplément de frigories par rapport aux frigories que ce deuxième échangeur thermique reçoit lorsqu'il est simultanément alimenté en fluide réfrigérant avec le premier échangeur thermique, c'est-à-dire par rapport au strict besoin en frigories nécessaire pour assurer le traitement thermique de l'habitacle du véhicule en dehors de toute opération de charge rapide du dispositif de stockage électrique. Pour mémoire, on désigne sous le terme de frigorie toute quantité d'énergie fournie ou utilisée pour abaisser la température, par exemple, du dispositif de stockage électrique ou de l'habitacle du véhicule. Il est dès lors avantageux de réaliser une opération de stockage de frigories, notamment dans le but d'utiliser par la suite cette énergie lors d'une nouvelle première phase d'alimentation dans laquelle le fluide réfrigérant n'alimente plus le deuxième échangeur thermique.

- l'étape de stockage thermique de frigories générée lors de la deuxième étape au passage du fluide réfrigérant peut être suivie par une étape de déstockage, ou de décharge, de ces frigories dans un flux d'air lors de la première étape succédant à ladite deuxième étape. Notamment, il est dès lors possible de refroidir un flux d'air passant dans le deuxième échangeur thermique en vue du traitement thermique de l'habitacle alors que le fluide réfrigérant est consacré au traitement thermique du dispositif de stockage électrique.

- le stockage de frigories créées lors de la deuxième étape du procédé selon l'invention et la décharge de ces frigories lors de la première étape sont réalisés au moyen d'un stockeur thermique. Ce stockeur thermique est configuré pour stocker

les frigories précitées afin de les restituer ultérieurement. Avantageusement, le stockeur thermique se présente sous la forme d'un échangeur de chaleur mettant en œuvre au moins un matériau à changement de phase. Selon un exemple avantageux de réalisation, le matériau à changement de phase mis en œuvre dans le stockeur thermique présente un point de fusion compris entre 20 et 40 degrés Celsius. Selon une première variante de réalisation, un tel stockeur thermique est agencé, au sein du circuit de fluide réfrigérant, au voisinage immédiat du deuxième échangeur thermique, c'est-à-dire que, par exemple, une sortie du deuxième échangeur thermique est directement reliée à une entrée du stockeur thermique.

10 Selon une deuxième variante de réalisation, un tel stockeur thermique se présente sous la forme d'un module spécifique intégré au deuxième échangeur thermique.

- le procédé selon l'invention comprend une étape de détermination d'un besoin en charge du dispositif de stockage électrique. Par exemple, cette étape de détermination d'un besoin en charge du dispositif de stockage électrique comprend

15 une première sous-étape de mesure de l'énergie stockée au sein de dispositif de stockage électrique. A titre d'exemple non exclusif, cette mesure peut être réalisée par un module de contrôle et de mesure du dispositif de stockage électrique, à des intervalles de temps, réguliers ou non, préalablement définis. L'étape de détermination d'un besoin en charge du dispositif de stockage électrique comprend

20 avantageusement également une deuxième sous-étape de comparaison de l'énergie stockée dans le dispositif de stockage électrique avec une valeur seuil d'énergie préalablement définie. Le besoin en charge est défini lorsque l'énergie stockée au sein du dispositif de stockage électrique est inférieure à la valeur seuil précitée. A titre d'exemple non limitatif, la valeur seuil pourra être fixée à quelques pourcents

25 ou quelques dizaines de pourcents de l'énergie totale que le dispositif de stockage électrique peut stocker, par exemple 30% : le besoin en charge sera alors défini lorsque l'énergie stockée dans le dispositif de stockage électrique est inférieure à 30% de l'énergie totale que ce dispositif de stockage électrique peut accumuler.

- la mise en œuvre du premier échangeur thermique ou du deuxième échangeur thermique, c'est-à-dire l'alimentation en fluide réfrigérant du premier ou du deuxième échangeur thermique, est réalisée par le pilotage d'un premier organe de détente dont une sortie est raccordée à une entrée du premier échangeur

30

thermique, et d'un deuxième organe de détente dont une sortie est raccordée à une entrée du deuxième échangeur thermique.

- la succession d'alternances de la première et de la deuxième étape du procédé selon l'invention est gouvernée par un calculateur qui contrôle le circuit de fluide réfrigérant. Plus précisément, ce calculateur est configuré pour piloter l'état du premier organe de détente et du deuxième organe de détente précités.

Par l'augmentation de la puissance frigorifique totale moyenne développée par le circuit de fluide réfrigérant pendant la mise en œuvre du procédé tel qu'il vient d'être décrit, d'une part, ainsi que, d'autre part, par l'augmentation temporaire, alternativement, de la puissance frigorifique plus spécifiquement dédiée au refroidissement du dispositif de stockage électrique ou au traitement thermique de l'habitacle du véhicule, l'invention atteint bien le but qu'elle s'était fixé, à savoir, pendant une opération de charge rapide du dispositif de stockage électrique, réaliser efficacement le refroidissement de ce dernier tout en maintenant les performances de traitement thermique de l'habitacle du véhicule attendues par les occupants de ce dernier.

- le circuit de fluide réfrigérant mis en œuvre dans le cadre du procédé selon l'invention comprend avantageusement au moins une branche principale comprenant au moins un dispositif de compression et un échangeur de chaleur principal, ainsi qu'une première branche et une deuxième branche qui s'étendent entre un point de divergence et un point de convergence et qui sont disposées en parallèle l'une de l'autre. Avantageusement, la première branche d'un tel circuit de fluide réfrigérant comprend au moins un premier organe de détente et le premier échangeur thermique précité, configuré pour refroidir le dispositif de stockage électrique du véhicule, et la deuxième branche comprend au moins un deuxième organe de détente et le deuxième échangeur thermique précité, configuré pour réaliser le traitement thermique de l'habitacle du véhicule.

Afin de permettre le stockage et le déstockage de frigories, et permettre ainsi le refroidissement de l'air amené à pénétrer dans l'habitacle alors que le fluide réfrigérant est consacré au fonctionnement de l'échangeur thermique associé au refroidissement du dispositif de stockage électrique, un stockeur thermique peut

être prévu. Notamment, ce stockeur thermique peut être intégré dans le deuxième échangeur thermique agencé dans la deuxième branche du circuit de fluide réfrigérant. Ou bien le stockeur thermique peut être agencé dans la deuxième branche du circuit de fluide réfrigérant, sur une branche de dérivation.

- 5 Le deuxième échangeur thermique peut comporter un échangeur thermique principal et un échangeur thermique secondaire, qui peut notamment consister en un pré-évaporateur. L'échangeur thermique principal peut être disposé sur la deuxième branche de sorte qu'il est traversé par le fluide à une deuxième pression et l'échangeur thermique secondaire peut être disposé sur une dérivation agencée
- 10 en parallèle du premier échangeur de chaleur disposé sur la première branche du circuit de fluide réfrigérant de sorte qu'il est traversé par le fluide à une première pression.

L'invention concerne également un ensemble de refroidissement comportant un circuit de fluide réfrigérant tel que décrit précédemment, dans lequel le premier

15 échangeur de chaleur est commun au circuit de fluide réfrigérant et à une boucle de fluide caloporteur sur laquelle est ménagé le dispositif de stockage électrique.

Un stockeur thermique peut être ménagé sur la boucle de fluide caloporteur ou au contact du dispositif de stockage électrique.

D'autres caractéristiques, détails et avantages de l'invention ressortiront plus

20 clairement à la lecture de la description donnée ci-après à titre indicatif, en relation avec des dessins dans lesquels :

- la figure 1 est une vue schématique d'un logigramme présentant différentes étapes du procédé selon l'invention,
- la figure 2 est une représentation schématique de l'évolution de la puissance
- 25 frigorifique d'un circuit de fluide réfrigérant dans lequel le procédé selon l'invention est mis en œuvre,
- la figure 3 est une représentation schématique d'une première variante d'un exemple de réalisation d'un circuit de fluide réfrigérant dans lequel le procédé selon l'invention peut être mis en œuvre,

- les figures 4 et 5 sont des représentations schématiques du circuit de la figure 3 illustrant la circulation du fluide réfrigérant dans le circuit lors d'une première (fig.5) et d'une deuxième (fig.4) étape du procédé,

5 - la figure 6 est une représentation schématique d'une deuxième variante d'un exemple de réalisation d'un circuit de fluide réfrigérant dans lequel le procédé selon l'invention peut être mis en œuvre,

- les figures 7 et 8 sont des représentations schématiques du circuit de la figure 6 illustrant la circulation du fluide réfrigérant dans le circuit lors d'une première (fig.8) et d'une deuxième (fig.7) étape du procédé,

10 - la figure 9 est une représentation schématique d'une troisième variante d'un exemple de réalisation d'un circuit de fluide réfrigérant dans lequel le procédé selon l'invention peut être mis en œuvre,

15 - les figures 10 et 11 sont des représentations schématiques du circuit de la figure 9 illustrant la circulation du fluide réfrigérant dans le circuit lors d'une première (fig.11) et d'une deuxième (fig.10) étape du procédé, et

- la figure 12 est une représentation schématique d'un exemple de réalisation alternative d'un circuit de fluide réfrigérant dans lequel le procédé selon l'invention peut être mis en œuvre.

20 Il faut tout d'abord noter que si les figures exposent l'invention de manière détaillée pour sa mise en œuvre, lesdites figures peuvent bien entendu servir à mieux définir l'invention le cas échéant. Il est également à noter que les mêmes éléments sont désignés par les mêmes repères sur l'ensemble des figures.

25 La figure 1 présente schématiquement les différentes étapes du procédé selon l'invention. Comme indiqué précédemment, le procédé selon l'invention trouve une application particulièrement avantageuse, mais non exclusive, aux véhicules automobiles mûs au moins en partie par un moteur électrique non représenté sur les figures.

Dans une première étape 100 du procédé selon l'invention, un besoin en charge d'un dispositif de stockage électrique 11 est défini. Le dispositif de stockage

électrique 11 est schématiquement représenté sur les figures 3 à 11 qui illustrent successivement trois exemples de réalisation d'un circuit de fluide réfrigérant 1 agencé dans un véhicule automobile dans lequel le procédé selon l'invention est mis en œuvre. La fonction principale du dispositif de stockage électrique 11 est

5 d'accumuler une énergie électrique puis de restituer cette énergie à un ou plusieurs moteurs qui mettent le véhicule en mouvement. Le dispositif de stockage électrique 11 consiste, par exemple, en un pack de batteries regroupant plusieurs cellules électriques configurées pour stocker un courant électrique.

Comme le montre la figure 1, l'étape 100 de détermination d'un besoin en charge du dispositif de stockage électrique 11 comprend avantageusement une

10 première sous-étape 110 de mesure de l'énergie électrique stockée au sein de dispositif de stockage électrique 11. Avantageusement, cette mesure est réalisée par un module de contrôle dédié, non représenté sur les figures, et elle est réalisée à des intervalles de temps, réguliers ou non, préalablement définis.

En référence à la figure 1, l'étape 100 de détermination d'un besoin en charge du dispositif de stockage électrique 11 comprend également une deuxième sous-étape 120 de comparaison de la valeur mesurée d'énergie électrique stockée dans le

15 dispositif de stockage électrique 11 avec une valeur seuil, 130, d'énergie électrique, préalablement définie. Le besoin en charge est requis lorsque l'énergie électrique stockée au sein du dispositif de stockage électrique 11, mesurée lors de la première

20 sous-étape 110, est inférieure à la valeur seuil 130 précitée. A titre d'exemple non limitatif, la valeur seuil 130 pourra être fixée à quelques pourcents ou quelques dizaines de pourcents de l'énergie électrique maximale ou totale que le dispositif de stockage électrique 11 peut stocker, par exemple 30%. Lorsque le besoin d'une

25 charge du dispositif de stockage électrique 11 est confirmé à l'issue de l'étape 100 précitée, le procédé selon l'invention prévoit le démarrage d'une opération de charge rapide 200.

Il convient de rappeler ici que l'opération de charge dans le cadre de laquelle le procédé selon l'invention est plus précisément mis en œuvre est une opération

30 de charge dite "rapide", c'est-à-dire que sa durée maximale est de l'ordre de vingt à trente minutes et qu'elle consiste à alimenter, pendant cette période, le dispositif de stockage électrique 11 avec un courant dont l'intensité est supérieure à environ

400 Ampères sous une tension supérieure à environ 800 Volts. On comprend aisément que l'apport d'énergie réalisé lors d'une telle opération de charge conduit à un échauffement important du dispositif de stockage électrique 11, échauffement qu'il est nécessaire de limiter afin d'éviter tout endommagement du dispositif de
5 stockage électrique 11 et/ou toute dégradation de ses performances.

Les utilisateurs du véhicule peuvent être amenés à rester dans le véhicule lors de l'opération de charge dite « rapide », du fait de la durée réduite de cette opération de charge. Ces utilisateurs peuvent être amenés à faire fonctionner la climatisation du véhicule automobile pendant l'opération de charge dite
10 « rapide », et il convient dès lors de réaliser simultanément un refroidissement du dispositif de stockage électrique et un refroidissement de l'habitacle.

Selon l'invention, l'opération de charge 200 s'accompagne de la réalisation alternée d'une première étape 210 durant laquelle un premier échangeur thermique 10, visible sur les figures 3 à 11, est alimenté par du fluide réfrigérant
15 circulant dans circuit de fluide réfrigérant 1, et d'une deuxième étape 220 durant laquelle un deuxième échangeur thermique 14, visible sur les figures 3 à 11, est alimenté par le fluide réfrigérant précité. Il faut comprendre ici que durant la première étape 210 du procédé selon l'invention, c'est-à-dire lorsque le premier échangeur thermique 10 est alimenté par du fluide réfrigérant, le deuxième
20 échangeur thermique 14 n'est pas alimenté en fluide réfrigérant, et, inversement, lors de la deuxième étape 220 du procédé selon l'invention, c'est-à-dire lorsque le deuxième échangeur thermique 14 est alimenté en fluide réfrigérant, le premier échangeur thermique 10 n'est pas alimenté en fluide réfrigérant. Avantageusement, le premier échangeur thermique 10 est plus spécifiquement
25 dédié au traitement thermique, c'est-à-dire au refroidissement, du dispositif de stockage électrique 11 précédemment cité, et le deuxième échangeur thermique 14 est plus spécifiquement dédié au traitement thermique de l'habitacle du véhicule. Pour rappel, on entend ici par traitement thermique de l'habitacle l'ensemble des opérations visant à établir et/ou à maintenir, au sein de cet habitacle, un niveau
30 prédéfini de température et/ou de ventilation.

Plus précisément, l'invention prévoit que le premier échangeur thermique 10 est alimenté en fluide réfrigérant pendant une première durée, 215, de la première étape 210 précitée, suite à quoi le deuxième échangeur thermique 14 est alimenté en fluide réfrigérant pendant une deuxième durée, 225, de la deuxième étape 220 précitée. On désignera dans ce qui suit sous la dénomination de cycle 230 une alternance d'une première étape 210 et d'une deuxième étape 220 précédemment définies. Un cycle 230 a donc une durée 235 sensiblement égale à la somme de la première durée 215 de la première étape 210 et de la deuxième durée 225 de la deuxième étape 220 précédemment définies. Dans cet exemple, il est décrit que la première étape 210 précède le déclenchement de la deuxième étape 220 après la première durée 215 déterminée, sans que cela soit toutefois limitatif. Le cycle 230 pourrait commencer, sans sortir du contexte de l'invention, par la réalisation de la deuxième étape 220 du procédé selon l'invention associée au refroidissement de l'habitable via le deuxième échangeur thermique 14 et être suivi par la réalisation de la première étape 210 du procédé selon l'invention associée au refroidissement du dispositif de stockage électrique via le premier échangeur thermique 10.

Selon l'invention, l'alternance des cycles 230 se poursuit tout au long de la durée 250 de l'opération de charge 200. Plus précisément, le procédé selon l'invention comprend, à l'issue de chaque deuxième étape 220 d'un cycle 230 tel que précédemment défini, une étape 240 de comparaison de la durée 250 de l'opération de charge, précédemment définie, et de la durée cumulée des différents cycles 230 effectués depuis le démarrage du procédé selon l'invention, la durée cumulée étant égale à la somme des durées des cycles 230 déjà effectués. L'invention prévoit que la succession des cycles 230 précédemment définis se poursuive tant que la durée cumulée précitée est inférieure à la durée 250 de l'opération de charge 200. Avantageusement, une marge de sécurité, non représentée sur la figure 1, peut être appliquée à la durée 250 de l'opération de charge, afin d'assurer que le procédé selon l'invention a cessé lorsque l'opération de charge 200 est terminée. A titre d'exemple non limitatif, la durée 235 d'un cycle 230 tel que précédemment défini peut être de l'ordre d'environ 2 à 5 minutes : il sera donc possible de réaliser plusieurs cycles 230, par exemple six à dix cycles 230, pendant la durée totale 250, d'environ 20 à 30 minutes, d'une opération de charge du dispositif de stockage électrique 11 telle que définie précédemment.

Par ailleurs, l'ensemble de refroidissement est configuré et piloté de manière à ce que l'alternance d'alimentation en fluide réfrigérant de l'un et l'autre des échangeurs thermiques s'accompagne d'une modification alternée correspondante de la pression du fluide réfrigérant amené à circuler dans l'une et l'autre des branches sur lesquelles sont disposées ces échangeurs thermiques. Plus particulièrement, des composants équipant le circuit de fluide réfrigérant, et notamment un compresseur et/ou des organes de détente, sont pilotés pour que le fluide réfrigérant soit amené à une pression permettant des performances thermiques optimales du premier échangeur thermique lorsque le fluide réfrigérant est orienté vers ce premier échangeur thermique, et pour que de façon correspondante, le fluide réfrigérant soit amené à une pression permettant des performances thermiques optimales du deuxième échangeur thermique lorsque le fluide réfrigérant est orienté vers ce deuxième échangeur thermique.

L'alimentation alternée du premier échangeur thermique 10 ou du deuxième échangeur thermique 14 permet, pendant la durée 215, 225, de chacune des étapes, de disposer, pour l'opération d'échange thermique considérée, d'une puissance frigorifique plus importante que celle qui est disponible, pour chacune de ces opérations, lorsque le premier échangeur thermique 10 et le deuxième échangeur thermique 14 sont simultanément alimentés en fluide réfrigérant. Cette alternance accompagnée d'une modification de la pression du fluide réfrigérant amené à circuler dans l'un ou l'autre des échangeurs thermiques permet que l'efficacité du refroidissement du dispositif de stockage électrique 11 s'en trouve augmentée pendant la première étape 210 précédemment définie, de même que l'efficacité du traitement thermique de l'habitacle du véhicule pendant la deuxième étape 220.

La figure 2 illustre schématiquement l'évolution, au cours du temps, de la puissance frigorifique développée par un circuit de fluide réfrigérant 1 mettant en œuvre le procédé selon l'invention. Sur cette courbe figurent, en abscisse, le temps, et, en ordonnée, la puissance frigorifique (en kW) totale développée par un tel circuit de fluide réfrigérant 1 lors de la mise en œuvre du procédé selon l'invention. La figure 2 montre plus particulièrement la succession de trois cycles 230 chacun composé d'une première étape 210 d'une première durée 215 et d'une deuxième étape 220 d'une deuxième durée 225, comme défini précédemment. Chaque cycle

230 présente ainsi une durée totale 235 égale à la somme de la première durée 215 et de la deuxième durée 225, et les trois cycles 230 représentés sur la figure 2 présentent une durée cumulée égale à la somme des durées 235 de chacun des trois cycles 230 représentés, ici égale à la durée totale 250 de l'opération de charge dite

5 « rapide ».

Il est à rappeler ici que le premier échangeur thermique 10, plus spécifiquement dédié au refroidissement du dispositif de stockage 11, est avantageusement configuré pour réaliser ce refroidissement à une première température supérieure à une deuxième température à laquelle le deuxième

10 échangeur thermique 14, plus spécifiquement dédié au traitement thermique de l'habitacle du véhicule, est soumis pour réaliser cette dernière opération.

Comme il a été exposé précédemment, le premier échangeur thermique 10 est, par exemple, avantageusement configuré pour réaliser un échange thermique à une première température 310 comprise entre environ 10 et 20 degrés Celsius, et le

15 deuxième échangeur thermique 14 est, par exemple, avantageusement configuré pour réaliser un échange thermique à une deuxième température 320 de l'ordre de quelques degrés Celsius, par exemple inférieure à 5°C.

En d'autres termes, le premier échangeur thermique 10 est configuré de telle sorte que les performances thermiques correspondantes aux échanges de chaleur

20 réalisés au niveau de cet échangeur sont optimales si le fluide réfrigérant circule à une première basse pression de valeur supérieure à celle de la deuxième basse pression à laquelle doit circuler le fluide réfrigérant pour que les performances thermiques correspondantes aux échanges de chaleur réalisés au niveau du deuxième échangeur thermique soient optimales.

A titre d'exemple non limitatif, afin d'obtenir ces performances thermiques optimales, qui permettent d'obtenir sur la durée de l'opération de charge rapide du dispositif de stockage électrique une puissance frigorifique totale meilleure que celle qui serait développé si les deux échangeurs thermiques étaient alimentés simultanément, le fluide réfrigérant peut être porté à une première basse pression

25 de valeur équivalente à 5 bars lorsqu'il circule pour alimenter le premier échangeur

30

thermique et à une deuxième basse pression de valeur équivalente à 3 bars lorsqu'il circule pour alimenter le deuxième échangeur thermique.

Afin de mettre en avant les avantages de l'invention, il convient de noter que si le premier échangeur thermique 10 et le deuxième échangeur thermique 14 sont
 5 simultanément alimentés en fluide réfrigérant à une pression déterminée, une des opérations d'échange thermique réalisée dans l'un des échangeurs thermiques peut limiter thermodynamiquement la puissance frigorifique totale du circuit de fluide réfrigérant 1. A titre d'exemple non limitatif, lorsque le premier échangeur thermique 10 et le deuxième échangeur thermique 14 sont simultanément
 10 alimentés en fluide réfrigérant à une pression de 3 bars, la puissance frigorifique totale pourra être de l'ordre d'environ 6 kW, dont, par exemple, environ 3 kW seront plus spécifiquement dissipés par l'opération d'échange thermique réalisée au sein du premier échangeur thermique 10, c'est-à-dire plus spécifiquement dédiés au refroidissement du dispositif de stockage électrique 11, et dont environ 3
 15 kW seront plus spécifiquement dissipés par l'opération d'échange thermique réalisée au sein du deuxième échangeur thermique 14, c'est-à-dire plus spécifiquement dédiés au traitement thermique de l'habitacle du véhicule.

Sur la figure 2, on a rendu visible que la puissance frigorifique totale développée par le circuit de fluide réfrigérant 1 lors de la première étape 210 du
 20 procédé selon l'invention, c'est-à-dire lorsque le premier échangeur thermique 10 est alimenté en fluide réfrigérant alors que le deuxième échangeur thermique 10 ne l'est pas, correspond à une première puissance frigorifique 410, et que la puissance frigorifique totale développée par le circuit de fluide réfrigérant 1 lors de la deuxième étape 220 du procédé selon l'invention, c'est-à-dire lorsque le deuxième
 25 échangeur thermique 14 est alimenté en fluide réfrigérant alors que le premier échangeur thermique 10 ne l'est pas, correspond à une deuxième puissance frigorifique 420.

La première puissance frigorifique 410, développée par le circuit de fluide réfrigérant 1 lors de la première étape 210 du procédé selon l'invention, est
 30 supérieure à la deuxième puissance frigorifique totale 420 précédemment définie.

A titre d'exemple non exclusif, la première puissance frigorifique totale 410 pourra être de l'ordre de 12 kW.

Le circuit de fluide réfrigérant 1 développe donc alternativement, lors d'un cycle 230 tel que précédemment défini, la deuxième puissance frigorifique totale 420 pendant la durée 225 de la deuxième étape 220, et la première puissance frigorifique totale 410 pendant la durée 215 de la première étape 210.

A titre d'exemple non limitatif, la première durée 215 de la première étape 210 du procédé selon l'invention peut représenter 20 à 80% de la durée totale 235 d'un cycle 230 tel que précédemment défini. La première durée 215 de la première étape 210 peut avantageusement être supérieure à la deuxième durée 225 de la deuxième étape 220 du procédé selon l'invention.

Il résulte alors de ce qui précède que la puissance frigorifique totale moyenne 430 développée par le circuit de fluide réfrigérant 1 lors d'un cycle 230, c'est-à-dire lors d'une alternance de la première étape 210 et de la deuxième étape 220 du procédé selon l'invention, est comprise entre la deuxième puissance frigorifique totale 420 et la première puissance frigorifique totale 410 précédemment définies, et que, notamment, cette puissance frigorifique totale moyenne 430 est supérieure à la deuxième puissance frigorifique 420 précédemment définie. Le procédé selon l'invention permet donc d'augmenter la puissance frigorifique totale moyenne 430 développée par le circuit de fluide réfrigérant 1 lors d'un cycle 230 tel que précédemment défini.

A titre d'exemple non limitatif, pour un circuit de fluide réfrigérant développant, lorsque le premier échangeur thermique 10 et le deuxième échangeur thermique 14 sont simultanément alimentés en fluide réfrigérant, une puissance frigorifique totale, sensiblement égale à la deuxième puissance frigorifique 420 précédemment définie, de l'ordre de 6.5 kW dont 2.5 kW environ dédiés à l'échange thermique réalisé au sein du deuxième échangeur thermique 14, et développant, lors de la première étape 210 du procédé selon l'invention, une deuxième puissance frigorifique 420 de l'ordre d'environ 12 kW, le gain de puissance frigorifique totale moyenne réalisé grâce au procédé selon l'invention, dans le cas où la première durée 215 de la première étape 210 de ce procédé est de

l'ordre de 60 à 65% de la durée totale 235 d'un cycle 230 tel que précédemment défini, pourra atteindre près de 50% par rapport à la puissance frigorifique totale développée par le circuit de fluide réfrigérant 1 lorsque le premier échangeur thermique 10 et le deuxième échangeur thermique 14 sont simultanément alimentés en fluide réfrigérant.

La combinaison de cette augmentation de la puissance frigorifique totale moyenne développée par le circuit de fluide réfrigérant 1 du fait de l'augmentation temporaire, alternativement, de la puissance frigorifique dédiée au refroidissement du dispositif de stockage électrique 11 et au traitement thermique de l'habitacle du véhicule, respectivement lors de la première étape 210 et de la deuxième étape 220 du procédé selon l'invention, permet de garantir, pendant une opération de charge rapide du dispositif de stockage électrique 11, tout à la fois un refroidissement efficace de ce dernier et le maintien des performances de traitement thermique de l'habitacle du véhicule, remplissant ainsi l'objectif que l'invention s'était fixé.

Les figures 3 à 12 illustrent schématiquement un ensemble de refroidissement d'un véhicule automobile comportant un circuit en boucle fermée configurée pour faire circuler en son sein un fluide réfrigérant, ce dernier pouvant être de nature sous-critique ou super-critique.

L'ensemble de refroidissement comporte ici le circuit de fluide réfrigérant 1 et une boucle de fluide caloporteur 50 sur laquelle est ménagé le dispositif de stockage électrique 11.

Le circuit de fluide réfrigérant 1 comprend une branche principale 2, une première branche 4 et une deuxième branche 5 qui sont respectivement en série de la branche principale 2, de sorte à former un circuit fermé où un cycle thermodynamique prend place.

La première branche 4 et la deuxième branche 5 se séparent à un point de divergence 6 et se rejoignent à un point de convergence 7. Entre ces deux points, première branche 4 et deuxième branche 5 forment deux voies de circulation en parallèle du fluide réfrigérant.

La branche principale 2 s'étend du point de convergence 7 jusqu'au point de

divergence 6 et comprend un échangeur de chaleur principal 3 ainsi qu'un dispositif de compression 20. Sur cette branche principale 2, le dispositif de compression 20 est agencé entre le point de convergence 7 et une entrée 30 de l'échangeur de chaleur principal 3.

- 5 Le dispositif de compression 20 permet la mise en circulation du fluide réfrigérant au sein du circuit de fluide réfrigérant 1. Le dispositif de compression 20 peut prendre la forme d'un compresseur électrique, c'est-à-dire un compresseur qui comprend un mécanisme de compression, un moteur électrique et éventuellement un contrôleur. Le mécanisme de compression est mis en rotation
10 par le moteur électrique dont la vitesse de rotation est placée sous la dépendance du contrôleur, celui-ci pouvant être externe ou interne au dispositif de compression concerné.

- L'échangeur de chaleur principal 3 est destiné à être traversé par le fluide réfrigérant et par un flux d'air extérieur. L'échangeur de chaleur principal 3 est le
15 siège d'un échange de calories entre le fluide réfrigérant et le flux d'air extérieur et il peut être utilisé comme condenseur. Cet échangeur de chaleur principal 3 peut être installé en face avant du véhicule équipé du circuit de fluide réfrigérant 1 selon l'invention, et il est, dans cette situation, traversé par le flux d'air extérieur à l'habitacle du véhicule.

- 20 La première branche 4 débute au point de divergence 6, se termine au point de convergence 7, et comprend successivement, entre ces deux points, un premier organe de détente 8 et un premier échangeur thermique 10. Le premier échangeur thermique 10 est ainsi interposé entre une sortie 29 du premier organe de détente 8 et le point de convergence 7, le premier organe de détente 8 étant disposé entre
25 le point de divergence 6 et une entrée 44 du premier échangeur thermique 10. Ce premier échangeur thermique 10 est spécifiquement dédié au traitement thermique du dispositif de stockage électrique 11 précédemment défini.

- Selon le mode de réalisation plus particulièrement illustré par les figures 3 à 12, le premier échangeur thermique 10 est associé thermiquement au dispositif de
30 stockage électrique 11 via une boucle 50 de fluide caloporteur. On parle alors de traitement thermique indirect du dispositif de stockage électrique 11. Le fluide

caloporteur capte ainsi les calories au niveau du dispositif de stockage électrique 11 et les transporte vers le premier échangeur thermique 10. Selon des modes de réalisation alternatifs, le premier échangeur thermique 10 échange directement des calories avec le dispositif de stockage électrique 11, par convection ou par
 5 conduction : on parle alors de traitement thermique direct du dispositif de stockage électrique.

Le premier organe de détente 8 peut être indifféremment un détendeur thermostatique, un détendeur électronique, un orifice tube ou analogue.

La deuxième branche 5 débute au point de divergence 6, se termine au point
 10 de convergence 7, et comprend successivement un deuxième organe de détente 12 et un deuxième échangeur thermique 14. Le deuxième échangeur thermique 14 est ainsi interposé entre une sortie 34 du deuxième organe de détente 12 et le point de convergence 7, le deuxième organe de détente 12 étant disposé entre le point de divergence 6 et une entrée 45 du deuxième échangeur thermique 14.

Le deuxième échangeur thermique 14 est destiné à traiter thermiquement un flux d'air intérieur qui est destiné à être envoyé à l'intérieur de l'habitacle du véhicule. Le deuxième échangeur thermique 14 peut être installé à l'intérieur d'une installation de ventilation, chauffage et/ou climatisation, non représentée sur les figures 3 et 4, qui coopère avec le circuit de fluide réfrigérant 1, pour former un
 15 système de traitement thermique du véhicule automobile. Le deuxième échangeur thermique 14 peut alors être utilisé en tant qu'évaporateur pour refroidir le flux d'air intérieur qui est envoyé dans l'habitacle du véhicule.
 20

Le deuxième organe de détente 12 peut être indifféremment un détendeur thermostatique, un détendeur électronique, un orifice tube ou analogue.

Le dispositif de compression 20 aspire du fluide réfrigérant successivement ou alternativement selon le mode choisi à une première pression BP1, sensiblement égale à une valeur de pression de 5 bars et à une deuxième pression BP2, sensiblement égale à une valeur de pression de 3 bars. Selon le mode choisi de refroidissement du stockage thermique et/ou du confort habitacle la puissance
 25 frigorifique fournie est différente. Elle est supérieure dans le cas du
 30

refroidissement du stockage thermique.

Lors de la mise en œuvre du procédé selon l'invention, le premier échangeur thermique 10 et le deuxième échangeur thermique 14 sont alternativement alimentés en fluide réfrigérant. Et plus particulièrement, le fluide réfrigérant amené à être dirigé alternativement vers le premier ou le deuxième échangeur thermique est porté à une pression appropriée pour le fonctionnement de chacun des échangeurs thermiques.

Le passage en alternance du fluide réfrigérant dans l'une ou l'autre des branches est avantageusement réalisé par le pilotage de l'organe de détente 8, 12, placé dans la branche 4, 5, du circuit de fluide réfrigérant 1 dans laquelle est disposé l'échangeur thermique 10, 14 considéré.

En référence à ces dénominations, lors de la première étape 210 du procédé selon l'invention, le premier organe de détente 8 est piloté pour être dans son état actif, c'est-à-dire pour laisser circuler le fluide réfrigérant dans la première branche 4 précédemment définie, le deuxième organe de détente 12 étant piloté pour être dans son état passif, c'est-à-dire pour interdire tout passage de fluide réfrigérant dans la deuxième branche 5 du circuit de fluide réfrigérant 1. Inversement, lors de la deuxième étape 220 du procédé selon l'invention, c'est le deuxième organe de détente 12 qui est piloté pour être dans son état actif, c'est-à-dire pour laisser circuler le fluide réfrigérant dans la deuxième branche 5 précédemment définie, le premier organe de détente 8 étant piloté pour être dans son état passif, c'est-à-dire pour interdire tout passage de fluide réfrigérant dans la première branche 4 du circuit de fluide réfrigérant 1.

Par ailleurs, tel que cela a pu être évoqué et dans le cadre d'un fluide chimique tel que le fluide R134a par exemple, la première étape 210 du procédé selon l'invention permet le passage de fluide réfrigérant à une pression équivalente à la première pression BP1, de valeur égale à 5 bars optimisée pour le fonctionnement du premier échangeur thermique. Et la deuxième étape 220 du procédé selon l'invention permet le passage de fluide réfrigérant à une pression équivalente à la deuxième pression BP2, de valeur égale à 3 bars optimisée pour le fonctionnement du deuxième échangeur thermique. On comprend qu'un

fonctionnement analogue pourra être prévu à des valeurs différentes de première pression BP1 et de deuxième pression BP2 pour un fluide naturel tel que le R744 par exemple.

Avantageusement, les alternances successives de la première étape 210 et de la deuxième étape 220 du procédé selon l'invention sont gouvernées par un calculateur, non représenté sur les figures, plus particulièrement configuré pour contrôler l'état du premier et du deuxième organes de détente 8, 12.

Comme il a été exposé précédemment, lors de la deuxième étape 220 du procédé selon l'invention, la totalité de la puissance frigorifique développée par un tel circuit de fluide réfrigérant 1 est consacrée à l'opération d'échange thermique effectuée par le deuxième échangeur thermique 14, dédié au traitement thermique de l'habitacle du véhicule, et cette puissance frigorifique totale est supérieure à la puissance frigorifique dédiée à l'opération d'échange thermique effectuée au sein du deuxième échangeur thermique 14 lorsque ce dernier est simultanément alimenté en fluide réfrigérant avec le premier échangeur thermique 10. En d'autres termes, lors de la deuxième étape 220 du procédé selon l'invention, le deuxième échangeur thermique 14 reçoit, de la part du circuit de fluide réfrigérant 1, un supplément de frigories par rapport à celles qu'il reçoit de ce même circuit quand le procédé selon l'invention n'est pas mis en œuvre dans le circuit de fluide réfrigérant 1.

Selon un exemple particulier de mise en œuvre de l'invention, illustré sur la figure 12, ce supplément de frigories peut être dissipé lors de la deuxième étape 220 du procédé selon l'invention, par exemple en augmentant le flux d'air traversant le deuxième échangeur thermique 14.

Selon un autre exemple particulier de mise en œuvre de l'invention, illustré par les figures 3 à 11, un stockeur thermique 610 est agencé sur la deuxième branche 5 du circuit de fluide réfrigérant 1, ici en aval du deuxième échangeur thermique par rapport au sens de circulation du fluide réfrigérant. Le stockeur thermique 610 est avantageusement mis en œuvre lors d'une étape 221 de stockage thermique du procédé selon l'invention, repérée sur la figure 1, réalisée simultanément à la deuxième étape 220 du procédé selon l'invention.

Par ailleurs, et tel que cela est notamment illustré sur les figures 3 à 5, un module de stockage thermique 611, de fonctionnement similaire à celui qui va être décrit ci-après pour le stockeur thermique agencé sur la deuxième branche 5 du circuit de fluide réfrigérant, peut être agencé sur la boucle 50 de fluide caloporteur ou directement au contact du premier échangeur thermique.

On va maintenant décrire plus particulièrement trois variantes d'un exemple de réalisation de circuit de fluide réfrigérant avec stockeur thermique tel qu'il a pu être présenté précédemment, en se référant respectivement aux figures 3 à 5, 6 à 8 et 9 à 11. On comprendra que la description des différentes

Sur la figure 3, selon une première variante, le stockeur thermique 610 est intégré au deuxième échangeur thermique 14. Ceci permet, notamment, de limiter les pertes de charge pouvant résulter de la présence de circuit de dérivation sur lequel disposer le stockeur thermique, et cela permet de restituer, lors de la première étape 210 du procédé, les frigories emmagasinées dans la deuxième étape 220 directement dans l'air passant dans le deuxième échangeur 14.

La figure 4 illustre l'ensemble de refroidissement selon la première variante de la figure 3 tel qu'il est configuré lors de la deuxième étape 220 de l'invention, lors de laquelle on délivre une puissance frigorifique maximum au niveau de l'échangeur thermique associé au refroidissement de l'habitable, et lors de laquelle on réalise une phase de charge du stockeur thermique 610.

Le fluide réfrigérant traverse l'échangeur de chaleur principal 3 pour réaliser un échange thermique avec un premier flux d'air F1 puis est dirigé à travers la deuxième branche 5 en direction du deuxième échangeur thermique 14, via un pilotage approprié des deux organes de détente 8 et 12, pour réaliser un échange thermique avec un deuxième flux d'air F2 pour le refroidissement de l'habitable. Plus particulièrement, le premier organe de détente est piloté pour empêcher le passage de fluide vers la première branche 4 et le deuxième organe de détente 12 est piloté pour permettre le passage de fluide réfrigérant à un débit et une pression déterminés. Le fluide réfrigérant traverse le deuxième échangeur thermique à une basse pression déterminée pour que le deuxième échangeur thermique fonctionne de manière optimale, c'est-à-dire ici une deuxième pression BP2 de valeur égale à

3 bars.

Le stockeur thermique 610 est un échangeur de chaleur mettant en œuvre un matériau à changement de phase dont la température de fusion est sensiblement de l'ordre de la température du fluide réfrigérant lorsque celui-ci aborde, dans sa
5 circulation au sein du circuit de fluide réfrigérant 1, la deuxième branche 5.

Dans cette deuxième étape, la température du fluide réfrigérant est inférieure à la température de fusion du matériau à changement de phase mis en œuvre dans le stockeur thermique 610. Le matériau à changement de phase cède des calories au fluide réfrigérant, ou, autrement dit, capte, au sein du fluide réfrigérant, les
10 frigories correspondantes. Ce phénomène correspond à une charge du stockeur thermique 610. Simultanément, le deuxième flux d'air F2 est refroidi par le fluide réfrigérant.

La figure 5 illustre l'ensemble de refroidissement selon la première variante de la figure 3 tel qu'il est configuré lors de la première étape 210 de l'invention, lors
15 de laquelle on délivre une puissance frigorifique maximum au niveau de l'échangeur thermique associé au refroidissement du dispositif de stockage électrique, et lors de laquelle on réalise une phase de décharge du stockeur thermique 610.

Le fluide réfrigérant traverse l'échangeur de chaleur principal 3 pour réaliser
20 un échange thermique avec un premier flux d'air F1 puis est dirigé à travers la première branche 4 en direction du premier échangeur thermique 10, via un pilotage approprié des deux organes de détente 8 et 12, pour réaliser un échange thermique avec un fluide caloporteur circulant dans la boucle 50 pour le refroidissement du dispositif de stockage électrique 11. Plus particulièrement, le
25 deuxième organe de détente 12 est piloté pour empêcher le passage de fluide vers la deuxième branche 5 et le premier organe de détente 8 est piloté pour permettre le passage de fluide réfrigérant à un débit et une pression déterminés. Le fluide réfrigérant traverse le premier échangeur thermique à une basse pression déterminée pour que le premier échangeur thermique fonctionne de manière
30 optimale, c'est-à-dire ici une première pression BP1 de valeur égale à 5 bars.

Dans cette première étape 210, aucun fluide réfrigérant ne circule dans la deuxième branche 5 de sorte que le deuxième flux d'air F2 ne peut être refroidi par l'intermédiaire de ce fluide réfrigérant. Toutefois, le deuxième flux d'air F2 continue à passer à travers le deuxième échangeur thermique 14, et il lèche lors de ce passage le stockeur thermique intégré dans le deuxième échangeur thermique 14. La température de ce deuxième flux d'air F2 est supérieure à la température de fusion du matériau à changement de phase mis en œuvre dans le stockeur thermique 610. Le matériau à changement de phase cède des frigories au deuxième flux d'air F2. Ce phénomène correspond à une décharge du stockeur thermique 610.

Il faut comprendre ici que les phénomènes de charge et de décharge du stockeur thermique 610 sont distincts, c'est-à-dire qu'ils ne se produisent pas simultanément : selon l'invention, le stockeur thermique 610 se charge lors de la deuxième étape 220 précédemment définie, et il se décharge lors de la première étape 210 précédemment définie. La présence du stockeur thermique 610 permet donc, même lorsque le deuxième échangeur thermique 14 n'est pas alimenté en fluide réfrigérant circulant, de maintenir l'efficacité de l'échange thermique réalisé, au sein de ce deuxième échangeur thermique 14, entre le deuxième flux d'air précédemment défini et le fluide réfrigérant présent, non circulant, dans le deuxième échangeur thermique 14.

La deuxième variante illustrée sur les figures 6 à 8 diffère de ce qui précède en ce que le stockeur thermique 610 n'est plus intégré dans le deuxième échangeur thermique 14. Pour limiter les pertes de charge liées à la présence du stockeur thermique 610, l'invention prévoit dans cette deuxième variante que le stockeur thermique 610 est monté sur une branche de dérivation 620 dans laquelle le fluide réfrigérant peut circuler suite à l'actionnement d'une vanne de by-pass 630. Selon l'exemple de réalisation plus particulièrement illustré par la figure 6, non limitatif, la vanne de by-pass 630 est une vanne à trois voies dont une voie d'entrée 630a, une première voie de sortie 630b et une deuxième voie de sortie 630c. Selon d'autres exemples de réalisation, non représentés par les figures, la vanne de by-pass peut être formée d'un ensemble de vannes et/ou canalisations, sur le modèle d'un manifold de distribution de fluide. La vanne de by-pass 630 est

avantageusement pilotée, par exemple par le calculateur précité, pour contrôler le passage du fluide réfrigérant à travers le stockeur thermique 610. En d'autres termes, la vanne de by-pass 630 est pilotée pour autoriser ou limiter, voire empêcher, le passage du fluide réfrigérant à travers le stockeur thermique 610.

5 Selon l'exemple de réalisation plus particulièrement illustré par la figure 6, le stockeur thermique 610 se trouve sur une branche de dérivation 620 entre un point d'entrée 60 et un point de raccordement 61 du circuit de fluide réfrigérant 1. Avantageusement, la vanne de by-pass 630 constitue le point d'entrée 60 de cette dérivation. Selon l'exemple de réalisation plus particulièrement illustré par la
10 figure 6, le point d'entrée 60 et le point de raccordement 61 précités, aux bornes desquels le stockeur thermique 610 est branché en dérivation, sont placés entre le deuxième échangeur thermique 14 et le point de convergence 7. Lorsque la vanne de by-pass 630 est pilotée pour que son entrée 630a communique avec sa première sortie 630b, elle interdit le passage du fluide réfrigérant à travers le stockeur
15 thermique 610. Lorsque la vanne de by-pass 630 est pilotée pour que son entrée 630a communique avec sa deuxième sortie 630c, elle autorise le passage du fluide réfrigérant au travers de celui-ci, via la branche de dérivation 620.

En sortie du stockeur thermique, le fluide réfrigérant peut rencontrer sur la branche de dérivation 620 un clapet anti-retour 640, permettant le passage du
20 fluide vers le point de raccordement 61. De manière alternative, le fluide réfrigérant peut être dirigée sur une branche alternative de dérivation 650 sur laquelle est ménagée une pompe d'entraînement 660, ainsi qu'un clapet anti-retour 670. La branche alternative de dérivation 650 débouche sur la deuxième branche 5 en amont du deuxième échangeur thermique 14, entre le deuxième
25 organe de détente 12 et le deuxième échangeur thermique 14.

La figure 7 illustre l'ensemble de refroidissement selon la deuxième variante de la figure 6 tel qu'il est configuré lors de la deuxième étape 220 de l'invention, lors de laquelle on délivre une puissance frigorifique maximum au niveau de l'échangeur thermique associé au refroidissement de l'habitable, et lors de laquelle
30 on réalise une phase de charge du stockeur thermique 610.

Le fluide réfrigérant traverse l'échangeur de chaleur principal 3 puis est

dirigé à travers la deuxième branche 5 en direction du deuxième échangeur thermique 14, via un pilotage approprié des deux organes de détente 8 et 12, pour réaliser un échange thermique avec un deuxième flux d'air F2 pour le refroidissement de l'habitacle. Plus particulièrement, le premier organe de détente
 5 est piloté pour empêcher le passage de fluide vers la première branche 4 et le deuxième organe de détente 12 est piloté pour permettre le passage de fluide réfrigérant à un débit et une pression déterminés. Le fluide réfrigérant traverse le deuxième échangeur thermique à une basse pression déterminée pour que le deuxième échangeur thermique fonctionne de manière optimale, c'est-à-dire ici
 10 une deuxième pression BP2 de valeur égale à 3 bars.

En sortie du deuxième échangeur thermique 14, le fluide réfrigérant est dirigé vers la branche de dérivation 620, par l'intermédiaire d'un pilotage approprié de la vanne de by-pass 630, pour passer à travers le stockeur thermique 610. Dans cette phase de charge du stockeur thermique, lors de la deuxième étape 220 du procédé,
 15 le fluide réfrigérant est ensuite amené à circuler, le cas échéant par l'intermédiaire de vannes ici non représentées, en direction du point de raccordement 61 puis du point de convergence 7, vers le compresseur 20. Le passage du fluide réfrigérant à travers le stockeur thermique 610 pendant un temps suffisamment long permet sa charge complète. Dans une variante de réalisation du procédé, il pourra être prévu
 20 des capteurs permettant de mesurer le taux de charge du stockeur thermique, de sorte que la durée de la deuxième étape 220 du procédé soit fonction notamment de ce taux de charge.

La figure 8 illustre l'ensemble de refroidissement selon la deuxième variante de la figure 6 tel qu'il est configuré lors de la première étape 210 de l'invention, lors
 25 de laquelle on délivre une puissance frigorifique maximum au niveau de l'échangeur thermique associé au refroidissement du dispositif de stockage électrique, et lors de laquelle on réalise une phase de décharge du stockeur thermique 610.

Le fluide réfrigérant traverse l'échangeur de chaleur principal 3 pour réaliser
 30 un échange thermique avec un premier flux d'air F1 puis est dirigé à travers la première branche 4 en direction du premier échangeur thermique 10, via un pilotage approprié des deux organes de détente 8 et 12, pour réaliser un échange

thermique avec un fluide caloporteur circulant dans la boucle 50 pour le refroidissement du dispositif de stockage électrique 11. Plus particulièrement, le deuxième organe de détente 12 est piloté pour empêcher le passage de fluide vers la deuxième branche 5 et le premier organe de détente 8 est piloté pour permettre
 5 le passage de fluide réfrigérant à un débit et une pression déterminés. Le fluide réfrigérant traverse le premier échangeur thermique à une basse pression déterminée pour que le premier échangeur thermique fonctionne de manière optimale, c'est-à-dire ici une première pression BP1 de valeur égale à 5 bars.

Dans cette première étape 210, tel que cela vient d'être précisé, le deuxième
 10 organe de détente 12 est piloté pour empêcher le passage de fluide réfrigérant depuis la branche principale 2. Les composants disposés sur la deuxième branche 5 sont pilotés de sorte que la quantité de fluide réfrigérant présent dans la deuxième branche 5 au moment du passage de la deuxième étape à la première étape circule en boucle fermée entre le stockeur thermique 610 et le deuxième
 15 échangeur thermique 14. Notamment, la pompe d'entraînement 660 est pilotée pour forcer le fluide réfrigérant à circuler via la branche de dérivation alternative 650, depuis le stockeur thermique 610, dans lequel le fluide réfrigérant récupère des frigories jusqu'à ce que ce stockeur thermique soit complètement déchargé, jusqu'au deuxième échangeur thermique 14 dans lequel le fluide réfrigérant cède
 20 des frigories au deuxième flux d'air F2 continuant à passer à travers le deuxième échangeur thermique. Ce phénomène correspond à une décharge du stockeur thermique 610.

Comme précédemment, il faut comprendre ici que les phénomènes de charge et de décharge du stockeur thermique 610 sont distincts, c'est-à-dire qu'ils ne se
 25 produisent pas simultanément.

La troisième variante illustrée sur les figures 9 à 11 diffère notamment de ce qui précède dans l'agencement du deuxième échangeur thermique 14 et de la première branche 4 du circuit de fluide réfrigérant. Il convient de noter que cette troisième variante comprend un stockeur thermique qui n'est pas intégré dans le
 30 deuxième échangeur thermique, mais qu'il serait envisageable sans sortir du contexte de l'invention de combiner les variantes.

Le deuxième échangeur thermique 14 comporte un échangeur thermique principal, par exemple un évaporateur, et un échangeur thermique secondaire 140, par exemple un pré-évaporateur. L'échangeur thermique principal est disposé sur la deuxième branche 5 de sorte qu'il interagit avec le stockeur thermique 610, tel que cela a été décrit précédemment, et l'échangeur thermique secondaire 140 est disposé sur une dérivation agencée en parallèle du premier échangeur de chaleur 10 disposé sur la première branche 4 du circuit de fluide réfrigérant. Le deuxième flux d'air F2, représenté sur les figures 9 à 11 dans un sens inverse du sens représenté sur les figures précédentes uniquement pour faciliter la lecture du schéma, traverse dans un premier temps l'échangeur thermique secondaire puis l'échangeur thermique principal.

Le fonctionnement de l'ensemble de refroidissement tel que précédemment décrit, lors de cycles comprenant une succession de premières et de deuxièmes étapes, est reproduit dans cette troisième variante, avec une figure 10 illustrant la circulation du fluide réfrigérant lors de la deuxième étape du procédé, permettant une charge du stockeur thermique pendant que le fluide réfrigérant est amené à circuler dans la branche principale 2 puis dans la deuxième branche 5 à une basse pression équivalente à une deuxième pression BP2, et une figure 11 illustrant la circulation du fluide réfrigérant lors de la première étape du procédé, dans laquelle le fluide réfrigérant est amené à circuler dans la branche principale 2 puis dans la première branche 4 à une basse pression équivalente à une première pression BP1 et dans laquelle une quantité de fluide réfrigérant circule en boucle fermée dans la deuxième branche entre le stockeur thermique et le deuxième échangeur thermique pour décharger les frigories du stockeur thermique dans le deuxième flux d'air.

L'invention telle qu'elle vient d'être décrite et illustrée, notamment, au travers de trois variantes d'un exemple de réalisation d'un circuit de fluide réfrigérant 1 permettant sa mise en œuvre, atteint bien les buts qu'elle s'était fixés, en permettant, lors d'une opération de charge rapide du dispositif de stockage électrique 11, la réalisation du refroidissement de ce dispositif de stockage électrique 11 sans dégradation du confort thermique au sein de l'habitacle du véhicule.

L'invention telle qu'elle vient d'être décrite ne saurait toutefois se limiter aux moyens et configurations exclusivement décrits et illustrés, et s'applique également à tous moyens ou configurations, équivalents et à toute combinaison de tels moyens ou configurations.

REVENDEICATIONS

1. Procédé de traitement thermique d'un habitacle et d'un dispositif (11) de stockage électrique d'un véhicule automobile tracté au moins en partie par un
5 moteur électrique, le véhicule automobile mettant en œuvre au moins un circuit de fluide réfrigérant (1) qui comprend au moins un premier échangeur thermique (10) dédié au traitement thermique du dispositif de stockage électrique (11) et un deuxième échangeur thermique (14) dédié au traitement thermique de l'habitable, le procédé mettant en œuvre alternativement une première étape (210)
10 d'alimentation en fluide réfrigérant du premier échangeur thermique (10) et une deuxième étape (220) d'alimentation en fluide réfrigérant du deuxième échangeur thermique (14).

2. Procédé selon la revendication précédente, au cours duquel des composants du circuit de fluide réfrigérant (1) sont pilotés pour porter le fluide
15 réfrigérant à une première pression (BP1) lors de la première étape (210) et pour porter le fluide réfrigérant à une deuxième pression (BP2) lors de la deuxième étape (220).

3. Procédé selon l'une des revendications précédentes, au cours duquel une étape (221) de stockage thermique de frigories est générée lors de la deuxième
20 étape (220) au passage du fluide réfrigérant, les frigories stockées étant déchargées dans un flux d'air lors de la première étape (210).

4. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel une première durée (215) de la première étape (210) est supérieure à une
deuxième durée (225) de la deuxième étape (220).

5. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel l'alimentation en fluide réfrigérant du premier échangeur thermique (10) ou
25 du deuxième échangeur thermique (14) est réalisée par le pilotage d'un premier organe de détente (8) et d'un deuxième organe de détente (12) du circuit (1) de fluide réfrigérant.

6. Procédé selon la revendication précédente, en combinaison avec la
30

revendication 2, dans lequel la succession d'alternances de la première étape (210) et de la deuxième étape (220), lors desquelles la pression du fluide réfrigérant est modifiée, est gouvernée par un calculateur configuré pour piloter l'état des organes de détente et d'un compresseur (20) ménagé sur le circuit de fluide réfrigérant.

5 **7.** Circuit (1) de fluide réfrigérant configuré pour mettre en œuvre un procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes au sein d'un véhicule tracté au moins en partie par un moteur électrique, le circuit (1) de fluide réfrigérant comprenant au moins : un dispositif de compression (20) et un échangeur de chaleur principal (3), une première branche (4) et une deuxième
10 branche (5) agencées en parallèle l'une par rapport à l'autre entre un point de divergence (6) et un point de convergence (7), la première branche (4) comprenant un premier échangeur thermique (10) destiné à traiter thermiquement un dispositif (11) de stockage électrique du véhicule et la deuxième branche (5) comprenant un deuxième échangeur thermique (14) destiné à traiter
15 thermiquement un habitacle du véhicule.

8. Circuit (1) selon la revendication précédente, dans lequel un stockeur thermique (610) est intégré dans le deuxième échangeur thermique (14) agencé dans la deuxième branche (5) du circuit (1) de fluide réfrigérant.

9. Circuit (1) selon la revendication 7, dans lequel un stockeur thermique
20 (610) est agencé dans la deuxième branche (5) du circuit (1) de fluide réfrigérant, sur une branche de dérivation (620).

10. Circuit (1) selon l'une des revendications 7 à 9, dans lequel le deuxième échangeur thermique (14) comporte un échangeur thermique principal et un échangeur thermique secondaire (140), l'échangeur thermique principal
25 étant disposé sur la deuxième branche (5) de sorte qu'il est traversé par le fluide à une deuxième pression (BP2) et l'échangeur thermique secondaire (140) étant disposé sur une dérivation agencée en parallèle du premier échangeur de chaleur (10) disposé sur la première branche (4) du circuit de fluide réfrigérant de sorte qu'il est traversé par le fluide à une première pression (BP1).

30 **11.** Ensemble de refroidissement comportant un circuit de fluide réfrigérant selon l'une des revendications 7 à 10, dans lequel le premier échangeur de chaleur (10) est commun au circuit de fluide réfrigérant (1) et à une boucle de

fluide caloporteur (50) sur laquelle est ménagé le dispositif de stockage électrique (11).

- 12.** Ensemble de refroidissement selon la revendication précédente, dans lequel un stockeur thermique est ménagé sur la boucle de fluide caloporteur (50)
5 ou au contact du dispositif de stockage électrique (11).

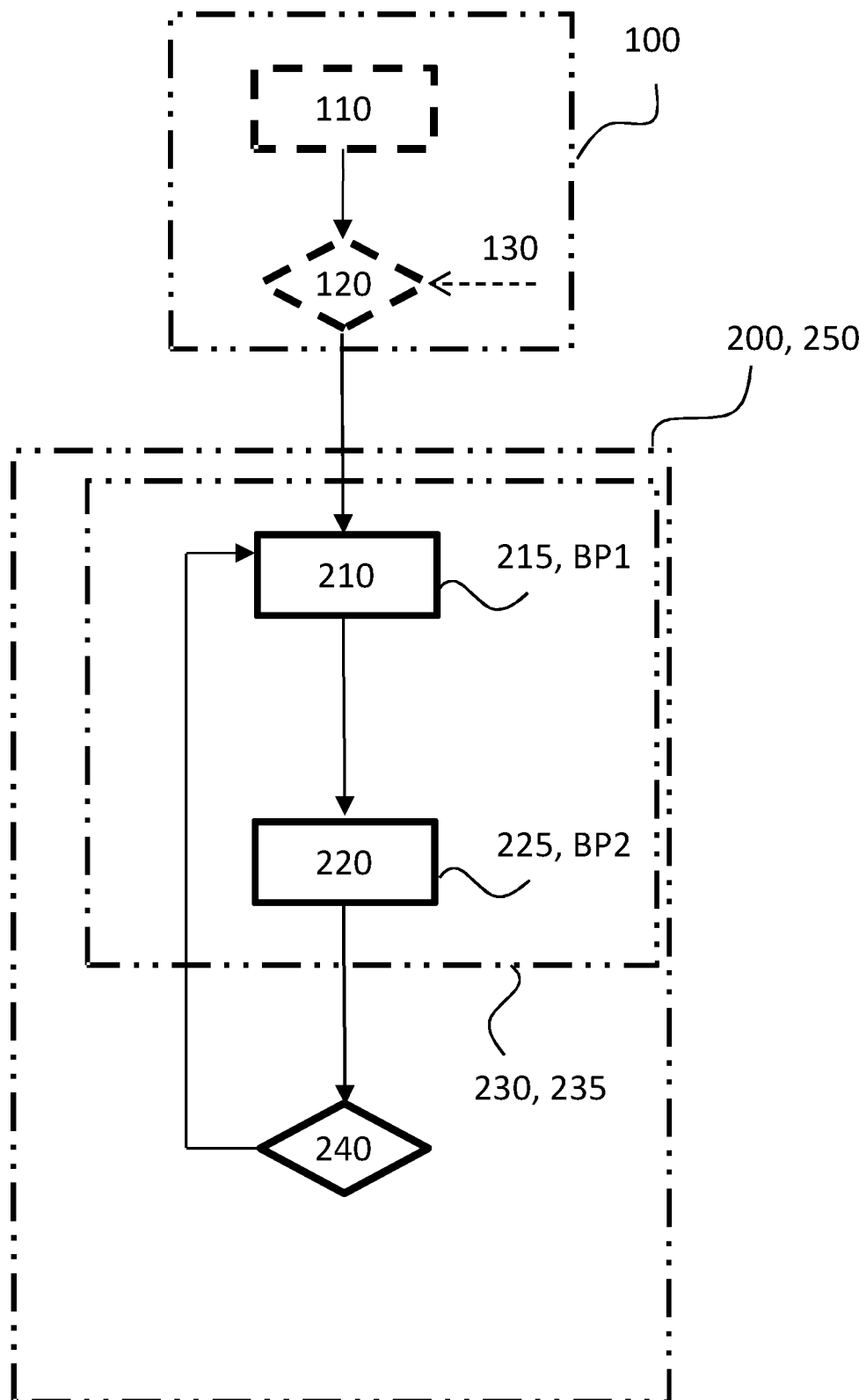


Figure 1

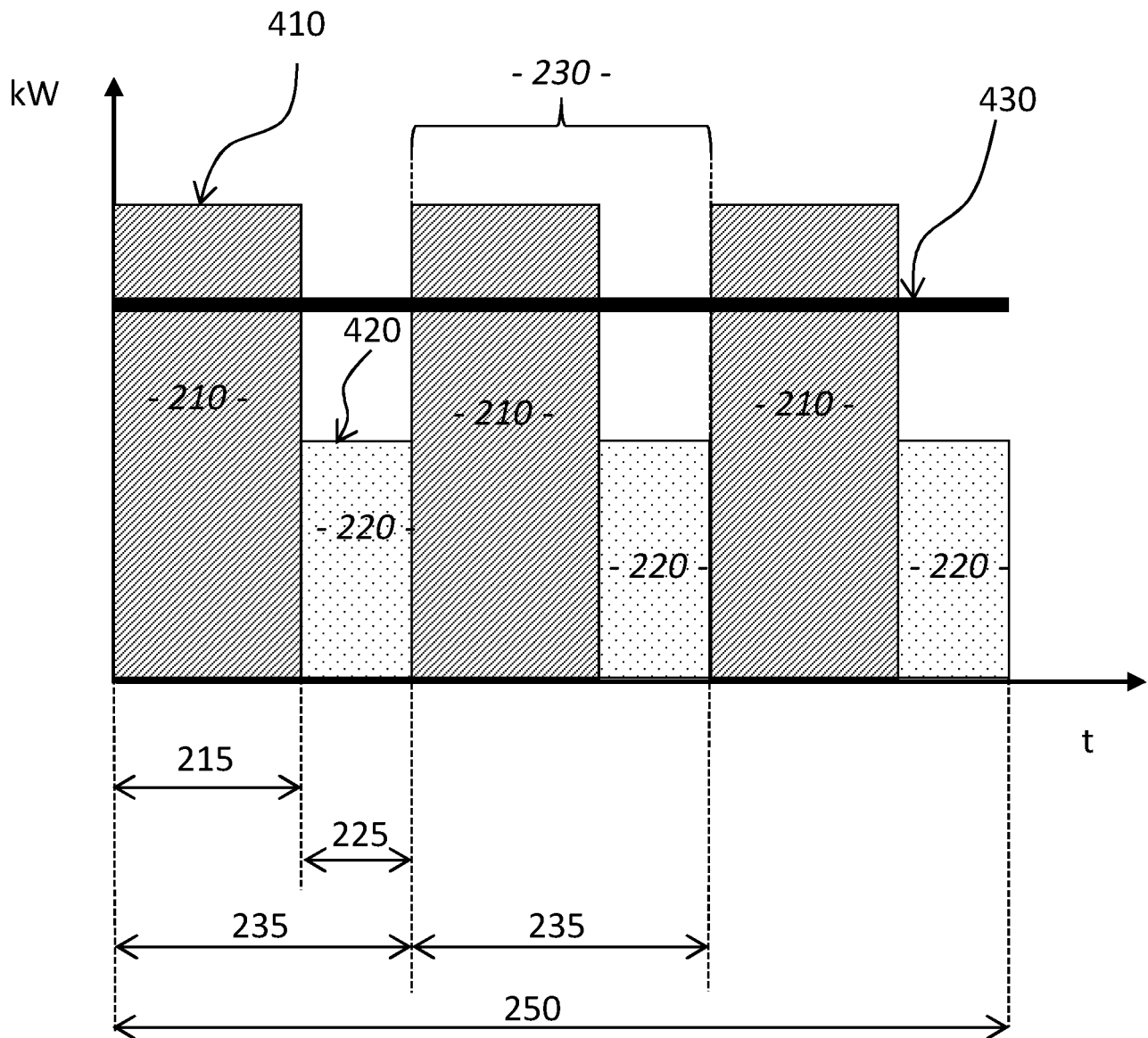
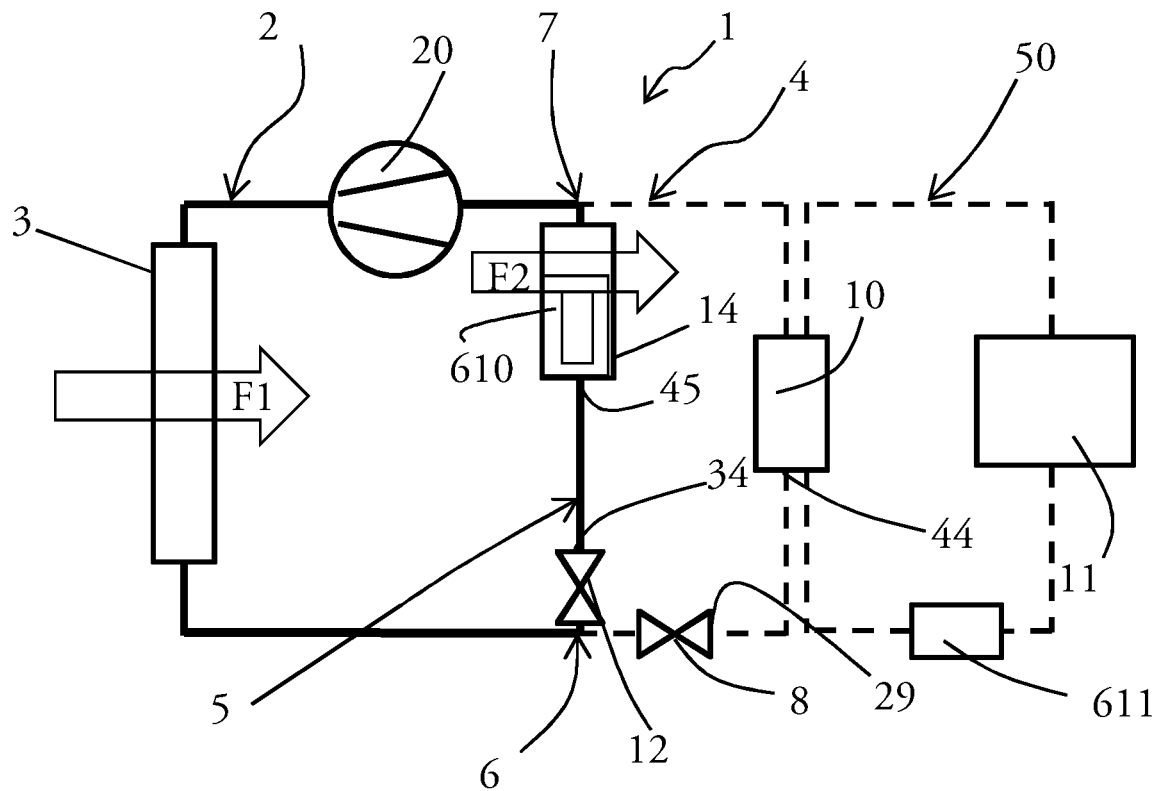


Figure 2



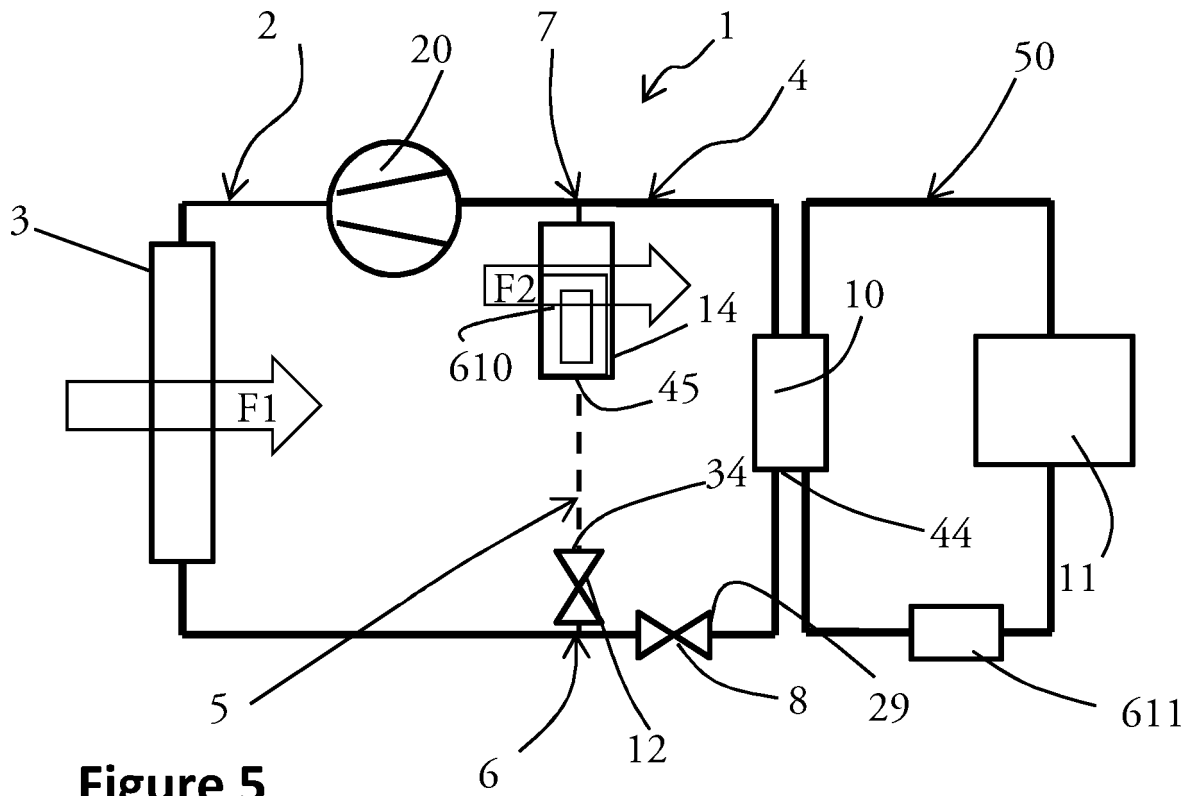


Figure 5

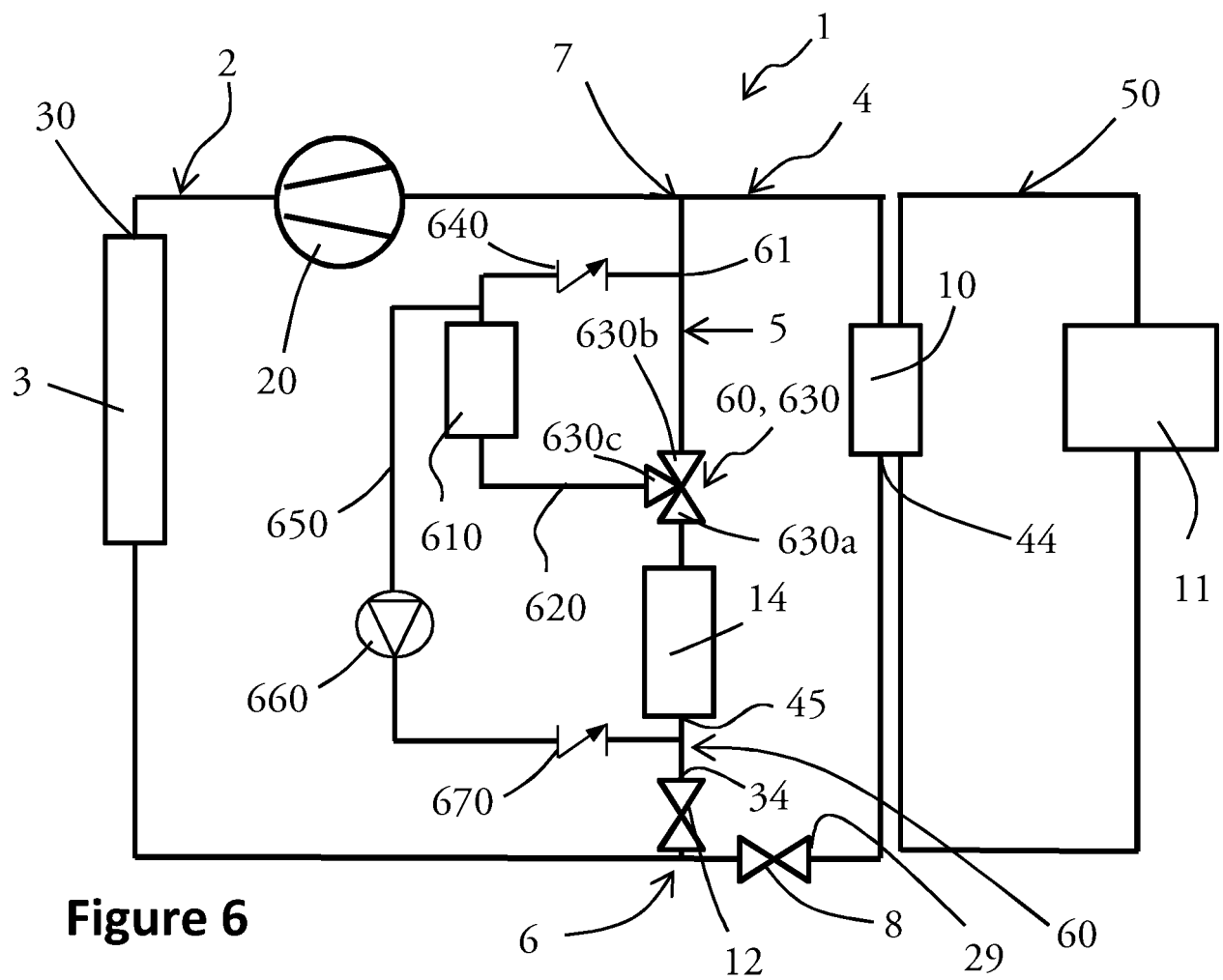


Figure 6





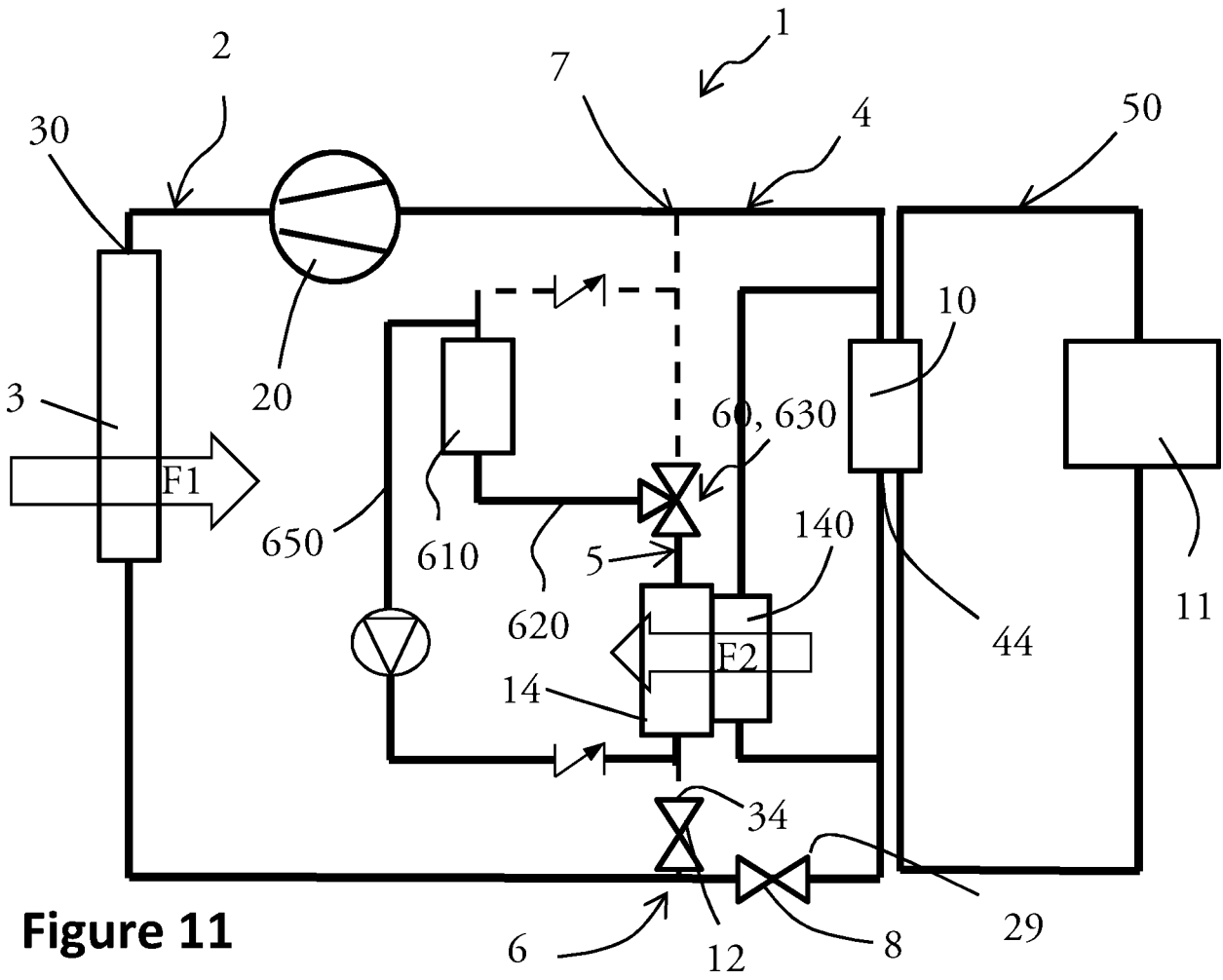


Figure 11

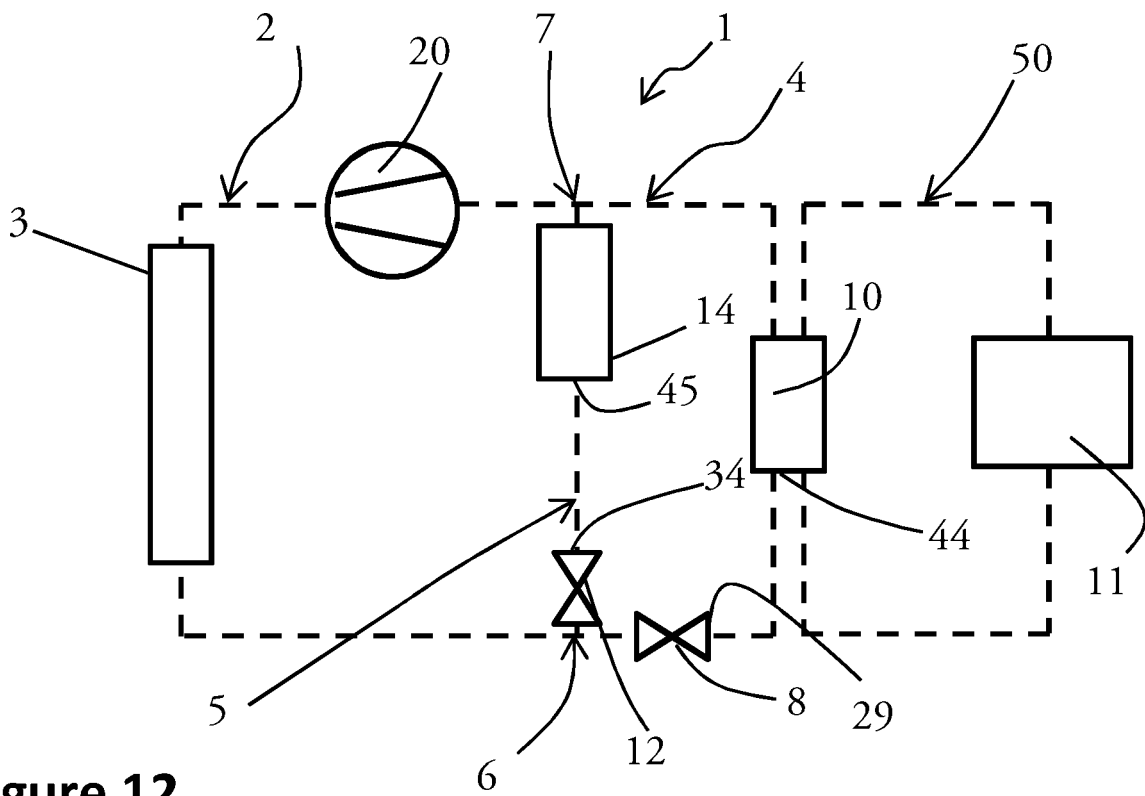


Figure 12

RAPPORT DE RECHERCHE

articles L.612-14, L.612-53 à 69 du code de la propriété intellectuelle

OBJET DU RAPPORT DE RECHERCHE

L'I.N.P.I. annexe à chaque brevet un "RAPPORT DE RECHERCHE" citant les éléments de l'état de la technique qui peuvent être pris en considération pour apprécier la brevetabilité de l'invention, au sens des articles L. 611-11 (nouveau) et L. 611-14 (activité inventive) du code de la propriété intellectuelle. Ce rapport porte sur les revendications du brevet qui définissent l'objet de l'invention et délimitent l'étendue de la protection.

Après délivrance, l'I.N.P.I. peut, à la requête de toute personne intéressée, formuler un "AVIS DOCUMENTAIRE" sur la base des documents cités dans ce rapport de recherche et de tout autre document que le requérant souhaite voir prendre en considération.

CONDITIONS D'ETABLISSEMENT DU PRESENT RAPPORT DE RECHERCHE

☒ Le demandeur a présenté des observations en réponse au rapport de recherche préliminaire.

☒ Le demandeur a maintenu les revendications.

☐ Le demandeur a modifié les revendications.

☐ Le demandeur a modifié la description pour en éliminer les éléments qui n'étaient plus en concordance avec les nouvelles revendications.

☐ Les tiers ont présenté des observations après publication du rapport de recherche préliminaire.

☐ Un rapport de recherche préliminaire complémentaire a été établi.

DOCUMENTS CITES DANS LE PRESENT RAPPORT DE RECHERCHE

La répartition des documents entre les rubriques 1, 2 et 3 tient compte, le cas échéant, des revendications déposées en dernier lieu et/ou des observations présentées.

☒ Les documents énumérés à la rubrique 1 ci-après sont susceptibles d'être pris en considération pour apprécier la brevetabilité de l'invention.

☐ Les documents énumérés à la rubrique 2 ci-après illustrent l'arrière-plan technologique général.

☐ Les documents énumérés à la rubrique 3 ci-après ont été cités en cours de procédure, mais leur pertinence dépend de la validité des priorités revendiquées.

☐ Aucun document n'a été cité en cours de procédure.

1. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE SUSCEPTIBLES D'ETRE PRIS EN CONSIDERATION POUR APPRECIER LA BREVETABILITE DE L'INVENTION

EP 2 960 979 A1 (VALEO KLIMASYSTEME GMBH [DE]) 30 décembre 2015 (2015-12-30)

US 2017/313158 A1 (PORRAS ANGEL FERNANDO [US] ET AL) 2 novembre 2017 (2017-11-02)

WO 2013/151903 A1 (GENTHERM INC [US]) 10 octobre 2013 (2013-10-10)

EP 1 087 186 A2 (TOSHIBA KK [JP]) 28 mars 2001 (2001-03-28)

2. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE ILLUSTRANT L'ARRIERE-PLAN TECHNOLOGIQUE GENERAL

NEANT

3. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE DONT LA PERTINENCE DEPEND DE LA VALIDITE DES PRIORITES

NEANT