

①⑨ RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
—  
INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE  
—  
COURBEVOIE  
—

①① N° de publication :  
(à n'utiliser que pour les  
commandes de reproduction)

**3 134 544**

②① N° d'enregistrement national : **22 03420**

⑤① Int Cl<sup>8</sup> : **B 60 H 1/22 (2022.01)**

①②

## BREVET D'INVENTION

**B1**

⑤④ Système de conditionnement thermique.

②② Date de dépôt : 13.04.22.

③① Priorité :

④③ Date de mise à la disposition du public  
de la demande : 20.10.23 Bulletin 23/42.

④⑤ Date de la mise à disposition du public du  
brevet d'invention : 12.04.24 Bulletin 24/15.

⑤⑥ Liste des documents cités dans le rapport de  
recherche :

*Se reporter à la fin du présent fascicule*

⑥① Références à d'autres documents nationaux  
apparentés :

○ Demande(s) d'extension :

⑦① Demandeur(s) : VALEO SYSTEMES THERMIQUES  
SAS — FR.

⑦② Inventeur(s) : AKIKI Roland, NICOLAS Bertrand, EL  
CHAMMAS Rody et PORTO Muriel.

⑦③ Titulaire(s) : VALEO SYSTEMES THERMIQUES  
SAS.

⑦④ Mandataire(s) :

**FR 3 134 544 - B1**



## Description

### Titre de l'invention : Système de conditionnement thermique

#### Domaine technique

[0001] La présente invention se rapporte au domaine des systèmes de conditionnement thermique. De tels systèmes peuvent par exemple équiper des véhicules automobiles. Ces systèmes permettent d'assurer une régulation thermique de différents organes, comme par exemple l'habitacle ou une batterie de stockage d'énergie électrique, lorsque le véhicule est à propulsion électrique. Les échanges de chaleur sont gérés principalement par la compression et la détente d'un fluide réfrigérant circulant dans un circuit dans lequel sont disposés plusieurs échangeurs de chaleur. Un compresseur permet de faire passer le fluide réfrigérant à haute pression et de le faire circuler dans le circuit.

#### Technique antérieure

[0002] Le circuit de fluide réfrigérant comporte habituellement une boucle principale et plusieurs branches de dérivation qui permettent de réaliser de multiples combinaisons de circulation du fluide réfrigérant. De nombreux modes de fonctionnement peuvent ainsi être obtenus, par exemple le refroidissement de l'air de l'habitacle, le chauffage de l'air de l'habitacle, la déshumidification de l'air de l'habitacle, ou encore le refroidissement des batteries du véhicule. Il est bien connu de disposer en aval du compresseur un échangeur de chaleur pouvant fonctionner en condenseur, c'est-à-dire pouvant assurer la condensation du fluide réfrigérant à haute pression et haute température en sortie du compresseur.

[0003] Il est aussi connu d'implanter, en aval de ce condenseur, un échangeur permettant d'assurer un sous-refroidissement du fluide réfrigérant, afin d'améliorer les performances thermodynamiques du système de conditionnement thermique. Toutefois, l'ajout d'un tel échangeur peut être délicate voire impossible.

[0004] Il existe donc un besoin de disposer de systèmes aux performances améliorées dans tous les modes de fonctionnement sans avoir recours à un échangeur de sous-refroidissement.

#### Résumé

[0005] A cette fin, la présente invention propose un système de conditionnement thermique pour véhicule automobile comportant un circuit de fluide réfrigérant configuré pour faire circuler un fluide réfrigérant, le circuit de fluide réfrigérant comportant:

- Une boucle principale comprenant successivement selon le sens de circulation du fluide réfrigérant:
  - un compresseur,

- un premier échangeur de chaleur configuré pour échanger de la chaleur avec un premier fluide caloporteur,
- un dispositif d'accumulation de fluide réfrigérant,
- un deuxième échangeur de chaleur configuré pour échanger de la chaleur avec un flux d'air extérieur à un habitacle du véhicule,
- Une première branche de dérivation reliant un premier point de raccordement disposé sur la boucle principale entre le premier échangeur et le dispositif d'accumulation de fluide réfrigérant à un deuxième point de raccordement disposé sur la boucle principale entre le deuxième échangeur et une entrée du compresseur,
- Une deuxième branche de dérivation reliant un troisième point de raccordement disposé sur la boucle principale entre le premier point de raccordement et le dispositif d'accumulation de fluide réfrigérant à un quatrième point de raccordement disposé sur la boucle principale entre le dispositif d'accumulation de fluide réfrigérant et le deuxième échangeur de chaleur,
- Une troisième branche de dérivation reliant un cinquième point de raccordement disposé sur la boucle principale entre le dispositif d'accumulation de fluide réfrigérant et le quatrième point de raccordement à un sixième point de raccordement disposé sur la boucle principale entre le deuxième point de raccordement et l'entrée du compresseur,

dans lequel la boucle principale comprend :

- un premier dispositif de détente disposé entre le premier point de raccordement et une entrée du dispositif d'accumulation de fluide réfrigérant,
- un deuxième dispositif de détente disposé entre le cinquième point de raccordement et le deuxième échangeur de chaleur,

et dans lequel la troisième branche de dérivation comporte un troisième dispositif de détente et un troisième échangeur de chaleur configuré pour fonctionner en évaporateur.

[0006] Cette configuration permet de réaliser un premier niveau de détente du fluide réfrigérant entre la sortie du premier échangeur de chaleur et l'entrée du dispositif d'accumulation. Le fluide réfrigérant ayant subi la détente partielle a ainsi une enthalpie plus basse qu'en sortie du premier échangeur de chaleur. Les performances du système de conditionnement thermique sont ainsi améliorées par rapport à un fonctionnement sans détente partielle.

[0007] Les caractéristiques listées dans les paragraphes suivant peuvent être mises en œuvre indépendamment les unes des autres ou selon toutes les combinaisons techniquement possibles :

[0008] Selon un mode de réalisation du système de conditionnement thermique, le premier fluide caloporteur est un flux d'air intérieur à un habitacle d'un véhicule automobile.

- [0009] Selon une variante de réalisation du système de conditionnement thermique, le premier fluide caloporteur est un liquide caloporteur. Le système de conditionnement thermique comporte un circuit de liquide caloporteur configuré pour faire circuler un liquide caloporteur. Le premier échangeur de chaleur est un échangeur de chaleur bifluide agencé conjointement sur le circuit de fluide réfrigérant et sur le circuit de fluide caloporteur de façon à permettre un échange de chaleur entre le fluide réfrigérant et le liquide caloporteur.
- [0010] Le troisième échangeur de chaleur est par exemple configuré pour échanger de la chaleur avec un flux d'air intérieur à l'habitacle du véhicule.
- [0011] Le dispositif d'accumulation de fluide réfrigérant est une bouteille déshydratante.
- [0012] Selon un premier mode de réalisation du système de conditionnement thermique, le premier dispositif de détente est disposé sur la boucle principale entre le premier point de raccordement et le troisième point de raccordement, et  
le deuxième dispositif de détente est disposé sur la boucle principale entre le cinquième point de raccordement et le quatrième point de raccordement.
- [0013] Le premier dispositif de détente est un orifice calibré. Le deuxième dispositif de détente est un détendeur électronique.
- [0014] La deuxième branche de dérivation comprend un quatrième dispositif de détente.
- [0015] Le quatrième dispositif de détente est un orifice calibré.
- [0016] L'utilisation d'orifices calibrés permet de réaliser le premier niveau de détente, entre le premier échangeur de chaleur et la bouteille déshydratante, par un composant peu onéreux.
- [0017] Selon un deuxième mode de réalisation du système de conditionnement thermique, le premier dispositif de détente est disposé sur la boucle principale entre le premier point de raccordement et le troisième point de raccordement, et  
le deuxième dispositif de détente est disposé sur la boucle principale entre le quatrième point de raccordement et le deuxième échangeur de chaleur.
- [0018] Le premier dispositif de détente est un orifice calibré. Le deuxième dispositif de détente est un détendeur électronique.
- [0019] Selon un troisième mode de réalisation du système de conditionnement thermique, le premier dispositif de détente est disposé sur la boucle principale entre le troisième point de raccordement et une entrée du dispositif d'accumulation de fluide réfrigérant, et  
le deuxième dispositif de détente est disposé sur la boucle principale entre le cinquième point de raccordement et le quatrième point de raccordement.
- [0020] Le premier dispositif de détente est un détendeur électronique. Le deuxième dispositif de détente est un détendeur électronique.
- [0021] L'utilisation de détendeurs électroniques permet d'adapter en temps réel l'amplitude

du premier niveau de détente à toutes les conditions rencontrées.

- [0022] Selon un quatrième mode de réalisation du système de conditionnement thermique, le premier dispositif de détente est disposé sur la boucle principale entre le premier point de raccordement et le troisième point de raccordement, et le deuxième dispositif de détente est disposé sur la boucle principale entre le quatrième point de raccordement et le deuxième échangeur de chaleur.
- [0023] Le premier dispositif de détente est un détendeur électronique. Le deuxième dispositif de détente est un détendeur électronique.
- [0024] Selon un aspect du système de conditionnement thermique, la deuxième branche de dérivation comprend un premier clapet anti-retour configuré pour bloquer une circulation de fluide réfrigérant du troisième point de raccordement vers le quatrième point de raccordement.
- [0025] Le premier clapet-anti-retour permet d'éviter que le fluide réfrigérant à haute pression en entrée du dispositif d'accumulation ne reflue vers le quatrième point de raccordement en circulant dans la deuxième branche de dérivation.
- [0026] Selon un exemple de mise en œuvre, la boucle principale comprend un deuxième clapet anti-retour configuré pour bloquer une circulation de fluide réfrigérant du sixième point de raccordement vers le deuxième point de raccordement.
- [0027] Selon un mode de réalisation, la boucle principale comprend un troisième clapet anti-retour configuré pour bloquer une circulation de fluide réfrigérant du quatrième point de raccordement vers le cinquième point de raccordement.
- [0028] Selon un exemple de mise en œuvre, la troisième branche de dérivation comprend un quatrième clapet anti-retour configuré pour bloquer une circulation de fluide réfrigérant du huitième point de raccordement vers le troisième échangeur de chaleur.
- [0029] La boucle principale comprend une vanne d'arrêt disposée entre le deuxième point de raccordement et le sixième point de raccordement.
- [0030] Selon une variante de réalisation du système de conditionnement thermique, la boucle principale comprend un premier échangeur de chaleur interne configuré pour permettre un échange de chaleur entre le fluide réfrigérant en aval du premier dispositif de détente et le fluide réfrigérant en aval du deuxième échangeur de chaleur.
- [0031] Le premier échangeur de chaleur interne permet d'assurer une surchauffe du fluide réfrigérant en entrée du compresseur, c'est-à-dire permet d'éviter la présence de gouttelettes de réfrigérant liquide à l'entrée du compresseur.
- [0032] Selon une variante, la troisième branche de dérivation comprend un deuxième échangeur de chaleur interne configuré pour permettre un échange de chaleur entre le fluide réfrigérant en amont du troisième dispositif de détente et le fluide réfrigérant en aval du troisième échangeur de chaleur.
- [0033] Le deuxième échangeur de chaleur interne permet d'augmenter la variation

d'enthalpie entre l'entrée et la sortie du troisième échangeur de chaleur. Les performances de refroidissement sont améliorées.

- [0034] Selon une variante de réalisation, le système de conditionnement thermique comporte une quatrième branche de dérivation en parallèle du troisième dispositif de détente et du troisième échangeur de chaleur, la quatrième branche de dérivation comportant un cinquième dispositif de détente et un quatrième échangeur de chaleur.
- [0035] La quatrième branche de dérivation relie un septième point de raccordement disposé sur la troisième branche de dérivation entre le cinquième point de raccordement et le troisième dispositif de détente à un huitième point de raccordement disposé sur la troisième branche de dérivation entre le troisième échangeur de chaleur et le sixième point de raccordement.
- [0036] Selon un exemple de réalisation, le quatrième échangeur de chaleur est couplé thermiquement avec un élément d'une chaîne de traction d'un véhicule automobile.
- [0037] Le quatrième échangeur de chaleur permet ainsi d'assurer un contrôle de la température de fonctionnement de l'élément de la chaîne de traction du véhicule.
- [0038] L'élément de la chaîne de traction électrique du véhicule peut comprendre une batterie de stockage d'énergie électrique.
- [0039] La batterie peut fournir l'énergie nécessaire à la traction du véhicule.
- [0040] L'élément de la chaîne de traction électrique du véhicule peut comprendre un moteur électrique de traction du véhicule.
- [0041] L'élément de la chaîne de traction électrique du véhicule peut comprendre une unité électronique de contrôle du moteur électrique de traction du véhicule.
- [0042] Le quatrième échangeur de chaleur est couplé thermiquement avec l'élément par l'intermédiaire d'un liquide caloporteur circulant dans une boucle secondaire de liquide caloporteur.
- [0043] Le liquide caloporteur circulant dans la boucle secondaire de liquide caloporteur peut être un fluide diélectrique.
- [0044] Selon une variante de réalisation, le quatrième échangeur de chaleur est en contact avec l'élément de la chaîne de traction du véhicule.
- [0045] Le circuit de liquide caloporteur peut comporter un cinquième échangeur de chaleur configuré pour échanger de la chaleur avec un flux d'air intérieur à un habitacle du véhicule.
- [0046] Le système de conditionnement thermique peut comporter une vanne trois voies disposée conjointement sur la boucle principale et sur la première branche de dérivation, la vanne trois voies étant configurée pour sélectivement :
- autoriser une circulation du fluide réfrigérant en sortie du premier échangeur vers le troisième point de raccordement et interdire une circulation du fluide réfrigérant en sortie du premier échangeur vers le deuxième point de raccordement, ou

- autoriser une circulation du fluide réfrigérant en sortie du premier échangeur vers le deuxième point de raccordement et interdire une circulation du fluide réfrigérant en sortie du premier échangeur vers le troisième point de raccordement.

[0047] Selon un exemple de mise en œuvre, la vanne trois voies et le premier dispositif de détente forment un ensemble monobloc.

[0048] L'intégration dans le système de conditionnement thermique est ainsi facilitée.

[0049] L'invention concerne également un procédé de fonctionnement d'un système de conditionnement thermique tel que décrit précédemment, dans un mode dit de chauffage, dans lequel :

- un débit de fluide réfrigérant à basse pression circule dans le compresseur où il passe à haute pression, puis circule successivement dans le premier échangeur de chaleur en cédant de la chaleur au premier fluide caloporteur, dans le premier dispositif de détente où il subit une détente jusqu'à une pression intermédiaire, dans le deuxième échangeur de chaleur, dans le dispositif d'accumulation de fluide réfrigérant, dans le deuxième dispositif de détente où il passe à basse pression, dans le deuxième échangeur de chaleur où il s'évapore en absorbant de la chaleur du flux d'air extérieur, et regagne le compresseur.

[0050] L'invention concerne aussi un procédé de fonctionnement d'un système de conditionnement thermique tel que décrit précédemment, dans un mode dit de refroidissement, dans lequel :

- un débit de fluide réfrigérant à basse pression circule dans le compresseur où il passe à haute pression, puis circule successivement dans le premier échangeur de chaleur en cédant de la chaleur au premier fluide caloporteur dans la première branche de dérivation, dans le deuxième échangeur de chaleur dans le deuxième dispositif de détente où il subit une détente jusqu'à une pression intermédiaire, dans la deuxième branche de dérivation, dans le dispositif d'accumulation de fluide réfrigérant, dans la troisième branche de dérivation, dans le troisième dispositif de détente où il passe à basse pression, dans le troisième échangeur de chaleur où il s'évapore en absorbant de la chaleur, et regagne le compresseur.

[0051] L'invention se rapporte aussi à un procédé de fonctionnement d'un système de conditionnement thermique selon un autre mode de réalisation, dans un mode dit de refroidissement, dans lequel :

- un débit de fluide réfrigérant à basse pression circule dans le compresseur où il passe à haute pression, puis circule successivement dans le premier échangeur de chaleur en cédant de la chaleur au premier fluide caloporteur, dans la première branche de dérivation, dans le deuxième échangeur de chaleur, dans la deuxième branche de dérivation, dans le deuxième dispositif de détente où il subit une détente jusqu'à une pression intermédiaire, dans le dispositif d'accumulation de fluide réfrigérant, dans la

troisième branche de dérivation, dans le troisième dispositif de détente où il passe à basse pression, dans le troisième échangeur de chaleur où il s'évapore en absorbant de la chaleur, et regagne le compresseur.

### **Brève description des dessins**

- [0052] D'autres caractéristiques, détails et avantages apparaîtront à la lecture de la description détaillée ci-après, et à l'analyse des dessins annexés, sur lesquels :
- [0053] [Fig.1] est une vue schématique d'un système de conditionnement thermique selon un premier mode de réalisation de l'invention,
- [0054] [Fig.2] est une vue schématique d'un système de conditionnement thermique selon une variante du premier mode de réalisation de l'invention,
- [0055] [Fig.3] est une vue schématique d'un système de conditionnement thermique selon un deuxième mode de réalisation de l'invention,
- [0056] [Fig.4] est une vue schématique d'un système de conditionnement thermique selon un troisième mode de réalisation de l'invention,
- [0057] [Fig.5] est une vue schématique d'un système de conditionnement thermique selon un quatrième mode de réalisation de l'invention,
- [0058] [Fig.6] est une vue schématique d'un système de conditionnement thermique selon une variante du troisième mode de réalisation de l'invention,
- [0059] [Fig.7] est une vue schématique du système de conditionnement thermique selon le deuxième mode de réalisation, fonctionnant suivant un premier mode de fonctionnement, dit mode de chauffage,
- [0060] [Fig.8] est une vue schématique du système de conditionnement thermique selon le deuxième mode de réalisation, fonctionnant suivant un deuxième mode de fonctionnement, dit mode dit de refroidissement,
- [0061] [Fig.9] est une vue schématique du système de conditionnement thermique selon le troisième mode de réalisation, fonctionnant suivant un deuxième mode de fonctionnement, dit mode dit de refroidissement,
- [0062] [Fig.10] est un diagramme pression, enthalpie d'un système de conditionnement thermique notamment selon le deuxième mode de réalisation, fonctionnant selon le deuxième mode de fonctionnement, dit mode de refroidissement.

### **Description des modes de réalisation**

- [0063] Afin de faciliter la lecture des figures, les différents éléments ne sont pas nécessairement représentés à l'échelle. Sur ces figures, les éléments identiques portent les mêmes références. Certains éléments ou paramètres peuvent être indexés, c'est-à-dire désignés par exemple par premier élément ou deuxième élément, ou encore premier paramètre et second paramètre, etc. Cette indexation a pour but de différencier des éléments ou paramètres similaires, mais non identiques. Cette indexation n'implique

pas une priorité d'un élément, ou paramètre par rapport à un autre et on peut interchanger les dénominations.

- [0064] Dans la description qui suit, le terme " un premier élément en amont d'un deuxième élément " signifie que le premier élément est placé avant le deuxième élément par rapport au sens de circulation, ou de parcours, d'un fluide. De manière analogue, le terme " un premier élément en aval d'un deuxième élément " signifie que le premier élément est placé après le deuxième élément par rapport au sens de circulation, ou de parcours, du fluide considéré. Dans le cas du circuit de fluide réfrigérant, le terme « un premier élément est en amont d'un deuxième élément » signifie que le fluide réfrigérant parcourt successivement le premier élément, puis le deuxième élément, sans passer par le dispositif de compression, encore appelé compresseur. Autrement dit, le fluide réfrigérant sort du compresseur, traverse éventuellement ou plusieurs éléments, puis traverse le premier élément, puis le deuxième élément, puis regagne le compresseur, éventuellement après avoir traversé d'autres éléments.
- [0065] Le terme « un deuxième élément est placé entre un premier élément et un troisième élément » signifie que le plus court trajet pour passer du premier élément au troisième élément passe par le deuxième élément.
- [0066] Quand il est précisé qu'un sous-système comporte un élément donné, cela n'exclut pas la présence d'autres éléments dans ce sous-système.
- [0067] Une unité électronique de contrôle 45 reçoit des informations de différents capteurs mesurant notamment les caractéristiques du fluide réfrigérant en divers points du circuit. L'unité électronique de contrôle 45 reçoit également des consignes émises par les occupants du véhicule, comme par exemple la température souhaitée à l'intérieur de l'habitacle. L'unité électronique de contrôle 45 peut aussi recevoir des consignes provenant d'autres sous-systèmes électroniques, comme par exemple le système de gestion des batteries de stockage d'énergie électrique. L'unité électronique de contrôle 45 met en œuvre des lois de contrôle permettant le pilotage des différents actionneurs, afin d'assurer le contrôle du système de conditionnement thermique 100 de façon à assurer les consignes reçues.
- [0068] Le circuit de fluide réfrigérant 10 forme un circuit fermé dans lequel peut circuler le fluide réfrigérant. Le circuit de fluide réfrigérant 10 est étanche lorsque celui-ci est dans un état nominal de fonctionnement, c'est-à-dire sans défaut ou fuite. Chaque point de raccordement du circuit 10 permet au fluide réfrigérant de passer dans l'une ou l'autre des portions de circuit se rejoignant à ce point de raccordement. La répartition du fluide réfrigérant entre les portions de circuit se rejoignant en un point de raccordement se fait en jouant sur l'ouverture ou la fermeture des vannes d'arrêt, clapets anti-retour ou dispositifs de détente disposés sur chacune des branches. Autrement dit, chaque point de raccordement est un moyen de redirection du fluide réfrigérant

arrivant à ce point de raccordement. Diverses vannes d'arrêt et clapets antiretour permettent ainsi de diriger sélectivement le fluide réfrigérant dans les différentes branches du circuit de réfrigérant, afin d'assurer différents modes de fonctionnement, comme il sera décrit ultérieurement.

- [0069] Le fluide réfrigérant utilisé par le circuit de fluide réfrigérant 10 est ici un fluide chimique tel que le R1234yf. D'autres fluides réfrigérants peuvent aussi être employés à la place, comme par exemple le R134a, ou le R290.
- [0070] On entend par flux d'air intérieur  $F_i$  un flux d'air à destination de l'habitacle du véhicule automobile. Ce flux d'air intérieur  $F_i$  peut circuler dans une installation de chauffage, ventilation et/ou climatisation, désignée fréquemment par le terme Anglais « HVAC », pour « Heating, Ventilating and Air Conditioning ». Cette installation n'a pas été représentée sur les différentes figures. Un premier groupe moto-ventilateur, non représenté, est disposé dans l'installation de chauffage, ventilation et/ou climatisation afin d'augmenter au besoin le débit du flux d'air intérieur  $F_i$ .
- [0071] On entend par flux d'air extérieur  $F_e$  un flux d'air qui n'est pas à destination de l'habitacle du véhicule. Autrement dit, ce flux d'air  $F_e$  reste à l'extérieur de l'habitacle du véhicule. Un deuxième groupe moto-ventilateur, également non représenté, peut être activé afin d'augmenter si nécessaire le débit du flux d'air extérieur  $F_e$ . Le débit assuré par le premier groupe moto-ventilateur ainsi que par le deuxième groupe moto-ventilateur peut être ajusté en temps réel en fonction des besoins d'échanges thermiques, par exemple par l'unité électronique 45 de contrôle du système de conditionnement thermique 100.
- [0072] Le terme « échangeur » est équivalent au terme « échangeur de chaleur », et les deux termes pourront être indifféremment employés dans la description qui suit.
- [0073] La présente invention propose un système de conditionnement thermique 100 pour véhicule automobile, comportant un circuit de fluide réfrigérant 10 configuré pour faire circuler un fluide réfrigérant.
- Le circuit de fluide réfrigérant 10 comporte:
- Une boucle principale A comprenant successivement selon le sens de circulation du fluide réfrigérant:
    - un compresseur 1,
    - un premier échangeur de chaleur 21 configuré pour échanger de la chaleur avec un premier fluide caloporteur F1,
    - un dispositif d'accumulation 2 de fluide réfrigérant,
    - un deuxième échangeur de chaleur 22 configuré pour échanger de la chaleur avec un flux d'air  $F_e$  extérieur à un habitacle du véhicule,
  - Une première branche de dérivation B reliant un premier point de raccordement 11 disposé sur la boucle principale A entre le premier échangeur 21 et le dispositif

d'accumulation 2 de fluide réfrigérant à un deuxième point de raccordement 12 disposé sur la boucle principale A entre le deuxième échangeur 22 et une entrée 1a du compresseur 1,

- Une deuxième branche de dérivation C reliant un troisième point de raccordement 13 disposé sur la boucle principale A entre le premier point de raccordement 11 et le dispositif d'accumulation 2 de fluide réfrigérant à un quatrième point de raccordement 14 disposé sur la boucle principale A entre le dispositif d'accumulation 2 de fluide réfrigérant et le deuxième échangeur de chaleur 22,

- Une troisième branche de dérivation D reliant un cinquième point de raccordement 15 disposé sur la boucle principale A entre le dispositif d'accumulation 2 de fluide réfrigérant et le quatrième point de raccordement 14 à un sixième point de raccordement 16 disposé sur la boucle principale A entre le deuxième point de raccordement 12 et l'entrée 1a du compresseur 1.

La boucle principale A comprend :

- un premier dispositif de détente 31 disposé entre le premier point de raccordement 11 et une entrée 2a du dispositif d'accumulation 2 de fluide réfrigérant,

- un deuxième dispositif de détente 32 disposé entre le cinquième point de raccordement 15 et le deuxième échangeur de chaleur 22.

La troisième branche de dérivation D comporte un troisième dispositif de détente 33 et un troisième échangeur de chaleur 23 configuré pour fonctionner en évaporateur.

[0074] Cette configuration permet de réaliser une détente partielle du fluide réfrigérant entre la sortie du premier échangeur de chaleur 21 et l'entrée du dispositif d'accumulation 2. Le fluide réfrigérant ayant subi cette détente partielle possède ainsi une enthalpie plus basse qu'en sortie du premier échangeur de chaleur 21. Cette différence d'enthalpie permet d'améliorer les performances du système de conditionnement thermique, notamment en augmentant la puissance maximale de refroidissement.

[0075] La [Fig.1] représente un premier mode de réalisation du système de conditionnement thermique 100. Le premier fluide caloporteur F1 est un flux d'air intérieur Fi à un habitacle d'un véhicule automobile. Le premier échangeur de chaleur 21 est un condenseur interne et est disposée dans l'installation de chauffage, ventilation et/ou climatisation du véhicule.

[0076] Selon une variante du premier mode de réalisation, illustrée sur la [Fig.2], le premier fluide caloporteur F1 est un liquide caloporteur. Le système de conditionnement thermique comporte un circuit de liquide caloporteur 40 configuré pour faire circuler un liquide caloporteur. Le premier échangeur de chaleur 21 est un échangeur de chaleur bifluide agencé conjointement sur le circuit de fluide réfrigérant 10 et sur le circuit de fluide caloporteur 40 de façon à permettre un échange de chaleur entre le fluide réfrigérant et le liquide caloporteur.

- [0077] Le circuit de liquide caloporteur 40 comporte un cinquième échangeur de chaleur 25 configuré pour échanger de la chaleur avec un flux d'air intérieur  $F_i$  à un habitacle du véhicule. Le cinquième échangeur de chaleur 25 est disposé dans l'installation de chauffage, ventilation et/ou climatisation. Le circuit de liquide caloporteur 40 comprend une pompe 42 de circulation du liquide caloporteur. La pompe 42 peut être sélectivement activée et désactivée, par exemple par une commande de l'unité électronique de contrôle 45. Le circuit de liquide caloporteur 40 comprend également un sixième échangeur de chaleur, non représenté, configuré pour échanger de la chaleur avec le flux d'air extérieur  $F_e$ .
- [0078] Dans le premier mode de réalisation comme dans sa variante, le premier échangeur de chaleur 21 est un condenseur. Suivant le mode de réalisation, la chaleur fournie par la condensation du fluide réfrigérant est dissipée dans le flux d'air intérieur  $F_i$ , ou dans le liquide caloporteur du circuit 40.
- [0079] Lorsque la chaleur dégagée par la condensation du fluide réfrigérant dans le premier échangeur 21 est dissipée dans le flux d'air intérieur  $F_i$ , le chauffage de l'habitacle est dit direct. Lorsque la chaleur dégagée par la condensation du fluide réfrigérant dans le premier échangeur 21 est dissipée d'abord dans le liquide caloporteur du circuit 40, puis dans le flux d'air intérieur  $F_i$  par l'intermédiaire du cinquième échangeur 25, le chauffage de l'habitacle est dit indirect.
- [0080] Le deuxième échangeur de chaleur 22 est un évapo-condenseur. Autrement dit, le deuxième échangeur de chaleur 22 peut sélectivement fonctionner soit en évaporateur, soit en condenseur.
- [0081] Dans les exemples représentés, le troisième échangeur de chaleur 23 est configuré pour échanger de la chaleur avec un flux d'air  $F_i$  intérieur à l'habitacle du véhicule. Le troisième échangeur de chaleur 23 est un évaporateur disposé dans l'installation de chauffage, ventilation et/ou climatisation.
- [0082] Le dispositif d'accumulation 2 de fluide réfrigérant est une bouteille déshydratante. Le terme « dispositif d'accumulation » est équivalent au terme « dispositif d'accumulation de fluide réfrigérant ».
- [0083] La bouteille déshydratante 2 peut recevoir à son entrée 2a un mélange diphasique de fluide réfrigérant. En régime permanent, le fluide réfrigérant parvenant à l'entrée de la bouteille déshydratante est à l'état de liquide saturé et le fluide réfrigérant sortant de la sortie 2b de la bouteille déshydratante est à l'état de liquide saturé.
- [0084] Selon la variante du premier mode de réalisation illustrée sur la [Fig.2], ainsi que sur les autres modes de réalisation illustrés, le système de conditionnement thermique 100 comporte une quatrième branche de dérivation E en parallèle du troisième dispositif de détente 33 et du troisième échangeur de chaleur 23, la quatrième branche de dérivation E comportant un cinquième dispositif de détente 35 et un quatrième échangeur de

chaleur 24. Cette quatrième branche de dérivation E ainsi que les composants associés est optionnelle.

- [0085] La quatrième branche de dérivation E relie un septième point de raccordement 17 disposé sur la troisième branche de dérivation D entre le cinquième point de raccordement 15 et le troisième dispositif de détente 33 à un huitième point de raccordement 18 disposé sur la troisième branche de dérivation D entre le troisième échangeur de chaleur 23 et le sixième point de raccordement 16.
- [0086] Le quatrième échangeur de chaleur 24 est couplé thermiquement avec un élément 30 d'une chaîne de traction d'un véhicule automobile. Le quatrième échangeur de chaleur 24 permet ainsi d'assurer un contrôle de la température de fonctionnement de l'élément 30 de la chaîne de traction du véhicule.
- [0087] L'élément 30 de la chaîne de traction électrique du véhicule peut comprendre une batterie de stockage d'énergie électrique. La batterie peut fournir l'énergie nécessaire à la traction du véhicule.
- [0088] L'élément 30 de la chaîne de traction électrique du véhicule peut comprendre un moteur électrique de traction du véhicule. L'élément 30 de la chaîne de traction électrique du véhicule peut comprendre une unité électronique de contrôle du moteur électrique de traction du véhicule.
- [0089] Le quatrième échangeur de chaleur 24 est ici couplé thermiquement avec l'élément 30 par l'intermédiaire d'un liquide caloporteur circulant dans une boucle secondaire 41 de liquide caloporteur. Le liquide caloporteur circulant dans la boucle secondaire 41 de liquide caloporteur peut être un fluide diélectrique. Alternativement, le liquide caloporteur circulant dans la boucle secondaire 41 de liquide caloporteur peut être un mélange d'eau et de glycol.
- [0090] Selon une autre variante de réalisation, le quatrième échangeur de chaleur 24 est en contact avec l'élément 30 de la chaîne de traction du véhicule. Une paroi du quatrième échangeur de chaleur 24 est ainsi en contact avec une paroi du premier élément 25. Une pâte visant à améliorer le transfert thermique entre les deux parois peut être disposée entre ces deux parois.
- [0091] Selon le premier mode de réalisation du système de conditionnement thermique 100, illustré sur la [Fig.1], le premier dispositif de détente 31 est disposé sur la boucle principale A entre le premier point de raccordement 11 et le troisième point de raccordement 13. Le deuxième dispositif de détente 32 est disposé sur la boucle principale A entre le cinquième point de raccordement 15 et le quatrième point de raccordement 14.
- [0092] Le premier dispositif de détente 31 est, dans ce premier mode de réalisation, un orifice calibré. Un orifice calibré est un composant passif. Un orifice calibré présente une section de passage constante, ne pouvant être modifiée au cours du temps. Le

deuxième dispositif de détente 32 est un détendeur électronique. Dans un détendeur électronique, la section de passage permettant de faire passer le fluide réfrigérant peut être ajustée de manière continue entre une position de fermeture et une position d'ouverture maximale. Pour cela, l'unité de contrôle 45 du système de conditionnement thermique 100 peut par exemple piloter un moteur électrique qui déplace un obturateur mobile contrôlant la section de passage offerte au fluide réfrigérant. Le contrôle de la position de l'obturateur mobile permet de contrôler la détente. La détente du fluide réfrigérant dans le deuxième dispositif de détente 32 peut être modifiée en temps réel.

- [0093] La deuxième branche de dérivation C comprend un quatrième dispositif de détente 34. Le quatrième dispositif de détente 34 est ici un orifice calibré.
- [0094] L'utilisation d'orifices calibrés permet de réaliser le premier niveau de détente, entre le premier échangeur de chaleur 21 et la bouteille déshydratante 2, par un composant peu onéreux.
- [0095] La [Fig.3] représente un deuxième mode de réalisation du système de conditionnement thermique 100. Dans ce mode de réalisation, le premier dispositif de détente 31 est disposé sur la boucle principale A entre le premier point de raccordement 11 et le troisième point de raccordement 13. Le deuxième dispositif de détente 32 est disposé sur la boucle principale A entre le quatrième point de raccordement 14 et le deuxième échangeur de chaleur 22.
- [0096] Le premier dispositif de détente 31 est ici un orifice calibré. Le deuxième dispositif de détente 32 est un détendeur électronique. Dans ce mode de réalisation, la deuxième branche de dérivation C ne comporte pas de dispositif de détente.
- [0097] La [Fig.4] représente un troisième mode de réalisation du système de conditionnement thermique 100. Dans ce troisième mode de réalisation, le premier dispositif de détente 31 est disposé sur la boucle principale A entre le troisième point de raccordement 13 et une entrée 2a du dispositif d'accumulation 2 de fluide réfrigérant. Le deuxième dispositif de détente 32 est disposé sur la boucle principale A entre le cinquième point de raccordement 15 et le quatrième point de raccordement 14. Dans ce mode de réalisation, la deuxième branche de dérivation C ne comporte pas de dispositif de détente.
- [0098] Le premier dispositif de détente 31 est un détendeur électronique. Le deuxième dispositif de détente 32 est un détendeur électronique.
- [0099] L'utilisation de détendeurs électroniques permet d'adapter en temps réel l'amplitude de la détente partielle du fluide réfrigérant à toutes les conditions de fonctionnement rencontrées. Le fonctionnement du système de conditionnement thermique peut ainsi être optimisé.
- [0100] La [Fig.5] représente un quatrième mode de réalisation du système de condi-

tionnement thermique 100. Selon ce quatrième mode de réalisation du système de conditionnement thermique 100, le premier dispositif de détente est disposé sur la boucle principale A entre le premier point de raccordement 11 et le troisième point de raccordement 13. Le deuxième dispositif de détente est disposé sur la boucle principale A entre le quatrième point de raccordement 14 et le deuxième échangeur de chaleur 22. Dans ce mode de réalisation, la deuxième branche de dérivation C ne comporte pas de dispositif de détente.

- [0101] Le premier dispositif de détente 31 est un détendeur électronique. Le deuxième dispositif de détente 32 est un détendeur électronique.
- [0102] Sur les quatre modes de réalisation principaux présentés ainsi que les variantes associées, la deuxième branche de dérivation C comprend un premier clapet anti-retour 3 configuré pour bloquer une circulation de fluide réfrigérant du troisième point de raccordement 13 vers le quatrième point de raccordement 14. Le premier clapet anti-retour 3 permet d'éviter que le fluide réfrigérant à haute pression en entrée du dispositif d'accumulation 2 ne reflue vers le quatrième point de raccordement 14 en circulant dans la deuxième branche de dérivation C. Le premier clapet anti-retour 3 est configuré pour autoriser une circulation de fluide réfrigérant du quatrième point de raccordement 14 vers le troisième point de raccordement 13.
- [0103] Sur les quatre modes de réalisation illustrés et les variantes associées, la boucle principale A comprend un deuxième clapet anti-retour 4 configuré pour bloquer une circulation de fluide réfrigérant du sixième point de raccordement 16 vers le deuxième point de raccordement 12. Le deuxième clapet anti-retour 4 est configuré pour autoriser une circulation de fluide réfrigérant du deuxième point de raccordement 12 vers le sixième point de raccordement 16.
- [0104] Selon le deuxième et le quatrième mode de réalisation, illustrés respectivement sur la [Fig.3] et la [Fig.5], la boucle principale A comprend un troisième clapet anti-retour 5 configuré pour bloquer une circulation de fluide réfrigérant du quatrième point de raccordement 14 vers le cinquième point de raccordement 15. Le troisième clapet anti-retour 5 est configuré pour autoriser une circulation de fluide réfrigérant du cinquième point de raccordement 15 vers le quatrième point de raccordement 14.
- [0105] Selon les modes de réalisation illustrés, la troisième branche de dérivation D comprend un quatrième clapet anti-retour 9 configuré pour bloquer une circulation de fluide réfrigérant du huitième point de raccordement 18 vers le troisième échangeur de chaleur 23. Le quatrième clapet anti-retour 9 est configuré pour autoriser une circulation de fluide réfrigérant du troisième échangeur de chaleur 23 vers le huitième point de raccordement 18.
- [0106] Selon des variantes non représentées, chaque clapet anti-retour 3, 4, 5, 9 peut être remplacé par une vanne d'arrêt. La ou les vannes d'arrêt sont commandées élec-

triquement, par exemple par l'unité électronique de contrôle 45.

- [0107] La boucle principale A comprend une vanne d'arrêt 6 disposée entre le deuxième point de raccordement 12 et le sixième point de raccordement 16. La vanne d'arrêt 6 permet d'interrompre sélectivement la circulation de fluide réfrigérant dans la boucle principale A, depuis le deuxième point de raccordement 12 vers le sixième point de raccordement 16. Le fluide réfrigérant circulant dans la première branche de dérivation B circule alors du deuxième point de raccordement 12 vers le quatrième point de raccordement 14 en traversant le deuxième échangeur de chaleur 22. La vanne d'arrêt 6 est présente sur tous les modes de réalisation illustrés.
- [0108] Selon une variante du troisième mode de réalisation du système de conditionnement thermique 100, illustrée sur la [Fig.6], la boucle principale A comprend un premier échangeur de chaleur interne 7 configuré pour permettre un échange de chaleur entre le fluide réfrigérant en aval du premier dispositif de détente 31 et le fluide réfrigérant en aval du deuxième échangeur de chaleur 22.
- [0109] Le premier échangeur de chaleur interne 7 permet d'assurer une surchauffe du fluide réfrigérant en entrée du compresseur 1, c'est-à-dire permet d'éviter la présence de gouttelettes de réfrigérant liquide à l'entrée du compresseur 1.
- [0110] Le premier échangeur de chaleur interne 7 comporte une première section d'échange thermique 7a disposée sur la boucle principale A en aval du cinquième point de raccordement 15 et amont du deuxième détendeur 32, ainsi qu'une deuxième section d'échange thermique 7b disposée sur la boucle principale A en aval du deuxième point de raccordement 12. Le premier échangeur de chaleur interne 7 est configuré pour permettre un échange de chaleur entre le fluide réfrigérant dans la première section d'échange thermique 7a et le fluide réfrigérant dans la deuxième section d'échange thermique 7b. Le fluide réfrigérant circulant à haute pression dans la boucle principale A peut ainsi céder de la chaleur au fluide réfrigérant circulant à une pression plus faible dans la boucle principale A, après avoir été détendu dans le deuxième détendeur 32 et être passé dans le deuxième échangeur de chaleur 22.
- [0111] Dans cette variante, la troisième branche de dérivation D comprend aussi un deuxième échangeur de chaleur interne 8 configuré pour permettre un échange de chaleur entre le fluide réfrigérant en amont du troisième dispositif de détente 33 et le fluide réfrigérant en aval du troisième échangeur de chaleur 23. Le deuxième échangeur de chaleur interne 8 permet d'augmenter la variation d'enthalpie entre l'entrée et la sortie du troisième échangeur de chaleur 23. Les performances de refroidissement sont améliorées. Lorsque le quatrième échangeur de chaleur 24 est utilisé, le deuxième échangeur interne 8 permet également d'améliorer ses performances.
- [0112] Le deuxième échangeur de chaleur interne 8 comporte une première section d'échange thermique 8a disposée sur la troisième branche de dérivation D en amont du

troisième détendeur 33 et une deuxième section d'échange thermique 8b disposée sur la troisième branche de dérivation D en aval du troisième échangeur de chaleur 23. Le deuxième échangeur de chaleur interne 8 est configuré pour permettre un échange de chaleur entre le fluide réfrigérant dans la première section d'échange thermique 8a et le fluide réfrigérant dans la deuxième section d'échange thermique 8b. Le fluide réfrigérant circulant à haute pression dans la troisième branche de dérivation D peut ainsi céder de la chaleur au fluide réfrigérant circulant à une pression plus faible dans la troisième branche de dérivation D, après détente dans le troisième détendeur 33.

[0113] Les deux échangeurs de chaleur interne 7, 8 peuvent être ajoutés au système de conditionnement thermique selon le premier, le deuxième et le troisième mode de réalisation.

[0114] Selon des variantes non représentées, le système de conditionnement thermique 100 comprend un unique échangeur de chaleur interne. L'unique échangeur de chaleur interne peut être le premier échangeur interne 7, ou le deuxième échangeur interne 8.

[0115] Suivant les modes de réalisation, le fluide réfrigérant provenant du premier échangeur de chaleur 21 et parvenant au premier point de raccordement 11 peut être dirigé vers la première branche de dérivation B, ou continuer à circuler dans la boucle principale A. Pour cela, différents types de vannes peuvent être employés.

[0116] Le système de conditionnement thermique 100 peut comporter une vanne trois voies 20 disposée conjointement sur la boucle principale A et sur la première branche de dérivation B. La vanne trois voies 20 est configurée pour sélectivement :

- autoriser une circulation du fluide réfrigérant en sortie du premier échangeur 21 vers le troisième point de raccordement 13 et interdire une circulation du fluide réfrigérant en sortie du premier échangeur 21 vers le deuxième point de raccordement 12, ou

- autoriser une circulation du fluide réfrigérant en sortie du premier échangeur 21 vers le deuxième point de raccordement 12 et interdire une circulation du fluide réfrigérant en sortie du premier échangeur 21 vers le troisième point de raccordement 13.

[0117] La vanne trois voies 20 est présente sur les premier, deuxième et quatrième mode de réalisation, illustrés respectivement sur les figures 1, 3 et 5. Selon un exemple de mise en œuvre, la vanne trois voies 20 et le premier dispositif de détente 31 forment un ensemble monobloc. L'intégration dans le système de conditionnement thermique est ainsi facilitée.

[0118] A la place de la vanne trois voies 20, le système de conditionnement thermique 100 peut comporter deux vannes deux-voies 19a, 19b. Une première vanne deux-voies 19a est disposée sur la boucle principale A entre le premier point de raccordement 11 et le troisième point de raccordement 13. Une deuxième vanne deux-voies 19b est disposée sur la première branche de dérivation B. La deuxième vanne deux-voies 19b est

disposée entre le premier point de raccordement 11 et le deuxième point de raccordement 12. Chaque vanne deux-voies 19a, 19b est commandée électriquement. Chaque vanne deux-voies 19a, 19b permet de sélectivement permettre une communication fluidique entre son entrée et sa sortie, ou interdire une communication fluidique entre son entrée et sa sortie. Chaque vanne deux-voies 19a, 19b est une vanne d'arrêt de la circulation de fluide réfrigérant. La combinaison des deux vannes d'arrêt 19a, 19b est présente sur la variante du premier mode de réalisation et sur le troisième mode de réalisation, illustrés respectivement sur la [Fig.2] et la [Fig.4].

[0119] On décrira maintenant quelques modes de fonctionnement possibles du système de conditionnement thermique 100.

[0120] La [Fig.7] représente un procédé de fonctionnement d'un système de conditionnement thermique 100 selon le deuxième mode de réalisation, dans un mode dit de chauffage, dans lequel :

- un débit  $Q_r$  de fluide réfrigérant à basse pression circule dans le compresseur 1 où il passe à haute pression, puis circule successivement dans le premier échangeur de chaleur 21 en cédant de la chaleur au premier fluide caloporteur F1, dans le premier dispositif de détente 31 où il subit une détente jusqu'à une pression intermédiaire, dans le deuxième échangeur de chaleur 22, dans le dispositif d'accumulation 2 de fluide réfrigérant, dans le deuxième dispositif de détente 32 où il passe à basse pression, dans le deuxième échangeur de chaleur 22 où il s'évapore en absorbant de la chaleur du flux d'air extérieur  $F_e$ , et regagne le compresseur 1.

[0121] Lorsque le système de conditionnement thermique 100 fonctionne selon ce mode de fonctionnement, le deuxième échangeur de chaleur 22 est parcouru selon un premier sens de parcours. Ce mode de fonctionnement a été représenté sur la base du deuxième mode de réalisation, et est applicable à l'ensemble des modes de réalisation.

[0122] Dans ce mode de chauffage, la chaleur du flux d'air extérieur  $F_e$  contribue à chauffer l'habitacle du véhicule. La détente intermédiaire réalisée par le premier dispositif de détente 31 permet d'augmenter la quantité de chaleur extraite du flux d'air extérieur  $F_e$ .

[0123] La [Fig.8] représente un procédé de fonctionnement d'un système de conditionnement thermique 100 selon le deuxième mode de réalisation, dans un mode dit de refroidissement, dans lequel :

- un débit  $Q_r'$  de fluide réfrigérant à basse pression circule dans le compresseur 1 où il passe à haute pression, puis circule successivement dans le premier échangeur de chaleur 21 en cédant de la chaleur au premier fluide caloporteur F1, dans la première branche de dérivation B, dans le deuxième échangeur de chaleur 22, dans le deuxième dispositif de détente 32 où il subit une détente jusqu'à une pression intermédiaire, dans la deuxième branche de dérivation C, dans le dispositif d'accumulation 2 de fluide ré-

frigérant, dans la troisième branche de dérivation D, dans le troisième dispositif de détente 33 où il passe à basse pression, dans le troisième échangeur de chaleur 23 où il s'évapore en absorbant de la chaleur, et regagne le compresseur 1.

[0124] Lorsque le système de conditionnement thermique 100 fonctionne selon le mode de fonctionnement dit de refroidissement, le deuxième échangeur de chaleur 22 est parcouru selon un sens de parcours inverse du premier sens de parcours suivi en mode chauffage. Le fluide réfrigérant subit un premier niveau de détente entre la sortie du premier échangeur 21 et l'entrée du dispositif d'accumulation 22, aussi bien lors du fonctionnement en mode chauffage que lors du fonctionnement en mode refroidissement. Tous les modes de réalisation permettent d'obtenir une détente partielle du fluide réfrigérant en aval du premier échangeur de chaleur 21 et en amont du dispositif d'accumulation 2 de fluide réfrigérant.

[0125] La vanne trois-voies 11 dirige vers la première branche de dérivation B le débit  $Q_r$  de fluide réfrigérant provenant du premier échangeur de chaleur 21. Le fluide réfrigérant ne circule pas entre le premier point de raccordement 11 et le troisième point de raccordement 13. Au niveau du deuxième point de raccordement 12, le fluide réfrigérant rejoint la boucle principale A et circule dans le deuxième échangeur de chaleur 22. La vanne d'arrêt 6 est en position fermée et interdit au fluide réfrigérant de circuler vers le sixième point de raccordement 16. Le fluide réfrigérant ayant réalisé un échange thermique avec le flux d'air extérieur  $F_e$  au niveau du deuxième échangeur 22 subit une détente intermédiaire en traversant le deuxième détendeur 32. Au niveau du quatrième point de raccordement 14, le troisième clapet anti-retour 5 empêche le fluide réfrigérant de circuler vers la cinquième point de raccordement 15. Le fluide réfrigérant circule dans la deuxième branche de dérivation C, rejoint la boucle principale A au niveau du troisième point de raccordement 13 et traverse le dispositif d'accumulation 2. Le fluide réfrigérant circule dans la troisième branche de dérivation D et rejoint le troisième dispositif de détente 33 où il subit une détente le faisant passer de la pression intermédiaire à un état de basse pression. Le fluide réfrigérant s'évapore dans le troisième échangeur 23, rejoint la boucle principale A au sixième point de raccordement 16, et rejoint l'entrée 1a du compresseur 1, ce qui boucle le cycle thermodynamique.

[0126] La [Fig.10] illustre ce procédé de fonctionnement par un diagramme pression, enthalpie. Le point p1a représente l'état du fluide réfrigérant à basse pression  $P_0$  en entrée du compresseur 1. Le point p1b représente l'état du fluide réfrigérant à haute pression  $P_2$  et haute température en sortie du compresseur 1. Le point p2b représente l'état du fluide réfrigérant en sortie de la bouteille déshydratante 2. Le point p2b est sur la courbe de saturation S caractéristique du fluide réfrigérant employé, pour la pression intermédiaire  $P_1$ . Le point p23 correspond à l'état du fluide réfrigérant en entrée du

troisième échangeur de chaleur 23. La flèche Q23 représente la variation d'enthalpie du fluide réfrigérant lors de son évaporation dans le troisième échangeur 23. La puissance de refroidissement du flux d'air intérieur  $F_i$  est proportionnelle à la quantité schématisée par Q23. La flèche Q23' représente la variation d'enthalpie du fluide réfrigérant pour un système de conditionnement ne permettant pas de réaliser une détente intermédiaire entre la sortie du premier échangeur 21 et la bouteille 2. Dans un tel système, l'enthalpie du fluide réfrigérant en sortie de la bouteille 2 correspond au point de saturation à la pression P2. La flèche pointillée schématise la phase de détente par le troisième détendeur 33. Dans un tel cas, la variation d'enthalpie est moindre que dans le système de conditionnement thermique proposé ici. La puissance de refroidissement disponible est également inférieure. La flèche G schématise le gain obtenu sur la variation d'enthalpie grâce à la détente intermédiaire réalisée par le système de conditionnement thermique proposé.

- [0127] La [Fig.9] représente un procédé de fonctionnement d'un système de conditionnement thermique 100 selon le troisième mode de réalisation, dans un mode dit de refroidissement, dans lequel :
- un débit  $Q_{r''}$  de fluide réfrigérant à basse pression circule dans le compresseur 1 où il passe à haute pression, puis circule successivement dans le premier échangeur de chaleur 21 en cédant de la chaleur au premier fluide caloporteur F1, dans la première branche de dérivation B, dans le deuxième échangeur de chaleur 22, dans la deuxième branche de dérivation C, dans le deuxième dispositif de détente 32 où il subit une détente jusqu'à une pression intermédiaire, dans le dispositif d'accumulation 2 de fluide réfrigérant, dans la troisième branche de dérivation D, dans le troisième dispositif de détente 33 où il passe à basse pression, dans le troisième échangeur de chaleur 23 où il s'évapore en absorbant de la chaleur, et regagne le compresseur 1.
- [0128] La deuxième vanne deux-voies 19b est ouverte tandis que la première vanne deux-voies 19a est fermée. Au niveau du premier point de raccordement 11, le fluide réfrigérant sortant du compresseur 1 à haute pression et haute température circule dans la première branche de dérivation B. La vanne d'arrêt 6 est fermée, de sorte qu'au niveau du deuxième point de raccordement 12 le fluide réfrigérant est redirigé vers la boucle principale A et se condense au niveau du deuxième échangeur 22 en dissipant de la chaleur dans le flux d'air extérieur  $F_e$ . Le deuxième détendeur 32 est en position fermée, de sorte que le fluide réfrigérant ayant réalisé un échange de chaleur dans le deuxième échangeur de chaleur 22 emprunte, au niveau du quatrième point de raccordement 14, la deuxième branche de dérivation C. Le premier dispositif de détente 31 réalise une détente partielle du fluide réfrigérant avant que celui-ci entre dans la bouteille 2. Le troisième dispositif de détente 33 détend le fluide réfrigérant jusqu'à une basse pression, et l'évaporation du fluide réfrigérant au niveau du troisième

échangeur 23 refroidit le flux d'air intérieur  $F_i$ . Le fluide réfrigérant à basse pression rejoint l'entrée 1a du compresseur 1. Au niveau du sixième point de raccordement 16, le deuxième clapet anti-retour 4 empêche le fluide réfrigérant de circuler vers le deuxième point de raccordement 12.

[0129] De nombreux autres modes de fonctionnement, non illustrés, sont également possibles. Par exemple, il est possible de faire passer un débit de fluide réfrigérant en parallèle dans le troisième échangeur 3 et dans le quatrième échangeur 4 de façon à refroidir conjointement le flux d'air intérieur  $F_i$  et l'élément 30 de la chaîne de traction du véhicule. Le degré d'ouverture respective du troisième détendeur 33 et du cinquième détendeur 35 permet de répartir la puissance de refroidissement entre ces deux échangeurs de chaleur.

## Revendications

[Revendication 1]

Système de conditionnement thermique (100) pour véhicule automobile comportant un circuit de fluide réfrigérant (10) configuré pour faire circuler un fluide réfrigérant, le circuit de fluide réfrigérant (10) comportant:

- Une boucle principale (A) comprenant successivement selon le sens de circulation du fluide réfrigérant:

-- un compresseur (1),

-- un premier échangeur de chaleur (21) configuré pour échanger de la chaleur avec un premier fluide caloporteur (F1),

-- un dispositif d'accumulation (2) de fluide réfrigérant,

-- un deuxième échangeur de chaleur (22) configuré pour échanger de la chaleur avec un flux d'air (Fe) extérieur à un habitacle du véhicule,

- Une première branche de dérivation (B) reliant un premier point de raccordement (11) disposé sur la boucle principale (A) entre le premier échangeur (21) et le dispositif d'accumulation (2) de fluide réfrigérant à un deuxième point de raccordement (12) disposé sur la boucle principale (A) entre le deuxième échangeur (22) et une entrée (1a) du compresseur (1),

- Une deuxième branche de dérivation (C) reliant un troisième point de raccordement (13) disposé sur la boucle principale (A) entre le premier point de raccordement (11) et le dispositif d'accumulation (2) de fluide réfrigérant à un quatrième point de raccordement (14) disposé sur la boucle principale (A) entre le dispositif d'accumulation (2) de fluide réfrigérant et le deuxième échangeur de chaleur (22),

- Une troisième branche de dérivation (D) reliant un cinquième point de raccordement (15) disposé sur la boucle principale (A) entre le dispositif d'accumulation (2) de fluide réfrigérant et le quatrième point de raccordement (14) à un sixième point de raccordement (16) disposé sur la boucle principale (A) entre le deuxième point de raccordement (12) et l'entrée (1a) du compresseur (1),

dans lequel la boucle principale (A) comprend :

- un premier dispositif de détente (31) disposé entre le premier point de raccordement (11) et une entrée (2a) du dispositif d'accumulation (2) de fluide réfrigérant,

- un deuxième dispositif de détente (32) disposé entre le cinquième point de raccordement (15) et le deuxième échangeur de chaleur (22),

et dans lequel la troisième branche de dérivation (D) comporte un troisième dispositif de détente (33) et un troisième échangeur de chaleur (23) configuré pour fonctionner en évaporateur.

- [Revendication 2] Système de conditionnement thermique (100) selon la revendication 1, dans lequel le premier fluide caloporteur (F1) est un liquide caloporteur, le système de conditionnement thermique comportant un circuit de liquide caloporteur (40) configuré pour faire circuler un liquide caloporteur, et dans lequel le premier échangeur de chaleur (21) est un échangeur de chaleur bifluide agencé conjointement sur le circuit de fluide réfrigérant (10) et sur le circuit de fluide caloporteur (40) de façon à permettre un échange de chaleur entre le fluide réfrigérant et le liquide caloporteur.
- [Revendication 3] Système de conditionnement thermique (100) selon la revendication 1 ou 2, dans lequel le premier dispositif de détente (31) est un orifice calibré disposé sur la boucle principale (A) entre le premier point de raccordement (11) et le troisième point de raccordement (13), dans lequel le deuxième dispositif de détente (32) est un détendeur électronique disposé sur la boucle principale (A) entre le cinquième point de raccordement (15) et le quatrième point de raccordement (14), et dans lequel la deuxième branche de dérivation (C) comprend un quatrième dispositif de détente (34).
- [Revendication 4] Système de conditionnement thermique (100) selon la revendication 1 ou 2, dans lequel le premier dispositif de détente (31) est un orifice calibré disposé sur la boucle principale (A) entre le premier point de raccordement (11) et le troisième point de raccordement (13), et dans lequel le deuxième dispositif de détente (32) est un détendeur électronique disposé sur la boucle principale (A) entre le quatrième point de raccordement (14) et le deuxième échangeur de chaleur (22).
- [Revendication 5] Système de conditionnement thermique (100) selon la revendication 1 ou 2, dans lequel le premier dispositif de détente (31) est un détendeur électronique disposé sur la boucle principale (A) entre le troisième point de raccordement (13) et une entrée (2a) du dispositif d'accumulation (2) de fluide réfrigérant, et dans lequel le deuxième dispositif de détente (32) est un détendeur électronique disposé sur la boucle principale (A) entre le cinquième point de raccordement (15) et le quatrième point de raccordement (14).
- [Revendication 6] Système de conditionnement thermique (100) selon la revendication 1

ou 2, dans lequel le premier dispositif de détente (31) est un détendeur électronique disposé sur la boucle principale (A) entre le premier point de raccordement (11) et le troisième point de raccordement (13), et dans lequel

le deuxième dispositif de détente (32) est un détendeur électronique disposé sur la boucle principale (A) entre le quatrième point de raccordement (14) et le deuxième échangeur de chaleur (22).

[Revendication 7]

Système de conditionnement thermique (100) selon l'une des revendications précédentes, dans lequel la boucle principale (A) comprend un premier échangeur de chaleur interne (7) configuré pour permettre un échange de chaleur entre le fluide réfrigérant en aval du premier dispositif de détente (31) et le fluide réfrigérant en aval du deuxième échangeur de chaleur (22), et dans lequel

la troisième branche de dérivation (D) comprend un deuxième échangeur de chaleur interne (8) configuré pour permettre un échange de chaleur entre le fluide réfrigérant en amont du troisième dispositif de détente (33) et le fluide réfrigérant en aval du troisième échangeur de chaleur (23).

[Revendication 8]

Système de conditionnement thermique (100) selon l'une des revendications précédentes, comportant une quatrième branche de dérivation (E) en parallèle du troisième dispositif de détente (33) et du troisième échangeur de chaleur (23), la quatrième branche de dérivation (E) comportant un cinquième dispositif de détente (35) et un quatrième échangeur de chaleur (24), dans lequel le quatrième échangeur de chaleur (24) est couplé thermiquement avec un élément (30) d'une chaîne de traction d'un véhicule automobile.

[Revendication 9]

Système de conditionnement thermique (100) selon la revendications précédentes, comportant une vanne trois voies (20) disposée conjointement sur la boucle principale (A) et sur la première branche de dérivation (B), la vanne trois voies (20) étant configurée pour sélectivement :

- autoriser une circulation du fluide réfrigérant en sortie du premier échangeur (21) vers le troisième point de raccordement (13) et interdire une circulation du fluide réfrigérant en sortie du premier échangeur (21) vers le deuxième point de raccordement (12), ou
- autoriser une circulation du fluide réfrigérant en sortie du premier échangeur (21) vers le deuxième point de raccordement (12) et interdire

une circulation du fluide réfrigérant en sortie du premier échangeur (21) vers le troisième point de raccordement (13), dans lequel la vanne trois voies (20) et le premier dispositif de détente (31) forment un ensemble monobloc.

[Revendication 10]

Procédé de fonctionnement d'un système de conditionnement thermique (100) selon l'une des revendications 1 à 9, dans un mode dit de chauffage, dans lequel :

- un débit (Q) de fluide réfrigérant à basse pression circule dans le compresseur (1) où il passe à haute pression, puis circule successivement dans le premier échangeur de chaleur (21) en cédant de la chaleur au premier fluide caloporteur (F1), dans le premier dispositif de détente (31) où il subit une détente jusqu'à une pression intermédiaire, dans le deuxième échangeur de chaleur (22), dans le dispositif d'accumulation (2) de fluide réfrigérant, dans le deuxième dispositif de détente (32) où il passe à basse pression, dans le deuxième échangeur de chaleur (22) où il s'évapore en absorbant de la chaleur du flux d'air extérieur (Fe), et regagne le compresseur (1).

[Revendication 11]

Procédé de fonctionnement d'un système de conditionnement thermique (100) selon l'une des revendications 6 à 9 en combinaison avec la revendication 4 ou la revendication 6, dans un mode dit de refroidissement, dans lequel :

- un débit (Q) de fluide réfrigérant à basse pression circule dans le compresseur (1) où il passe à haute pression, puis circule successivement dans le premier échangeur de chaleur (21) en cédant de la chaleur au premier fluide caloporteur (F1), dans la première branche de dérivation (B), dans le deuxième échangeur de chaleur (22), dans le deuxième dispositif de détente (32) où il subit une détente jusqu'à une pression intermédiaire, dans la deuxième branche de dérivation (C), dans le dispositif d'accumulation (2) de fluide réfrigérant, dans la troisième branche de dérivation (D), dans le troisième dispositif de détente (33) où il passe à basse pression, dans le troisième échangeur de chaleur (23) où il s'évapore en absorbant de la chaleur, et regagne le compresseur (1).

[Revendication 12]

Procédé de fonctionnement d'un système de conditionnement thermique (100) selon l'une des revendications 7 à 9 en combinaison avec la revendication 5, dans un mode dit de refroidissement, dans lequel :

- un débit (Q) de fluide réfrigérant à basse pression circule dans le compresseur (1) où il passe à haute pression, puis circule successivement dans le premier échangeur de chaleur (21) en cédant de la chaleur au

premier fluide caloporteur (F1), dans la première branche de dérivation (B), dans le deuxième échangeur de chaleur (22), dans la deuxième branche de dérivation (C), dans le deuxième dispositif de détente (32) où il subit une détente jusqu'à une pression intermédiaire, dans le dispositif d'accumulation (2) de fluide réfrigérant, dans la troisième branche de dérivation (D), dans le troisième dispositif de détente (33) où il passe à basse pression, dans le troisième échangeur de chaleur (33) où il s'évapore en absorbant de la chaleur, et regagne le compresseur (1).



[Fig. 3]

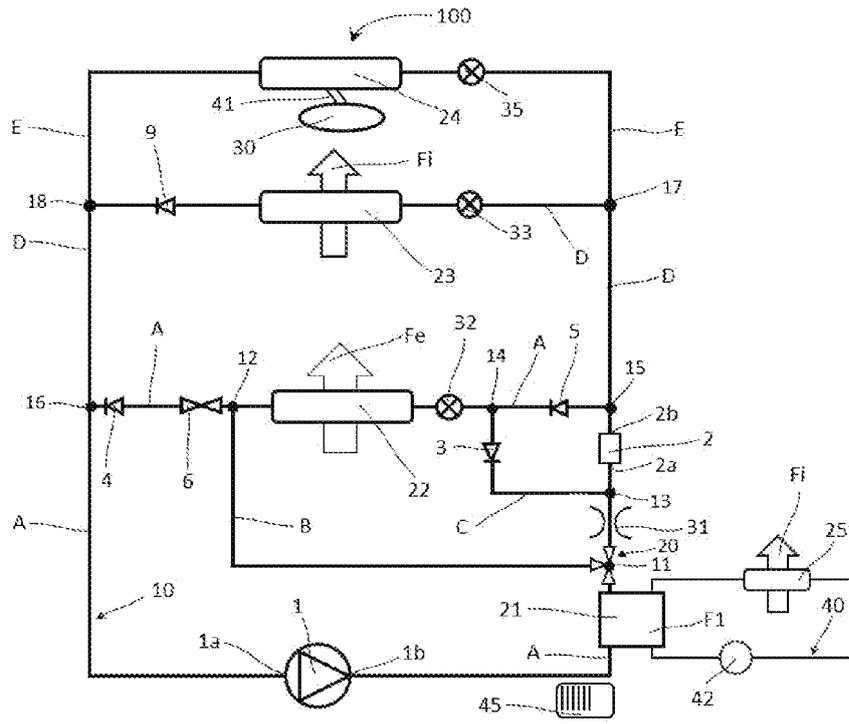


Fig. 3

[Fig. 4]

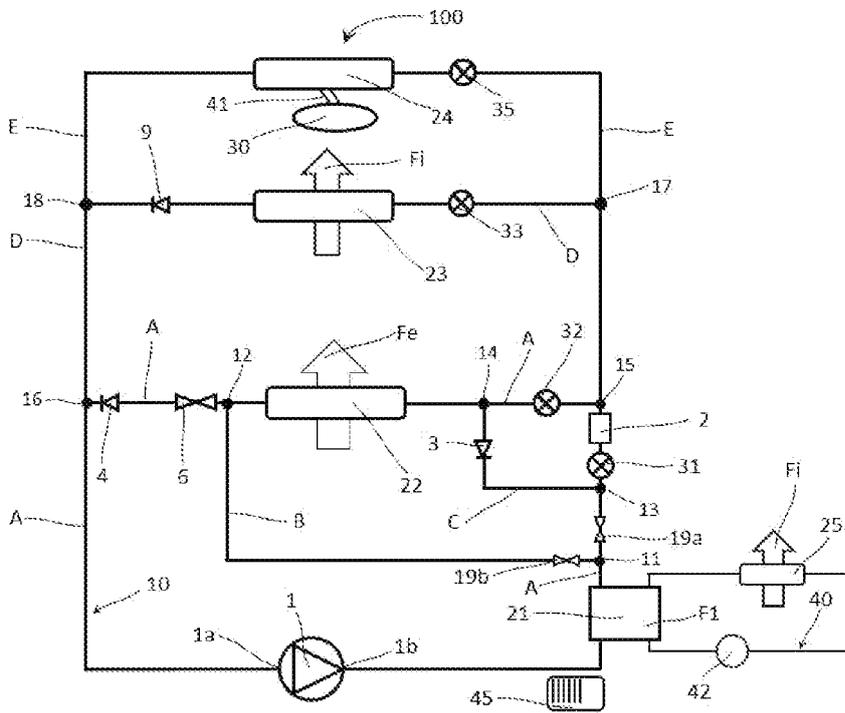


Fig. 4

[Fig. 5]

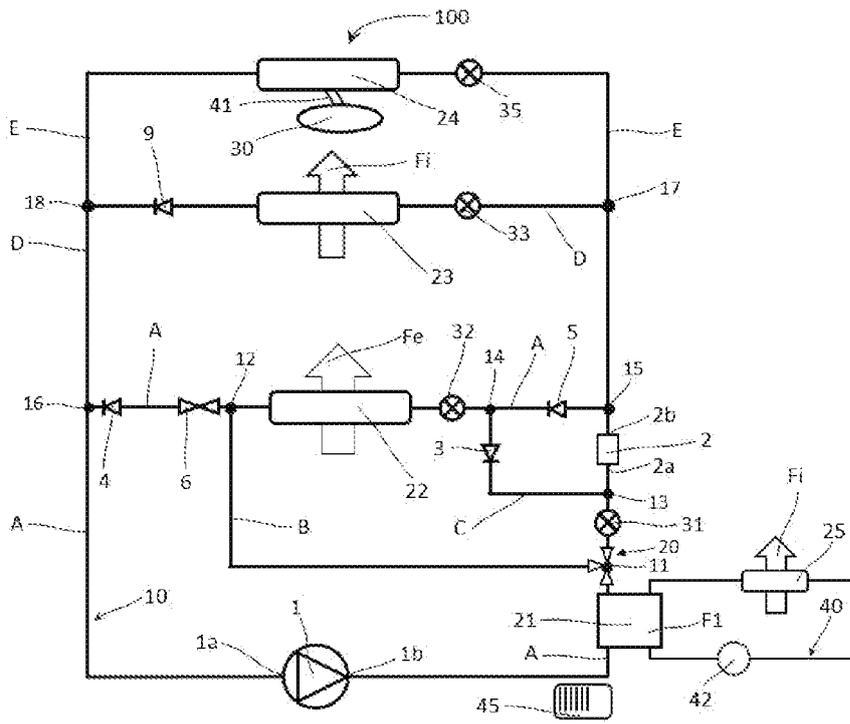


Fig. 5

[Fig. 6]

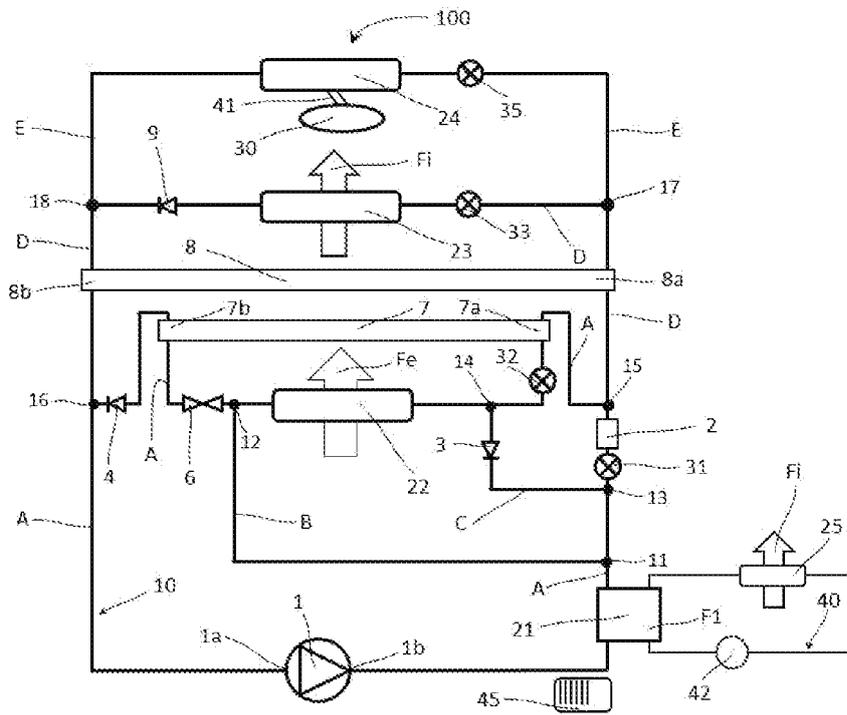


Fig. 6



[Fig. 9]

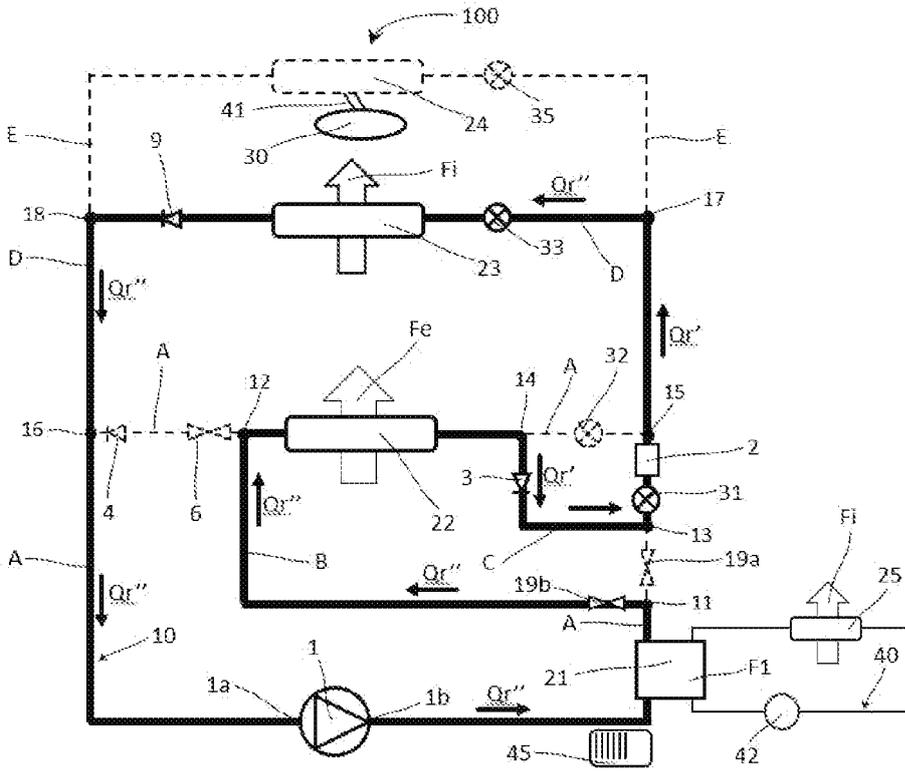


Fig. 9

[Fig. 10]

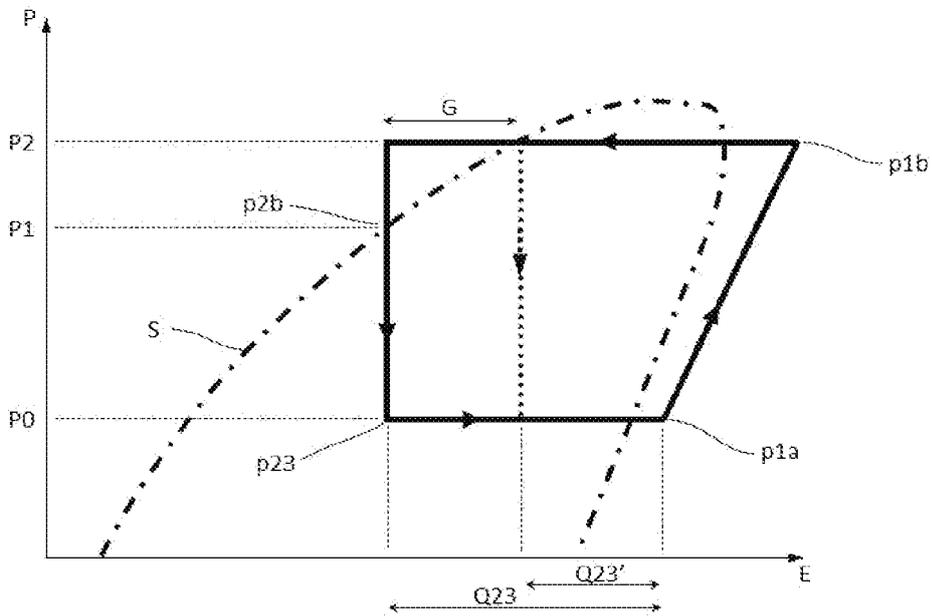


Fig. 10

# 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**

NEANT

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

EP 2 743 107 A1 (VALEO SYSTEMES THERMIQUES  
[FR]) 18 juin 2014 (2014-06-18)

EP 3 735 358 A1 (VALEO SYSTEMES THERMIQUES  
[FR]) 11 novembre 2020 (2020-11-11)

DE 10 2020 106626 A1 (AUDI AG [DE])  
16 septembre 2021 (2021-09-16)

WO 2021/204915 A1 (VALEO SYSTEMES  
THERMIQUES [FR])  
14 octobre 2021 (2021-10-14)

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

NEANT