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

(19) Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle
Bureau international

(43) Date de la publication internationale
22 novembre 2018 (22.11.2018)

WIPO | PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 2018/211199 A1

(51) Classification internationale des brevets :
F25B 5/04 (2006.01) *F25B 40/04* (2006.01)
F25B 6/04 (2006.01) *F25B 40/02* (2006.01)
F25B 49/02 (2006.01)

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/FR2018/051140

(22) Date de dépôt international :
04 mai 2018 (04.05.2018)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
1754455 19 mai 2017 (19.05.2017) FR

(71) Déposant : **VALEO SYSTEMES THERMIQUES** [FR/FR] ; ZA l'Agiot, 8 rue Louis Lormand, CS 80517 LA VERRIERE, 78322 LE MESNIL SAINT DENIS Cedex (FR).

(72) Inventeurs : **BEAUVIS, Régis** ; C/o Valeo Systèmes Thermiques, ZA l'Agiot, 8 rue Louis Lormand, CS 80517 La Verrière, 78322 LE MESNIL SAINT-DENIS CEDEX (FR). **BENOUALI, Jugurtha** ; C/o Valeo Systèmes Thermiques, ZA l'Agiot, 8 rue Louis Lormand, CS 80517 La Verrière, 78322 LE MESNIL SAINT-DENIS CEDEX (FR). **DELAFORGE, Laurent** ; C/o Valeo Systèmes Thermiques, ZA l'Agiot, 8 rue Louis Lormand, CS 80517 La Verrière, 78322 LE MESNIL SAINT-DENIS CEDEX (FR). **GARDIE, Patricia** ; C/o Valeo Systèmes Thermiques, ZA l'Agiot, 8 rue Louis Lormand, CS 80517

(54) **Title:** INDIRECT REVERSIBLE AIR-CONDITIONING CIRCUIT FOR A MOTOR VEHICLE, AND METHOD FOR MANAGING SAME IN HEAT PUMP MODE

(54) **Titre :** CIRCUIT DE CLIMATISATION INVERSIBLE INDIRECT DE VEHICULE AUTOMOBILE ET PROCEDE DE GESTION EN MODE DE POMPE A CHALEUR

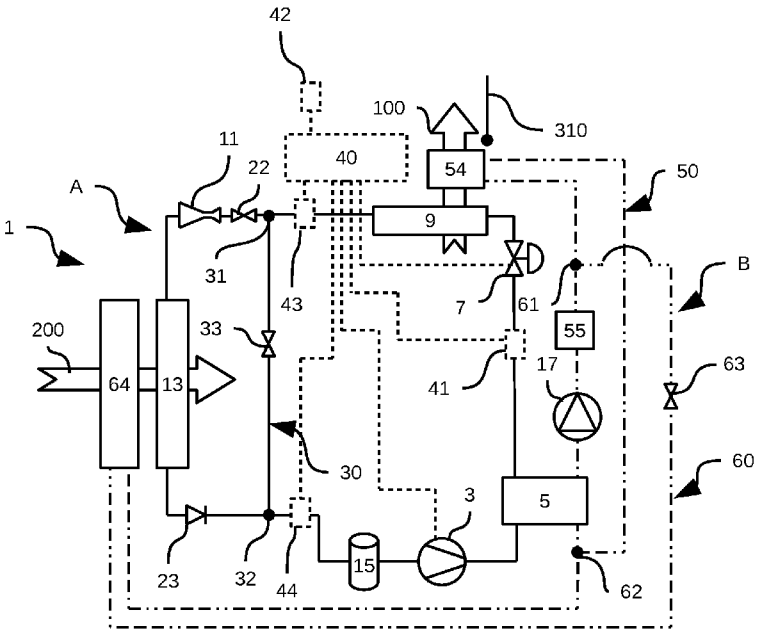


Fig. 1

(57) **Abstract:** The present invention relates to an indirect reversible air-conditioning circuit (1) comprising: • a first coolant loop (A) having: - a compressor (3), - an electronic expansion valve (7), - a first heat exchanger (9), - a tube aperture (11), - a second heat exchanger (13), and - a bypass line (30) for bypassing the second heat exchanger (13); • a second heat transfer fluid loop (B); and • a two-fluid heat exchanger (5) arranged on both the first coolant loop (A) and the second heat transfer fluid loop (B), the indirect reversible air-conditioning circuit comprising: • a pressure and/or temperature sensor (41) for the high-pressure coolant, said sensor

WO 2018/211199 A1

[Suite sur la page suivante]

La Verrière, 78322 LE MESNIL SAINT-DENIS CEDEX (FR).

(74) **Mandataire : METZ, Gaëlle** ; VALEO SYSTEMES THERMIQUES, Département Propriété Industrielle, ZA l'Agiot, 8 rue Louis Lormand, CS 80517 La Verrière 78322 LE MESNIL SAINT-DENIS CEDEX (FR).

(81) **États désignés** *(sauf indication contraire, pour tout titre de protection nationale disponible)* : AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) **États désignés** *(sauf indication contraire, pour tout titre de protection régionale disponible)* : ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), européen (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Publiée:

— *avec rapport de recherche internationale (Art. 21(3))*

(41) being arranged downstream of the two-fluid heat exchanger (5), and • a central control unit (40) connected to said high-pressure coolant pressure and/or temperature sensor (41), said central control unit also being connected to the electronic expansion valve (7).

(57) Abrégé : La présente invention concerne un circuit de climatisation inversible indirect (1)comportant : • une première boucle de fluide réfrigérant (A) comportant : ◦ un compresseur (3), ◦ une vanne électronique d'expansion (7), ◦ un premier échangeur de chaleur (9), ◦ un orifice tube (11), ◦ un deuxième échangeur de chaleur (13), et ◦ une conduite de contournement (30) du deuxième échangeur de chaleur (13), • une deuxième boucle de fluide caloporteur (B), et • un échangeur de chaleur bifluide (5) agencé conjointement sur la première boucle de fluide réfrigérant (A) et sur la deuxième boucle de fluide caloporteur (B), le circuit de climatisation inversible indirect comportant : • un capteur de pression et/ou de température (41) du fluide réfrigérant à haute pression, ledit capteur (41) étant disposé en aval de l'échangeur de chaleur bifluide (5), • une unité centrale de contrôle (40) connectée audit capteur de pression et/ou de température (41) à haute pression, ladite unité centrale de contrôle étant également connectée à la vanne électronique d'expansion (7).

CIRCUIT DE CLIMATISATION INVERSIBLE INDIRECT DE VEHICULE AUTOMOBILE ET PROCEDE DE GESTION EN MODE POMPE A CHALEUR

L'invention se rapporte au domaine des véhicules automobiles et plus particulièrement à un circuit de climatisation de véhicule automobile et son procédé de de gestion en mode pompe à chaleur.

Les véhicules automobiles actuels comportent de plus en plus souvent un circuit de climatisation. Généralement, dans un circuit de climatisation « classique », un fluide réfrigérant passe successivement dans un compresseur, un premier échangeur de chaleur, appelé condenseur, placé en contact avec un flux d'air extérieur au véhicule automobile pour libérer de la chaleur, un dispositif de détente et un deuxième échangeur de chaleur, appelé évaporateur, placé en contact avec un flux d'air intérieur du véhicule automobile pour le refroidir.

Il existe également des architectures de circuit de climatisation plus complexes qui permettent d'obtenir un circuit de climatisation inversible, c'est à dire qu'il peut utiliser un mode de fonctionnement pompe à chaleur dans lequel il est apte à absorber de l'énergie calorifique dans l'air extérieur au niveau du premier échangeur de chaleur, appelé alors évapo-condenseur, et la restituer dans l'habitacle notamment au moyen d'un troisième échangeur de chaleur dédié.

Cela est possible notamment en utilisant un circuit de climatisation indirect. On entend par indirect ici que le circuit de climatisation comporte deux boucles de circulation de deux fluides distincts (comme par exemple un fluide réfrigérant et de l'eau glycolée) afin d'effectuer les différents échanges de chaleur.

Le circuit de climatisation comprend ainsi une première boucle de fluide réfrigérant dans laquelle circule un fluide réfrigérant, une deuxième boucle de fluide caloporteur dans laquelle circule un fluide caloporteur, et un échangeur de chaleur bifluide agencé conjointement sur la première boucle de fluide réfrigérant et sur la deuxième boucle de fluide caloporteur, de façon à permettre les échanges de chaleur entre lesdites boucles.

Un tel circuit de climatisation permet une utilisation selon différents modes de fonctionnement mais peine à fournir un mode de fonctionnement dont les performances sont satisfaisantes pour permettre une montée en température rapide du flux d'air intérieur et ce indépendamment des conditions extérieures et notamment de la température du flux d'air extérieur. Cela est particulièrement le cas en mode pompe à chaleur où le coefficient de performance du circuit de climatisation n'est pas toujours optimal.

Un des buts de la présente invention est donc de remédier au moins partiellement aux inconvénients de l'art antérieur et de proposer un circuit de climatisation amélioré ainsi que son procédé de gestion en mode pompe à chaleur.

La présente invention concerne donc un circuit de climatisation inversible indirect pour véhicule automobile comportant :

- une première boucle de fluide réfrigérant dans laquelle circule un fluide réfrigérant, ladite première boucle de fluide réfrigérant comportant dans le sens de circulation du fluide réfrigérant :
  - un compresseur,
  - une vanne électronique d'expansion,
  - un premier échangeur de chaleur étant destiné à être traversé par un flux d'air intérieur au véhicule automobile,
  - un orifice tube,
  - un deuxième échangeur de chaleur étant destiné à être traversé par un flux d'air extérieur au véhicule automobile, et
  - une conduite de contournement du deuxième échangeur de chaleur,
- une deuxième boucle de fluide caloporteur dans laquelle circule un fluide caloporteur, et

- un échangeur de chaleur bifluide agencé conjointement sur la première boucle de fluide réfrigérant en aval du compresseur, entre ledit compresseur et la vanne électronique d'expansion, et sur la deuxième boucle de fluide caloporteur, de façon à permettre les échanges de chaleur entre la première boucle de fluide réfrigérant et la deuxième boucle de fluide caloporteur,

le circuit de climatisation inversible indirect comportant :

- un capteur de pression et/ou de température du fluide réfrigérant à haute pression, ledit capteur étant disposé en aval de l'échangeur de chaleur bifluide, entre ledit échangeur de chaleur bifluide et la vanne électronique d'expansion,
- une unité centrale de contrôle connectée audit capteur de pression et/ou de température du fluide réfrigérant à haute pression, ladite unité centrale de contrôle étant également connectée à la vanne électronique d'expansion de sorte à piloter l'ouverture de ladite vanne électronique d'expansion.

Selon un aspect de l'invention, la première boucle de fluide réfrigérant comporte un premier échangeur de chaleur interne permettant un échange de chaleur entre le fluide réfrigérant à haute pression en sortie de l'échangeur de chaleur bifluide et le fluide réfrigérant en sortie du premier échangeur de chaleur ou du deuxième échangeur de chaleur.

Selon un autre aspect de l'invention, la première boucle de fluide réfrigérant comporte un deuxième échangeur de chaleur interne permettant un échange de chaleur entre le fluide réfrigérant à haute pression en sortie du premier échangeur de chaleur interne et le fluide réfrigérant à basse pression circulant dans la conduite de contournement.

Selon un autre aspect de l'invention, le capteur de température et de pression du fluide réfrigérant à haute pression est disposé entre l'échangeur de chaleur bifluide et le premier échangeur de chaleur interne.

Selon un autre aspect de l'invention, la deuxième boucle de fluide caloporteur comporte :

- l'échangeur de chaleur bifluide,
- une première conduite de circulation de fluide caloporteur comportant un troisième échangeur de chaleur destiné à être traversé par un flux d'air intérieur au véhicule automobile, et reliant un premier point de jonction disposé en aval de l'échangeur de chaleur bifluide et un deuxième point de jonction disposé en amont dudit échangeur de chaleur bifluide,
- une deuxième conduite de circulation de fluide caloporteur comportant un quatrième échangeur de chaleur destiné à être traversé par un flux d'air extérieur au véhicule automobile, et reliant le premier point de jonction disposé en aval de l'échangeur de chaleur bifluide et le deuxième point de jonction disposé en amont dudit échangeur de chaleur bifluide, et
- une pompe disposée en aval ou en amont de l'échangeur de chaleur bifluide, entre le premier point de jonction et le deuxième point de jonction.

La présente invention concerne également un procédé de gestion d'un circuit de climatisation inversible indirect selon un mode pompe à chaleur dans lequel :

- le fluide réfrigérant circule dans le compresseur où ledit fluide réfrigérant passe à haute pression et circule successivement dans l'échangeur de chaleur bifluide et la vanne électronique d'expansion où ledit fluide réfrigérant passe à une pression intermédiaire, ledit fluide réfrigérant circule ensuite successivement dans le premier échangeur de chaleur, l'orifice tube où ledit fluide réfrigérant passe à basse pression, le deuxième échangeur de chaleur avant de retourner au compresseur,

- le fluide caloporteur en sortie de l'échangeur de chaleur bifluide circule uniquement dans le troisième échangeur de chaleur de la première conduite de circulation,
- l'unité centrale de contrôle calcule le sous-refroidissement du fluide réfrigérant en sortie de l'échangeur de chaleur bifluide selon la formule suivante :

$$\Delta T = T_p - T_m$$

où ΔT est le sous-refroidissement, T_p est la température de saturation liquide du fluide réfrigérant à la valeur de haute pression et T_m est la température mesurée par le capteur de température du fluide réfrigérant à haute pression, l' unité centrale de contrôle pilotant l'ouverture de la vanne électronique d'expansion de sorte de ledit sous-refroidissement soit compris entre 2 et 12°K.

Selon un aspect du procédé selon l'invention, l'unité centrale de contrôle pilote l'ouverture de la vanne électronique d'expansion de sorte de ledit sous-refroidissement soit compris entre 6 et 10°K.

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront plus clairement à la lecture de la description suivante, donnée à titre d'exemple illustratif et non limitatif, et des dessins annexés parmi lesquels :

- la figure 1 montre une représentation schématique d'un circuit de climatisation inversible indirect selon un premier mode de réalisation,
- la figure 2 montre une représentation schématique d'un circuit de climatisation inversible indirect selon un deuxième mode de réalisation,
- la figure 3 montre une représentation schématique d'un circuit de climatisation inversible indirect selon un troisième mode de réalisation,
- les figures 4a et 4b montrent des représentations schématiques de dispositifs de détente selon différents modes de réalisation,

- la figure 5 montre une représentation schématique de la deuxième boucle de fluide caloporteur du circuit de climatisation inversible indirect des figures 1 à 3, selon un mode de réalisation alternatif,
- la figure 6a montre le circuit de climatisation inversible indirect de la figure 1 selon un mode de refroidissement,
- la figure 6b montre un diagramme pression / enthalpie du mode de refroidissement illustré à la figure 6a,
- la figure 7a montre le circuit de climatisation inversible indirect de la figure 1 selon un mode pompe à chaleur,
- la figure 7b montre un diagramme pression / enthalpie du mode pompe à chaleur illustré à la figure 7a,
- les figures 8a et 8b montrent des graphiques de l'évolution du coefficient de performance et de différents paramètres du circuit de climatisation inversible indirect de la figure 1 en fonction de la pression du fluide réfrigérant en sortie du premier échangeur de chaleur.

Sur les différentes figures, les éléments identiques portent les mêmes numéros de référence.

Les réalisations suivantes sont des exemples. Bien que la description se réfère à un ou plusieurs modes de réalisation, ceci ne signifie pas nécessairement que chaque référence concerne le même mode de réalisation, ou que les caractéristiques s'appliquent seulement à un seul mode de réalisation. De simples caractéristiques de différents modes de réalisation peuvent également être combinées et/ou interchangées pour fournir d'autres réalisations.

Dans la présente description, on peut indexer certains éléments ou paramètres, comme par exemple premier élément ou deuxième élément ainsi que premier paramètre et second paramètre ou encore premier critère et deuxième critère etc. Dans ce cas, il

s'agit d'un simple indexage pour différencier et dénommer des éléments ou paramètres ou critères proches mais non identiques. Cette indexation n'implique pas une priorité d'un élément, paramètre ou critère par rapport à un autre et on peut aisément interchanger de telles dénominations sans sortir du cadre de la présente description. Cette indexation n'implique pas non plus un ordre dans le temps par exemple pour apprécier tel ou tel critère.

Dans la présente description, on entend par « placé en amont » qu'un élément est placé avant un autre par rapport au sens de circulation d'un fluide. A contrario, on entend par « placé en aval » qu'un élément est placé après un autre par rapport au sens de circulation du fluide.

La figure 1 montre un circuit de climatisation indirect 1 pour véhicule automobile. Ce circuit de climatisation indirect 1 comporte notamment :

- une première boucle de fluide réfrigérant A dans laquelle circule un fluide réfrigérant,
- une deuxième boucle de fluide caloporteur B dans laquelle circule un fluide caloporteur, et
- un échangeur de chaleur bifluide 5 agencé conjointement sur la première boucle de fluide réfrigérant A et sur la deuxième boucle de fluide caloporteur B, de façon à permettre les échanges de chaleur entre ladite première boucle de fluide réfrigérant A et ladite deuxième boucle de fluide caloporteur B.

La première boucle de fluide réfrigérant A, représentée en trait plein sur les différentes figures, comporte plus particulièrement dans le sens de circulation du fluide réfrigérant :

- un compresseur 3,
- l'échangeur de chaleur bifluide 5, disposé en aval dudit compresseur 3,
- un premier dispositif de détente, plus précisément une vanne électronique d'expansion 7,

- un premier échangeur de chaleur 9 étant destiné à être traversé par un flux d'air intérieur 100 au véhicule automobile,
- un deuxième dispositif de détente, plus précisément un orifice tube 11,
- un deuxième échangeur de chaleur 13 étant destiné à être traversé par un flux d'air extérieur 200 au véhicule automobile, et
- une conduite de contournement 30 du deuxième échangeur de chaleur 13.

La conduite de contournement 30 peut relier plus spécifiquement un premier point de raccordement 31 et un deuxième point de raccordement 32.

Le premier point de raccordement 31 est de préférence disposé, dans le sens de circulation du fluide réfrigérant, en aval du premier échangeur de chaleur 9, entre ledit premier échangeur de chaleur 9 et le deuxième échangeur de chaleur 13. Plus particulièrement, et comme illustré sur la figure 1, le premier point de raccordement 31 est disposé entre le premier échangeur de chaleur 9 et l'orifice tube 11. Il est cependant tout à fait possible d'imaginer que le premier point de raccordement 31 soit disposé entre l'orifice tube 11 et le deuxième échangeur de chaleur 13 du moment que le fluide réfrigérant a la possibilité de contourner ledit orifice tube 11 ou de le traverser sans subir de perte de pression.

Le deuxième point de raccordement 32 est quant à lui de préférence disposé en aval du deuxième échangeur de chaleur 13, entre ledit échangeur de chaleur 13 et le compresseur 3.

Comme illustré sur la figure 2, la première boucle de fluide réfrigérant A peut également comporter un premier échangeur de chaleur interne 19 (IHX pour « internal heat exchanger ») permettant un échange de chaleur entre le fluide réfrigérant en sortie de l'échangeur de chaleur bifluide 5 et le fluide réfrigérant en sortie du deuxième échangeur de chaleur 13 ou de la conduite de contournement 30. Ce premier IHX 19 comporte notamment une entrée et une sortie de fluide réfrigérant en provenance du

deuxième point de raccordement 32, ainsi qu'une entrée et une sortie de fluide réfrigérant en provenance de l'échangeur de chaleur bifluide 5.

Comme illustré à la figure 3, la première boucle de fluide réfrigérant A peut comporter, en supplément du premier IHX 19, un deuxième IHX 19' permettant un échange de chaleur entre le fluide réfrigérant à haute pression en sortie du premier IHX 19 et le fluide réfrigérant à basse pression circulant dans la conduite de contournement 30, c'est à dire en provenance du premier point de raccordement 31. Par fluide réfrigérant à haute pression on entend par là un fluide réfrigérant ayant subi une augmentation de pression au niveau du compresseur 3 et qu'il n'a pas encore subi de perte de pression du fait de la vanne électronique d'expansion 7 ou de l'orifice tube 11. Ce deuxième IHX 19' comporte notamment une entrée et une sortie de fluide réfrigérant en provenance du premier point de raccordement 31, ainsi qu'une entrée et une sortie de fluide réfrigérant à haute pression en provenance du premier IHX 19.

Au moins un des premier 19 ou deuxième 19' IHX peut être un échangeur de chaleur coaxial, c'est à dire comportant deux tubes coaxiaux et entre lesquels s'effectuent les échanges de chaleur.

De préférence, le premier IHX 19 peut être un IHX coaxial d'une longueur comprise entre 50 et 120mm alors que le deuxième IHX 19' peut être un IHX coaxial d'une longueur comprise entre 200 et 700mm.

Comme le montrent les figures 1 et 2, la première boucle de fluide réfrigérant peut également comporter un accumulateur 15 disposé en amont du compresseur 3, plus précisément entre le deuxième point de raccordement 32 et ledit compresseur 3. Dans le cas où un premier IHX 19 est présent, ledit accumulateur 15 est disposé en amont dudit premier IHX 19, entre le deuxième point de raccordement 32 et ledit premier IHX 19. Cet accumulateur 15 permet notamment de réaliser une séparation de phase du fluide

réfrigérant de sorte que le fluide réfrigérant arrivant au compresseur 3 ou dans le premier IHX 19 soit en phase gazeuse.

Selon une variante illustrée à la figure 3, la première boucle de fluide réfrigérant A peut comporter à la place d'un accumulateur 15, une bouteille déshydratante 15' disposée en aval de l'échangeur de chaleur bifluide 5, plus précisément entre ledit échangeur de chaleur bifluide 5 et le premier IHX 19. Une telle bouteille déshydratante 15' disposée sur le côté haute pression du circuit de climatisation, c'est à dire en aval du compresseur 3 et en amont d'un dispositif de détente, a un encombrement moindre ainsi qu'un coût réduit par rapport à d'autres solutions de séparation de phase comme un accumulateur qui serait disposé du côté basse pression du circuit de climatisation, c'est à dire en amont du compresseur 3, notamment en amont du premier IHX 19.

Le circuit de climatisation inversible indirecte 1 comporte également un dispositif de redirection du fluide réfrigérant en provenance du premier échangeur de chaleur 9 vers le deuxième échangeur de chaleur 13 ou vers la conduite de contournement 30.

Ce dispositif de redirection du fluide réfrigérant en provenance du premier échangeur de chaleur 9 peut notamment comporter :

- une première vanne d'arrêt 22 disposée en aval du premier point de raccordement 31, entre ledit premier point de raccordement 31 et le deuxième dispositif de détente 11. Une alternative à cette première vanne d'arrêt 22 peut être que le deuxième dispositif de détente 11 comporte une fonction d'arrêt de sorte à pouvoir bloquer le fluide réfrigérant et l'empêcher de circuler,
- une deuxième vanne d'arrêt 33 disposée sur la conduite de contournement 30, et
- un clapet antiretour 23 disposé en aval du deuxième échangeur de chaleur 13, entre ledit deuxième échangeur de chaleur 13 et le deuxième point de raccordement 32.

Une autre alternative (non représentée) peut également être de disposer une vanne trois-voies au niveau du premier point de raccordement 31.

Par vanne d'arrêt, clapet antiretour, vanne trois-voies ou dispositif de détente avec fonction d'arrêt, on entend ici des éléments mécaniques ou électromécaniques pouvant être pilotés par une unité centrale de contrôle embarquée dans le véhicule automobile.

Comme le montrent plus en détail les figures 4a et 4b, la vanne électronique d'expansion 7 et l'orifice tube 11 peuvent être contournés par une conduite de dérivation A', comportant notamment une vanne d'arrêt 25, 25'. Cette conduite de dérivation A' permet au fluide réfrigérant de contourner la vanne électronique d'expansion 7 et /ou l'orifice tube 11 sans qu'il subisse une perte de pression. Une alternative pour que le fluide réfrigérant traverse la vanne électronique d'expansion 7 sans perte de pression est que cette dernière comporte une fonction d'ouverture maximum dans laquelle le fluide réfrigérant la traverse sans perte de pression.

La deuxième boucle de fluide caloporteur B, représentée en trait comprenant trois tirets et deux points sur les différentes figures, peut comporter quant à elle :

- l'échangeur de chaleur bifluide 5,
- une première conduite de circulation 50 de fluide caloporteur comportant un troisième échangeur de chaleur 54 destiné à être traversé par un flux d'air intérieur 100 au véhicule automobile, et reliant un premier point de jonction 61 disposé en aval de l'échangeur de chaleur bifluide 5 et un deuxième point de jonction 62 disposé en amont dudit échangeur de chaleur bifluide 5,
- une deuxième conduite de circulation 60 de fluide caloporteur comportant un quatrième échangeur de chaleur 64 destiné à être traversé par un flux d'air extérieur 200 au véhicule automobile, et reliant le premier point de jonction 61 disposé en aval de l'échangeur de chaleur

bifluide 5 et le deuxième point de jonction 62 disposé en amont dudit échangeur de chaleur bifluide 5, et

- une pompe 17 disposée en aval ou en amont de l'échangeur de chaleur bifluide 5, entre le premier point de jonction 61 et le deuxième point de jonction 62.

Le circuit de climatisation inversible indirecte 1 comporte au sein de la deuxième boucle de fluide caloporteur B un dispositif de redirection du fluide caloporteur en provenance de l'échangeur de chaleur bifluide 5 vers la première conduite de circulation 50 et/ou vers la deuxième conduite de circulation 60.

Comme illustré sur les figures 1 à 3, ledit dispositif de redirection du fluide caloporteur en provenance de l'échangeur de chaleur bifluide 5 peut notamment comporter une quatrième vanne d'arrêt 63 disposée sur la deuxième conduite de circulation 60 afin de bloquer ou non le fluide caloporteur et de l'empêcher de circuler dans ladite deuxième conduite de circulation 60.

Le circuit de climatisation inversible indirect 1 peut également comporter un volet d'obstruction 310 du flux d'air intérieur 100 traversant le troisième échangeur de chaleur 54.

Ce mode de réalisation permet notamment de limiter le nombre de vannes sur la deuxième boucle de fluide caloporteur B et ainsi permet de limiter les coûts de productions.

Selon un mode de réalisation alternatif illustré à la figure 5, le dispositif de redirection du fluide caloporteur en provenance de l'échangeur de chaleur bifluide 5 peut notamment comporter

- une quatrième vanne d'arrêt 63 disposée sur la deuxième conduite de circulation 60 afin de bloquer ou non le fluide caloporteur et de l'empêcher de circuler dans ladite deuxième conduite de circulation 60, et

- une cinquième vanne d'arrêt 53 disposée sur la première conduite de circulation 50 afin de bloquer ou non le fluide caloporteur et de l'empêcher de circuler dans ladite première conduite de circulation 50.

La deuxième boucle de fluide caloporteur B peut également comporter un élément électrique chauffant 55 du fluide caloporteur. Ledit élément électrique chauffant 55 est notamment disposé, dans le sens de circulation du fluide caloporteur, en aval de l'échangeur de chaleur bifluide 5, entre ledit échangeur de chaleur bifluide 5 et le premier point de jonction 61.

Comme le montrent les figures 1 à 3, le circuit de climatisation inversible indirecte comporte en outre une unité centrale de contrôle 40 commandant et pilotant divers éléments afin de permette le passage d'un mode de fonctionnement à un autre ainsi que pour piloter les différents modes de fonctionnements.

Afin de commander notamment le passage d'un mode de fonctionnement à un autre l'unité centrale de contrôle 40 peut notamment être reliée au dispositif de redirection du fluide réfrigérant en provenance du premier échangeur de chaleur 9 et plus particulièrement à la première vanne d'arrêt 22 et la la deuxième vanne d'arrêt 33 afin de commander leur ouverture ou leur fermeture. L'unité centrale de contrôle 40 peut également être reliée aux vannes d'arrêt 25 et 25' des conduites de dérivation A' permettant le contournement de la vanne électronique d'expansion 7 et de l'orifice tube 11. Ces différentes liaisons ne sont est pas représentées sur les figures. L'unité centrale de contrôle 40 peut également être reliée au dispositif de redirection du fluide caloporteur afin de contrôler la circulation du fluide caloporteur dans la deuxième boucle de fluide caloporteur B.

L'unité centrale de contrôle 40 peut être connectée à la vanne électronique d'expansion 7 afin de piloter son ouverture et de définir la pression du fluide réfrigérant en sortie de ladite vanne électronique d'expansion.

L'unité centrale de contrôle 40 peut en outre être connectée au compresseur 3 afin de le piloter et de définir son régime et ainsi définir la pression du fluide réfrigérant en sortie dudit compresseur 3.

Le circuit de climatisation inversible indirect 1 peut comporter un capteur de pression et/ou de température 41 du fluide réfrigérant à haute pression. Ce capteur 41 est disposé en aval de l'échangeur de chaleur bifluide 5, entre ledit échangeur de chaleur bifluide 5 et la vanne électronique d'expansion 7. Lorsque le circuit inversible indirect 1 comporte un premier IHX 19, le capteur de pression et/ou de température 41 du fluide réfrigérant à haute pression est disposé entre l'échangeur de chaleur bifluide 5 et le premier échangeur de chaleur interne 19 afin que les mesures de pression et de températures ne soient pas affectées par ledit premier IHX 19. Ce capteur de pression et/ou de température 41 du fluide réfrigérant à haute pression est connecté à l'unité centrale de contrôle 40 et permet à cette dernière de connaître la pression ainsi que la température du fluide réfrigérant en sortie de l'échangeur de chaleur bifluide 5.

Le circuit de climatisation inversible indirect 1 peut comporter un capteur de température 42 de la température extérieure ainsi qu'un capteur de pression 43 du fluide réfrigérant à pression intermédiaire. Ce capteur de pression 43 est disposé en aval de la vanne électronique d'expansion 7, entre ladite vanne électronique d'expansion 7 et l'orifice tube 11. Plus particulièrement, le capteur de pression 43 du fluide réfrigérant à pression intermédiaire est disposé en aval du premier échangeur de chaleur 9, entre ledit premier échangeur de chaleur 9 et le premier point de raccordement, comme illustré sur les figures 1, 2 et 3. Il est néanmoins tout à fait possible de disposer ce capteur de pression 43 en amont de l'échangeur de chaleur, entre la vanne électronique d'expansion 7 et ledit premier échangeur de chaleur 9.

Le capteur de température 42 de la température extérieure ainsi que le capteur de pression 43 du fluide réfrigérant à pression intermédiaire sont tout deux connectés à l'unité centrale de contrôle 40 et permettent à cette dernière de connaître la température de l'air extérieure au véhicule automobile ainsi que la pression du fluide réfrigérant en sortie de vanne électronique d'expansion 7.

Le circuit de climatisation inversible indirect 1 peut également comporter un capteur de pression 44 du fluide réfrigérant à basse pression. Ce capteur de pression 44 est disposé en aval la conduite de contournement 30, plus précisément entre le deuxième point de raccordement 32 et le compresseur 3. Lorsque le circuit inversible indirect 1 comporte un premier IHX 19, le capteur de pression 44 du fluide réfrigérant à basse pression est disposé entre le deuxième point de raccordement 32 et le premier échangeur de chaleur interne 19 afin que la mesure de pression ne soit pas affectée par ledit premier IHX 19.

Aux figures 6a à 7b sont illustré des procédés de fonctionnement du circuit de climatisation inversible indirect 1 selon différents modes de fonctionnement. Sur les figures 6a et 7a, seuls les éléments dans lesquels le fluide réfrigérant et/ou le fluide caloporteur circulent sont représentés. Le sens de circulation du fluide réfrigérant et/ou du fluide caloporteur est représenté par des flèches.

La figure 6a montre plus particulièrement un procédé de fonctionnement selon un mode de refroidissement dans lequel :

- le fluide réfrigérant passe successivement dans le compresseur 3, l'échangeur de chaleur bifluide 5, la vanne électronique d'expansion 7 et le premier échangeur de chaleur 9 avant de retourner au compresseur 3,
- une portion du fluide caloporteur en sortie de l'échangeur de chaleur bifluide 5 circule dans le troisième échangeur de chaleur 54 de la première conduite de circulation 50 et une autre portion du fluide caloporteur en sortie de l'échangeur de chaleur bifluide 5 circule dans le quatrième échangeur de chaleur 64 de la deuxième conduite de circulation 50,
- le volet d'obstruction 310 est fermé de sorte à empêcher le flux d'air intérieur 100 de circuler dans le troisième échangeur de chaleur 54.

Les variations de pression et d'enthalpie que subit le fluide réfrigérant lors de ce mode de refroidissement, sont illustrées sur le diagramme pression / enthalpie de la figure 6b. La courbe X représente la courbe de saturation du fluide réfrigérant.

Le fluide réfrigérant à l'entrée du compresseur 3 est en phase gazeuse. Le fluide réfrigérant subit une compression, illustrée par la flèche 300, en passant dans le compresseur 3. On parle alors de fluide réfrigérant à haute pression.

Le fluide réfrigérant à haute pression traverse l'échangeur de chaleur bifluide 5 et subit une perte d'enthalpie, illustrée par la flèche 500, du fait du passage en phase liquide du fluide réfrigérant et du transfert d'enthalpie vers le fluide caloporteur de la deuxième boucle de fluide caloporteur B. Le fluide réfrigérant perd alors de l'enthalpie tout en restant à une pression constante.

Le fluide réfrigérant passe ensuite dans la vanne électronique d'expansion 7. Le fluide réfrigérant subit une perte de pression isenthalpique, illustrée par la flèche 700 et croise la courbe de saturation X, ce qui le fait passer dans un état de mélange liquide plus gaz. On parle alors de fluide réfrigérant à basse pression.

Le fluide réfrigérant à basse pression passe ensuite dans le premier échangeur de chaleur 9 où il gagne de l'enthalpie comme illustré par la flèche 900 en refroidissant le flux d'air intérieur 100. Le fluide réfrigérant à basse pression rejoint ainsi la courbe de saturation X et repasse à l'état gazeux.

A la sortie du premier échangeur de chaleur 9, le fluide réfrigérant à basse pression est redirigé vers la conduite de contournement 30 avant de rentrer de nouveau dans le compresseur 3.

Ce mode de refroidissement est utile pour refroidir le flux d'air intérieur 100.

Dans ce mode de refroidissement, le dispositif de redirection du fluide réfrigérant est configuré de sorte que le fluide réfrigérant ne circule pas dans le deuxième échangeur de chaleur 13.

Cela est notamment possible en fermant la première vanne d'arrêt 22 et en ouvrant la deuxième vanne d'arrêt 33 afin que le fluide réfrigérant à basse pression en

sortie du premier échangeur de chaleur 9 ne circule pas dans le deuxième échangeur de chaleur 13 et passe dans la conduite de contournement 30.

Le clapet antiretour 23 permet d'éviter que du fluide réfrigérant à basse pression en sortie de la conduite de contournement 30 ne reflue vers le deuxième échangeur de chaleur 13.

Selon une première variante non représentée, le mode de refroidissement peut fonctionner lorsque le circuit de climatisation inversible indirect 1 comporte un premier IHX 19. Cette première variante du mode de refroidissement comporte les mêmes étapes que le mode de refroidissement illustré à la figure 6a, à la différence que :

- avant d'arriver dans la vanne électronique d'expansion 7, le fluide réfrigérant à haute pression passe par le premier IHX 19, et
- avant d'arriver dans le compresseur 3, le fluide réfrigérant à basse pression en provenance de la conduite de contournement 30 passe également par le premier IHX 19.

Le premier IHX 19 permet une diminution de l'enthalpie du fluide réfrigérant à haute pression avant son entrée dans le premier échangeur de chaleur 9 en transférant une partie de son enthalpie au fluide réfrigérant à basse pression en amont du compresseur 3. Le premier IHX 19 permet une augmentation de la puissance de refroidissement et améliore le coefficient de performance (ou COP pour « coefficient of performance ») en diminuant l'enthalpie du fluide réfrigérant à haute pression en sortie de l'échangeur de chaleur bifluide 5 et en la transférant au fluide réfrigérant à basse pression avant son entrée dans le compresseur 3.

Selon une deuxième variante non représentée, le mode de refroidissement peut fonctionner lorsque le circuit de climatisation inversible indirect 1 comporte un premier 19 et un deuxième 19' IHX. Cette deuxième variante du mode de refroidissement comporte les mêmes étapes que le mode de refroidissement illustré à la figure 6a, à la différence que :

- avant d'arriver dans la vanne électronique d'expansion 7, le fluide réfrigérant à haute pression passe successivement par le premier IHX 19 et le deuxième IHX 19', et
- avant d'arriver dans le compresseur 3, le fluide réfrigérant à basse pression en provenance du premier échangeur de chaleur 9 passe dans le deuxième IHX 19' en traversant la conduite de contournement 30 et passe ensuite par le premier IHX 19.

Dans cette deuxième variante du mode de refroidissement, les deux IHX 19 et 19' sont actifs et leurs effets s'additionnent. L'utilisation des IHX 19 et 19' l'un après l'autre, permet de diminuer l'enthalpie du fluide réfrigérant à haute pression en entrée de la vanne électronique d'expansion 7. Le fluide réfrigérant à haute pression et à l'état liquide en sortie de l'échangeur de chaleur bifluide 5 est refroidi par le fluide réfrigérant à l'état gazeux et à basse pression sortant du premier échangeur de chaleur 9. La différence d'enthalpie aux bornes du premier échangeur de chaleur 9 augmente sensiblement ce qui permet à la fois, une augmentation de la puissance frigorifique disponible au niveau dudit premier échangeur de chaleur 9 qui refroidit le flux d'air 100 et cela entraîne donc une amélioration du coefficient de performance.

De plus, l'ajout d'enthalpie au fluide réfrigérant à basse pression au niveau des premier 19 et deuxième 19' IHX permet de limiter la proportion de fluide réfrigérant en phase liquide avant sont entrée dans le compresseur 3, notamment lorsque le circuit de climatisation 1 comporte une bouteille déshydratante 15 disposée en aval de l'échangeur de chaleur bifluide 5.

Au niveau de la deuxième boucle de fluide caloporteur B, le fluide caloporteur gagne de l'enthalpie issue du fluide réfrigérant au niveau de l'échangeur de chaleur bifluide 5.

Comme illustré sur la figure 6a, une portion du fluide caloporteur circule dans la première conduite de circulation 50 et traverse le troisième échangeur de chaleur 54. Le fluide caloporteur ne perd cependant pas d'enthalpie car le volet d'obstruction 310 est

refermé et bloque le flux d'air intérieur 100 de sorte qu'il ne traverse pas le troisième échangeur de chaleur 54.

Une autre portion du fluide caloporteur circule dans la deuxième conduite de circulation 60 et traverse le quatrième échangeur de chaleur 64. Le fluide caloporteur perd de l'enthalpie au niveau dudit échangeur de chaleur 64 en la relâchant dans le flux d'air extérieur 200. La quatrième vanne d'arrêt 63 est ouverte pour permettre le passage du fluide caloporteur.

Une solution alternative (non représentée) pour que le fluide caloporteur n'échange pas avec le flux d'air intérieur 100 au niveau du troisième échangeur de chaleur 54, est de munir comme sur la figure 4 la première conduite de circulation 50 de la cinquième vanne d'arrêt 53 et de la fermer de sorte à empêcher le fluide caloporteur de circuler dans ladite première conduite de circulation 50.

La figure 7a montre plus particulièrement un procédé de fonctionnement selon un mode pompe à chaleur dans lequel :

- le fluide réfrigérant passe successivement dans le compresseur 3, l'échangeur de chaleur bifluide 5, la vanne électronique d'expansion 7, le premier échangeur de chaleur 9, l'orifice tube 11 et le deuxième échangeur de chaleur 13 avant de retourner au compresseur 3,
- le fluide caloporteur en sortie de l'échangeur de chaleur bifluide 5 circule uniquement dans le troisième échangeur de chaleur 54 de la première conduite de circulation 50,
- le volet d'obstruction 310, lorsqu'il est présent, est ouvert de sorte à permettre au flux d'air intérieur 100 de circuler dans le troisième échangeur de chaleur 54.

Les variations de pression et d'enthalpie que subit le fluide réfrigérant lors de ce mode pompe à chaleur, sont illustrées sur le diagramme pression / enthalpie de la figure 7b. La courbe X représente la courbe de saturation du fluide réfrigérant.

Le fluide réfrigérant à l'entrée du compresseur 3 est en phase gazeuse. Le fluide réfrigérant subit une compression, illustrée par la flèche 300, en passant dans le compresseur 3. On parle ici de fluide réfrigérant à haute pression.

Le fluide réfrigérant à haute pression traverse l'échangeur de chaleur bifluide 5 et subit une perte d'enthalpie, illustrée par la flèche 500, du fait du passage en phase liquide du fluide réfrigérant et du transfert d'enthalpie vers le fluide caloporteur de la deuxième boucle de fluide caloporteur B. Le fluide réfrigérant à haute pression perd alors de l'enthalpie tout en restant à une pression constante.

Le fluide réfrigérant à haute pression passe ensuite dans la vanne électronique d'expansion 7. Le fluide réfrigérant subit une première perte de pression isenthalpique, illustrée par la flèche 700 et croise la courbe de saturation X, ce qui le fait passer dans un état de mélange liquide plus gaz. On parle ici de fluide à pression intermédiaire.

Le fluide réfrigérant à pression intermédiaire traverse ensuite le premier échangeur de chaleur 9 où il continue de perdre de l'enthalpie comme illustré par la flèche 900 en réchauffant le flux d'air intérieur 100.

A la sortie du premier échangeur de chaleur 9, le fluide réfrigérant à pression intermédiaire est redirigé vers le deuxième échangeur de chaleur 13. Avant d'arriver au deuxième échangeur de chaleur 13, le fluide réfrigérant à pression intermédiaire passe dans l'orifice tube11 où il subit une deuxième perte de pression isenthalpique illustrée par la flèche 110. On parle alors de fluide à basse pression.

Le fluide réfrigérant à basse pression traverse ensuite le deuxième échangeur de chaleur 13 où il gagne de l'enthalpie, comme illustré par la flèche 130, en absorbant de l'enthalpie du flux d'air extérieur 200. Le fluide réfrigérant à basse pression rejoint ainsi la courbe de saturation X et repasse à l'état gazeux.

Le fluide réfrigérant à basse pression rejoint ensuite le compresseur 3.

Dans ce mode pompe à chaleur, le dispositif de redirection du fluide réfrigérant est configuré de sorte que le fluide réfrigérant à pression intermédiaire ne circule pas dans la conduite de contournement 30.

Cela est notamment possible en ouvrant la première vanne d'arrêt 22 et en fermant la deuxième vanne d'arrêt 33 afin que le fluide réfrigérant à pression intermédiaire en sortie du premier échangeur de chaleur 9 ne circule pas dans la conduite de contournement 30 et passe dans l'orifice tube 11 et le deuxième échangeur de chaleur 13.

Selon une première variante non représentée, le mode pompe à chaleur peut fonctionner lorsque le circuit de climatisation inversible indirect 1 comporte un premier IHX 19. Cette variante du mode pompe à chaleur comporte les mêmes étapes que le mode de déshumidification illustré à la figure 7a, à la différence que :

- avant d'arriver dans la vanne électronique d'expansion 7, le fluide réfrigérant à haute pression passe par le premier IHX 19, et
- avant d'arriver dans le compresseur 3, le fluide réfrigérant à basse pression en provenance du deuxième échangeur de chaleur 13 passe également par le premier IHX 19.

Selon une deuxième variante non représentée, le mode pompe à chaleur peut fonctionner lorsque le circuit de climatisation inversible indirect 1 comporte un premier 19 et un deuxième 19' IHX. Cette deuxième variante du mode pompe à chaleur comporte les mêmes étapes que le mode pompe illustré à la figure 7a, à la différence qu'avant d'arriver dans la vanne électronique d'expansion 7, le fluide réfrigérant à haute pression passe successivement par le premier IHX 19 et le deuxième IHX 19'.

Cependant, le deuxième IHX 19' n'a pas d'influence car le fluide réfrigérant ne traverse pas la boucle de contournement 30.

Le premier IHX 19 permet une diminution de l'enthalpie du fluide réfrigérant à haute pression avant son entrée dans le premier échangeur de chaleur 9 en transférant une partie de son enthalpie au fluide réfrigérant à basse pression en amont du compresseur 3. L'ajout d'enthalpie au fluide réfrigérant à basse pression au niveau du premier IHX 19 permet de limiter la proportion de fluide réfrigérant à basse pression en

phase liquide avant son entrée dans le compresseur 3, notamment lorsque le circuit de climatisation 1 comporte une bouteille déshydratante 15 disposée en aval de l'échangeur de chaleur bifluide 5.

L'effet du premier IHX 19 peut être limité lorsque ce dernier est de faible longueur, par exemple avec une longueur comprise entre 50 et 120mm. Cette taille permet de limiter les échanges de chaleurs entre le fluide réfrigérant à haute pression et le fluide réfrigérant à basse pression de sorte que l'enthalpie échangée permet de limiter la proportion de fluide réfrigérant en phase liquide avant son entrée dans le compresseur 3 sans pour autant pénaliser l'efficacité du mode pompe à chaleur. En effet, le but de ce mode pompe à chaleur est de relâcher le plus d'enthalpie possible dans le flux d'air intérieur 100 afin de le réchauffer au niveau du premier échangeur de chaleur 9.

Au niveau de la deuxième boucle de fluide caloporteur B, le fluide caloporteur gagne de l'enthalpie issue du fluide réfrigérant au niveau de l'échangeur de chaleur bifluide 5.

Comme illustré sur la figure 7a, le fluide caloporteur circule dans la première conduite de circulation 50 et traverse le troisième échangeur de chaleur 54. Le fluide caloporteur perd de l'enthalpie en réchauffant le flux d'air intérieur 100. Pour cela, le volet d'obstruction 310 est ouvert ou la cinquième vanne d'arrêt 53 est ouverte. La quatrième vanne d'arrêt 63 est quant à elle fermée pour empêcher le passage du fluide caloporteur dans la deuxième conduite de circulation 60.

Ce mode pompe à chaleur est utile pour réchauffer le flux d'air intérieur 100 à la fois au niveau du premier échangeur de chaleur 9 et du troisième échangeur de chaleur 54 en absorbant de l'enthalpie du flux d'air extérieur 200 au niveau du deuxième échangeur de chaleur 13.

De plus, l'élément électrique chauffant 55 peut être en fonctionnement afin de fournir un apport supplémentaire d'énergie calorifique au fluide caloporteur pour réchauffer le flux d'air intérieur 100.

Selon un procédé de gestion, lorsque le circuit de climatisation inversible indirect 1 est en mode de fonctionnement pompe à chaleur, l'unité centrale de contrôle 40 calcule le sous-refroidissement du fluide réfrigérant en sortie de l'échangeur de chaleur bifluide 5. Le sous-refroidissement est calculé selon la formule suivante :

$$\Delta T = T_p - T_m$$

où ΔT est le sous-refroidissement, T_p est la température de saturation liquide du fluide réfrigérant à la valeur de haute pression et T_m est la température mesurée par le capteur de température du fluide réfrigérant à haute pression. Ce sous refroidissement est illustré sur la figure 7b par l'intervalle Y.

La température de saturation liquide du fluide réfrigérant à la valeur de haute pression T_p est une valeur définie et varie selon les types de fluide réfrigérant. La pression du fluide réfrigérant ainsi que sa température en sortie de l'échangeur de chaleur bifluide 5 son connues de l'unité centrale de contrôle 40 du fait du capteur de pression et/ou de température 41 du fluide réfrigérant à haute pression.

Selon le résultat du sous-refroidissement, l'unité centrale de contrôle 40 pilote de la vanne électronique d'expansion 7 de sorte de ledit sous-refroidissement soit compris entre 2 et 12°K, de préférence de entre 6 et 10°K. Pour cela, l'unité centrale de contrôle 40 fait varier l'ouverture de ladite vanne électronique d'expansion 7 afin de faire varier la perte de pression à son niveau et ainsi moduler le sous-refroidissement.

Ce contrôle du sous-refroidissement permet de maintenir un coefficient de performance optimal du circuit de climatisation inversible indirect 1 en mode pompe à chaleur.

Ce procédé de gestion est particulièrement adapté pour un fluide réfrigérant qui peut être entre autre du R1234yf ou du R134a.

Les figures 8a et 8b montrent des graphiques décrivant l'évolution du coefficient de performance (COP) illustrée par la courbe 200, en fonction de la pression du fluide réfrigérant en sortie du premier échangeur de chaleur 9.

Sur le même graphique est également représenté l'évolution de la puissance de chauffage (exprimée en puissance/100W), illustrée par la courbe 300, en fonction de la pression du fluide réfrigérant en sortie du premier échangeur de chaleur 9.

La courbe 400 montre l'évolution du sous-refroidissement en sortie de l'échangeur de chaleur bifluide 5 en fonction de la pression du fluide réfrigérant en sortie du premier échangeur de chaleur 9.

La courbe 500 montre quant à elle l'évolution de la température du flux d'air intérieur 100 en sortie du premier échangeur de chaleur 9 en fonction de la pression du fluide réfrigérant en sortie du premier échangeur de chaleur 9.

La figure 8a montre plus spécifiquement ces courbes pour une température extérieure de l'ordre de -18 °C et la figure 8b pour une température extérieure de l'ordre de 0 °C.

Sur ces figures 8a et 8b et notamment sur la figure 8a, il est ainsi visible que lorsque le sous-refroidissement (courbe 400) est compris entre 2 et 12°K, le coefficient de performance (courbe 200) est le plus important tout en ayant une puissance de chauffage (courbe 300) élevée. Plus précisément, lorsque le sous-refroidissement est compris entre 6 et 10°K, le coefficient de performance est optimal et ce quelque soit la température extérieure.

En dehors de cette plage de sous-refroidissement comprise entre 2 et 12°K, le coefficient de performance (courbe 200) a tendance à décliner.

D'autre modes de fonctionnement tels que des modes de déshumidification, de dégivrage ou de chauffage peuvent également être envisagés avec une telle architecture du circuit de climatisation inversible indirect 1.

Ainsi, on voit bien que de part son architecture et son procédé de fonctionnement, le circuit de climatisation inversible indirect 1, permet un mode de fonctionnement en pompe à chaleur avec un coefficient de performance optimal.

REVENDICATIONS

1. Circuit de climatisation inversible indirect (1) pour véhicule automobile comportant :

- une première boucle de fluide réfrigérant (A) dans laquelle circule un fluide réfrigérant, ladite première boucle de fluide réfrigérant (A) comportant dans le sens de circulation du fluide réfrigérant :
  - un compresseur (3),
  - une vanne électronique d'expansion (7),
  - un premier échangeur de chaleur (9) étant destiné à être traversé par un flux d'air intérieur (100) au véhicule automobile,
  - un orifice tube (11),
  - un deuxième échangeur de chaleur (13) étant destiné à être traversé par un flux d'air extérieur (200) au véhicule automobile, et
  - une conduite de contournement (30) du deuxième échangeur de chaleur (13),
- une deuxième boucle de fluide caloporteur (B) dans laquelle circule un fluide caloporteur, et
- un échangeur de chaleur bifluide (5) agencé conjointement sur la première boucle de fluide réfrigérant (A) en aval du compresseur (3), entre ledit compresseur (3) et la vanne électronique d'expansion (7), et sur la deuxième boucle de fluide caloporteur (B), de façon à permettre les échanges de chaleur entre la première boucle de fluide réfrigérant (A) et la deuxième boucle de fluide caloporteur (B),

caractérisé en ce qu'il comporte :

- un capteur de pression et/ou de température (41) du fluide réfrigérant à haute pression, ledit capteur (41) étant disposé en aval de l'échangeur de chaleur bifluide (5), entre ledit échangeur de chaleur bifluide (5) et la vanne électronique d'expansion (7),

- une unité centrale de contrôle (40) connectée audit capteur de pression et/ou de température (41) à haute pression, ladite unité centrale de contrôle (40) étant également connectée à la vanne électronique d'expansion (7) de sorte à piloter l'ouverture de ladite vanne électronique d'expansion (7).

2. Circuit de climatisation inversible indirect (1) selon la revendication précédente, caractérisé en ce que la première boucle de fluide réfrigérant (A) comporte un premier échangeur de chaleur interne (19) permettant un échange de chaleur entre le fluide réfrigérant à haute pression en sortie de l'échangeur de chaleur bifluide (5) et le fluide réfrigérant en sortie du premier échangeur de chaleur (9) ou du deuxième échangeur de chaleur (13).

3. Circuit de climatisation inversible indirect (1) selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que la première boucle de fluide réfrigérant (A) comporte un deuxième échangeur de chaleur interne (19') permettant un échange de chaleur entre le fluide réfrigérant à haute pression en sortie du premier échangeur de chaleur interne (19) et le fluide réfrigérant à basse pression circulant dans la conduite de contournement (30).

4. Circuit de climatisation inversible indirect (1) selon l'une des revendications 2 ou 3, caractérisé en ce que le capteur de température et de pression du fluide réfrigérant à haute pression est disposé entre l'échangeur de chaleur bifluide (5) et le premier échangeur de chaleur interne (19).

5. Circuit de climatisation inversible indirect (1) selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que la deuxième boucle de fluide caloporteur (B) comporte :

   - l'échangeur de chaleur bifluide (5),

- une première conduite de circulation (50) de fluide caloporteur comportant un troisième échangeur de chaleur (54) destiné à être traversé par un flux d'air intérieur (100) au véhicule automobile, et reliant un premier point de jonction (61) disposé en aval de l'échangeur de chaleur bifluide (5) et un deuxième point de jonction (62) disposé en amont dudit échangeur de chaleur bifluide (5),
- une deuxième conduite de circulation (60) de fluide caloporteur comportant un quatrième échangeur de chaleur (64) destiné à être traversé par un flux d'air extérieur (200) au véhicule automobile, et reliant le premier point de jonction (61) disposé en aval de l'échangeur de chaleur bifluide (5) et le deuxième point de jonction (62) disposé en amont dudit échangeur de chaleur bifluide (5), et
- une pompe (17) disposée en aval ou en amont de l'échangeur de chaleur bifluide (5), entre le premier point de jonction (61) et le deuxième point de jonction (62).

6. Procédé de gestion d'un circuit de climatisation inversible indirect (1) selon la revendication 5, selon un mode pompe à chaleur dans lequel :

- le fluide réfrigérant circule dans le compresseur (3) où ledit fluide réfrigérant passe à haute pression et circule successivement dans l'échangeur de chaleur bifluide (5) et la vanne électronique d'expansion (7) où ledit fluide réfrigérant passe à une pression intermédiaire, ledit fluide réfrigérant circule ensuite successivement dans le premier échangeur de chaleur (9), l'orifice tube (11) où ledit fluide réfrigérant passe à basse pression, le deuxième échangeur de chaleur (13) avant de retourner au compresseur (3),
- le fluide caloporteur en sortie de l'échangeur de chaleur bifluide (5) circule uniquement dans le troisième échangeur de chaleur (54) de la première conduite de circulation (50),

- l'unité centrale de contrôle (40) calcule le sous-refroidissement du fluide réfrigérant en sortie de l'échangeur de chaleur bifluide (5) selon la formule suivante :

$$\Delta T = T_p - T_m$$

où ΔT est le sous-refroidissement, T_p est la température de saturation liquide du fluide réfrigérant à la valeur de haute pression et T_m est la température mesurée par le capteur de température du fluide réfrigérant à haute pression, l'unité centrale de contrôle (40) pilotant l'ouverture de la vanne électronique d'expansion (7) de sorte de ledit sous-refroidissement soit compris entre 2 et 12°K.

7. Procédé de gestion d'un circuit de climatisation inversible indirect (1) selon la revendication précédente, caractérisé en ce que l'unité centrale de contrôle (40) pilote l'ouverture de la vanne électronique d'expansion (7) de sorte de ledit sous-refroidissement soit compris entre 6 et 10°K.

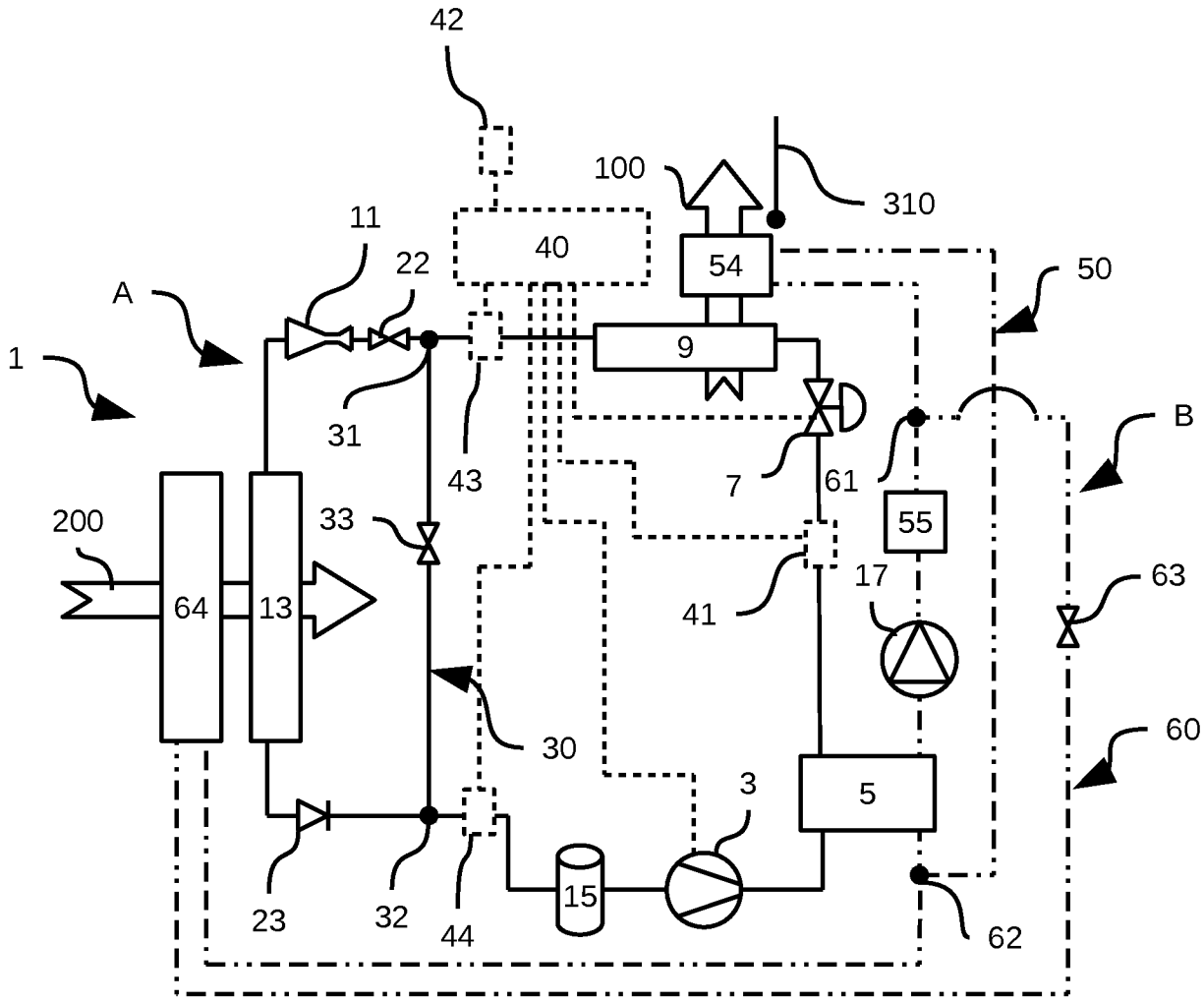

42
100
310
11
40
54
50
22
A
1
9
B
31
43
7
61
200
33
55
64
13
41
17
63
30
60
3
5
23
32
44
15
62

Fig. 1

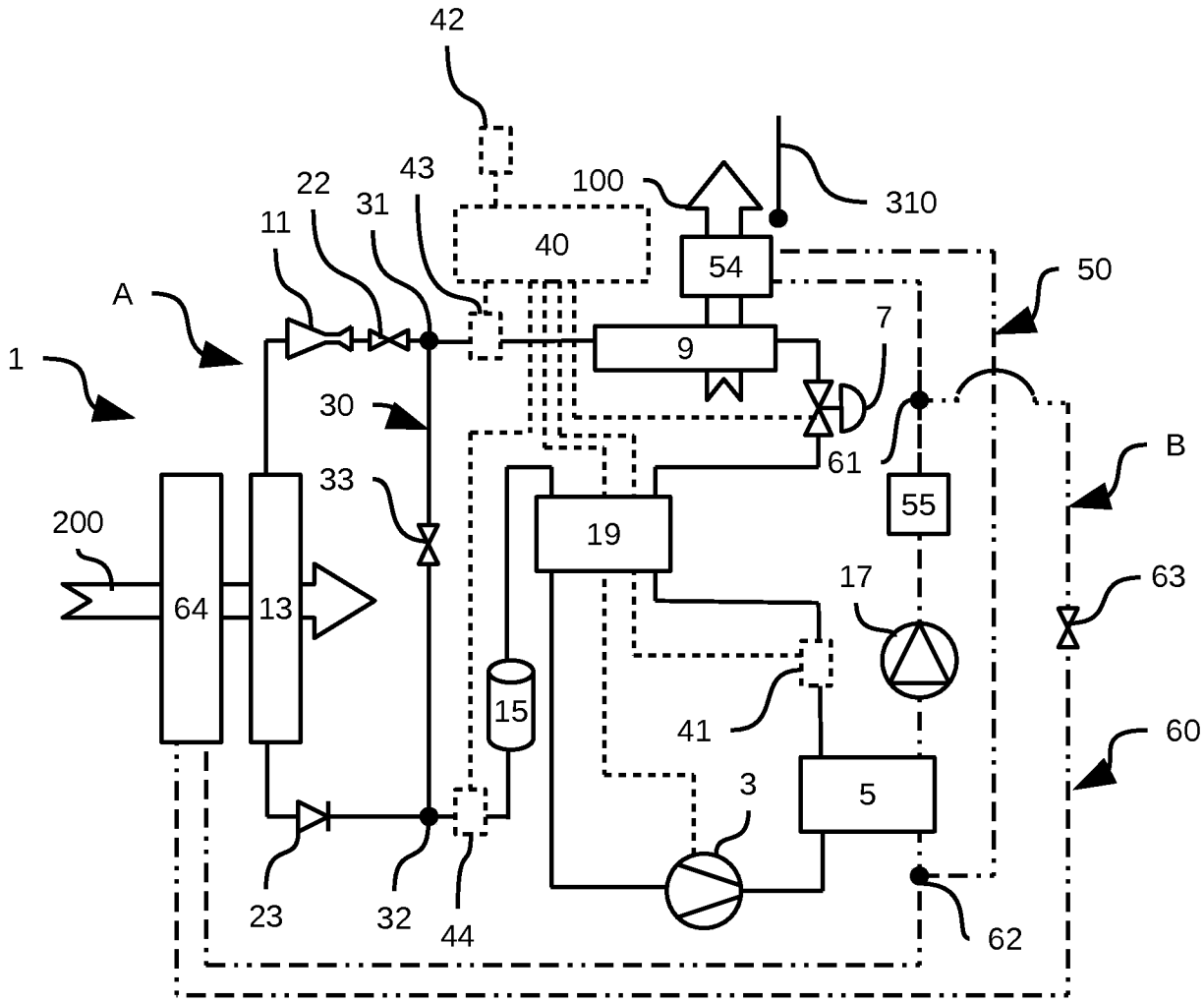

42
43
22
31
11
100
310
40
54
50
A
1
9
7
30
61
B
33
55
200
19
63
64
13
17
15
41
60
3
5
23
32
44
62

Fig. 2

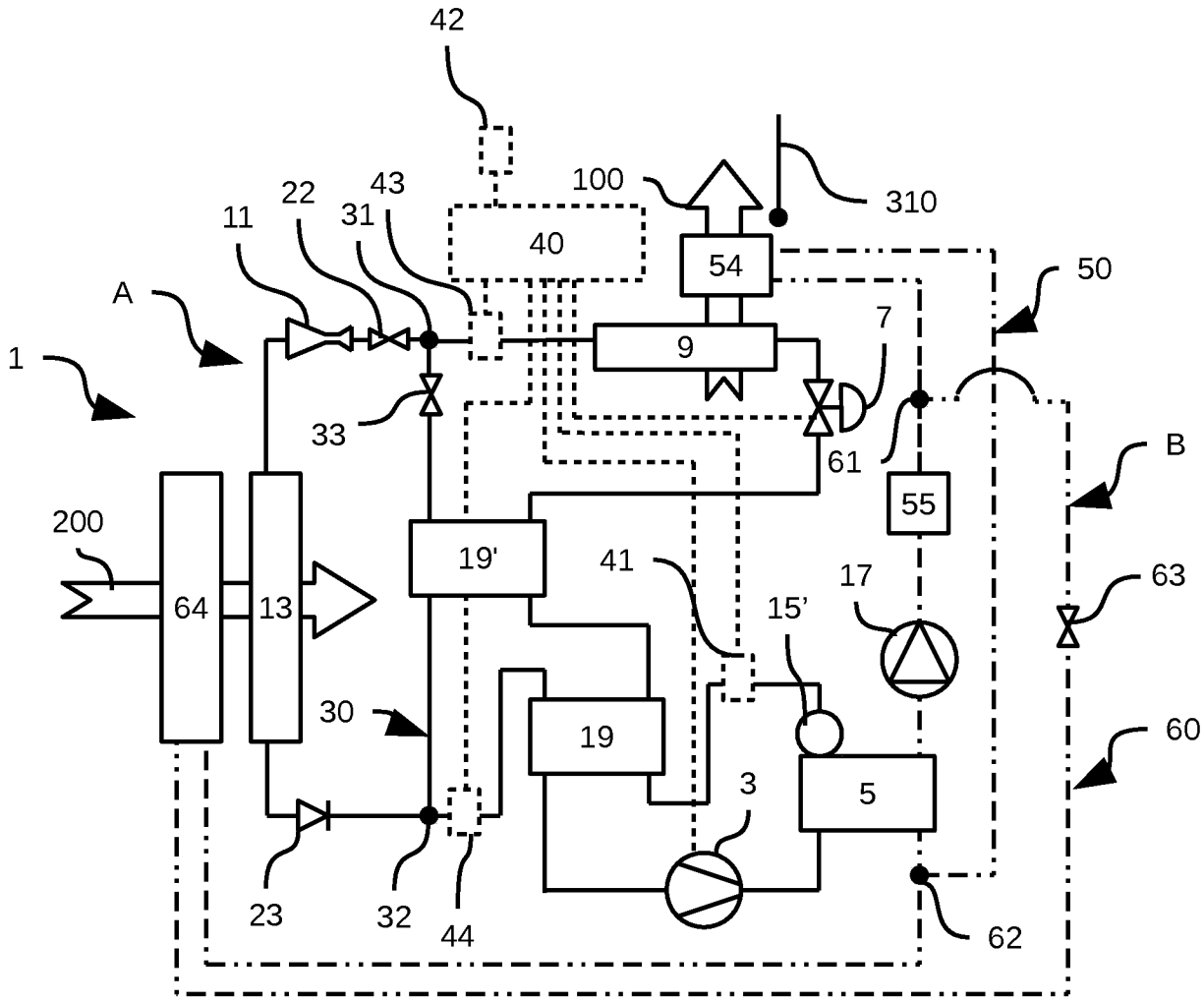

42
100
310
22
43
11
31
40
54
50
A
1
9
7
33
61
B
200
19'
41
55
17
63
64
13
15'
30
19
60
3
5
23
32
44
62

Fig. 3

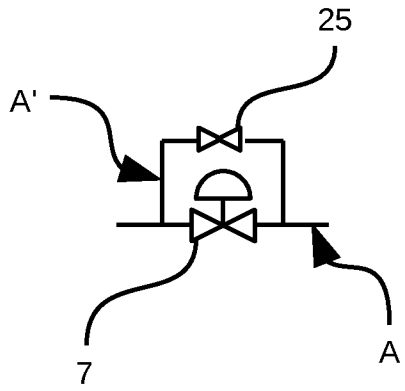


Fig. 4a

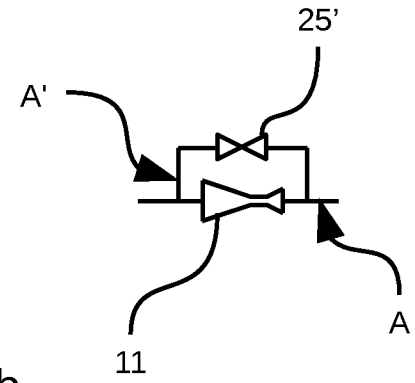


Fig. 4b

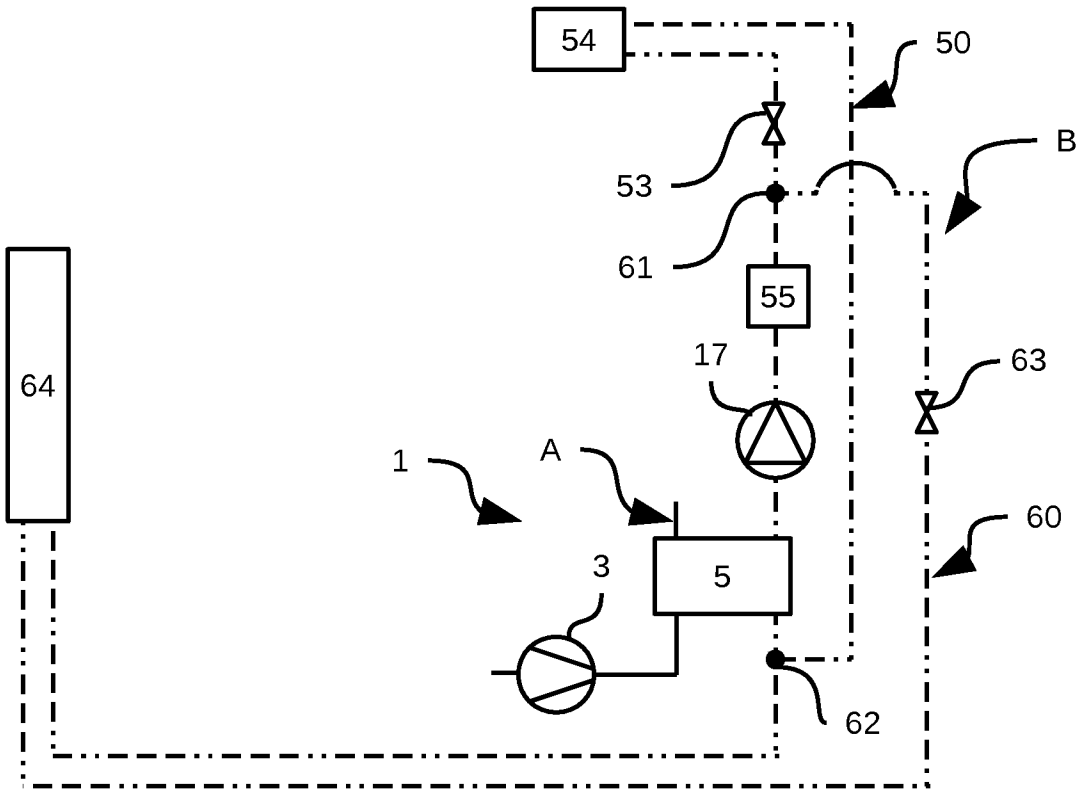


Fig. 5

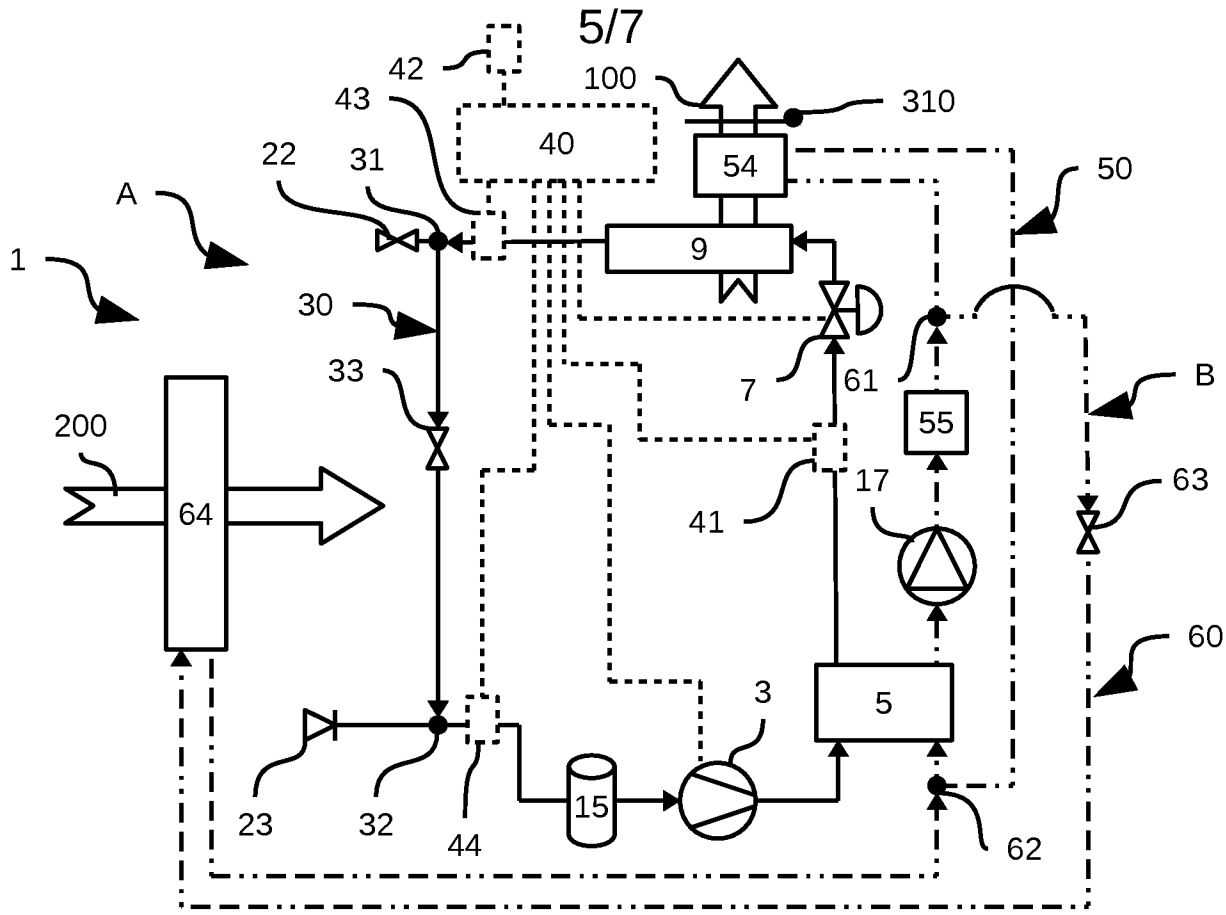

42
43
100
310
40
54
22
31
50
A
1
9
30
7
61
B
33
55
200
64
41
17
63
60
3
5
23
32
44
15
62

Fig. 6a

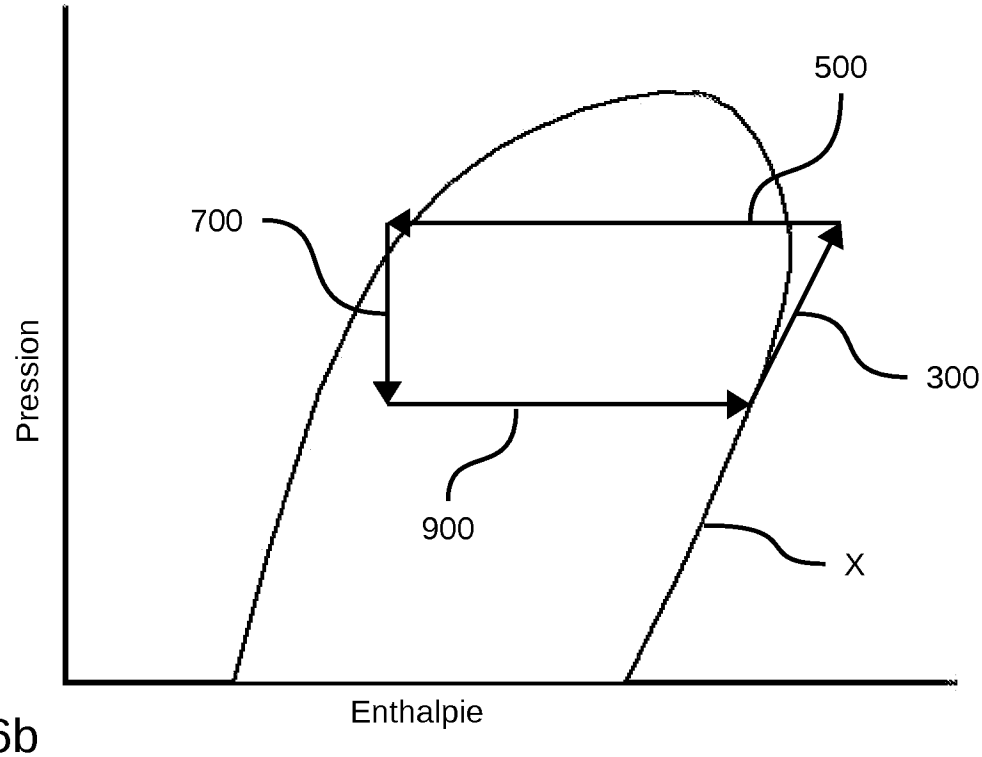

500
700
300
900
X
Pression
Enthalpie

Fig. 6b

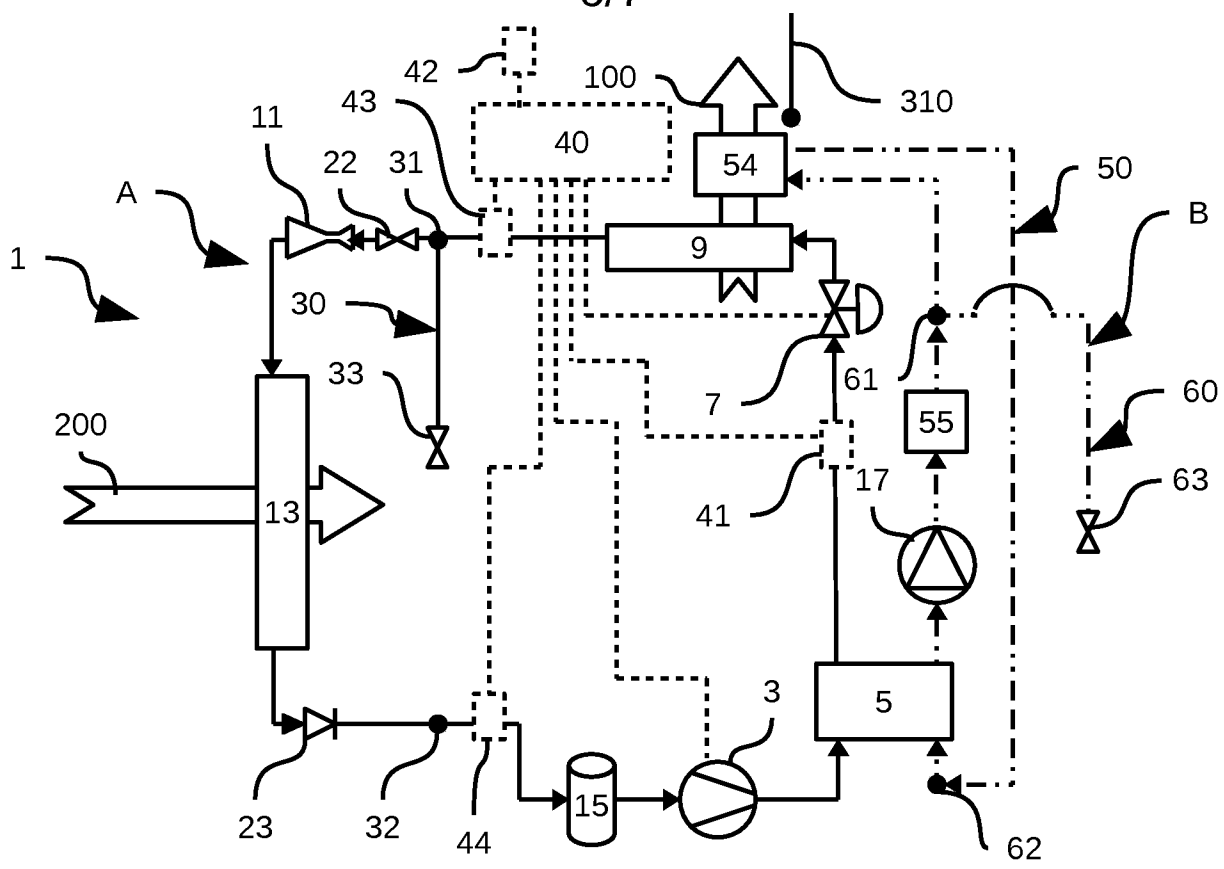

42
100
310
43
40
54
11
22
31
A
50
B
1
9
30
33
7
61
60
200
55
63
17
41
13
3
5
23
32
44
15
62

Fig. 7a

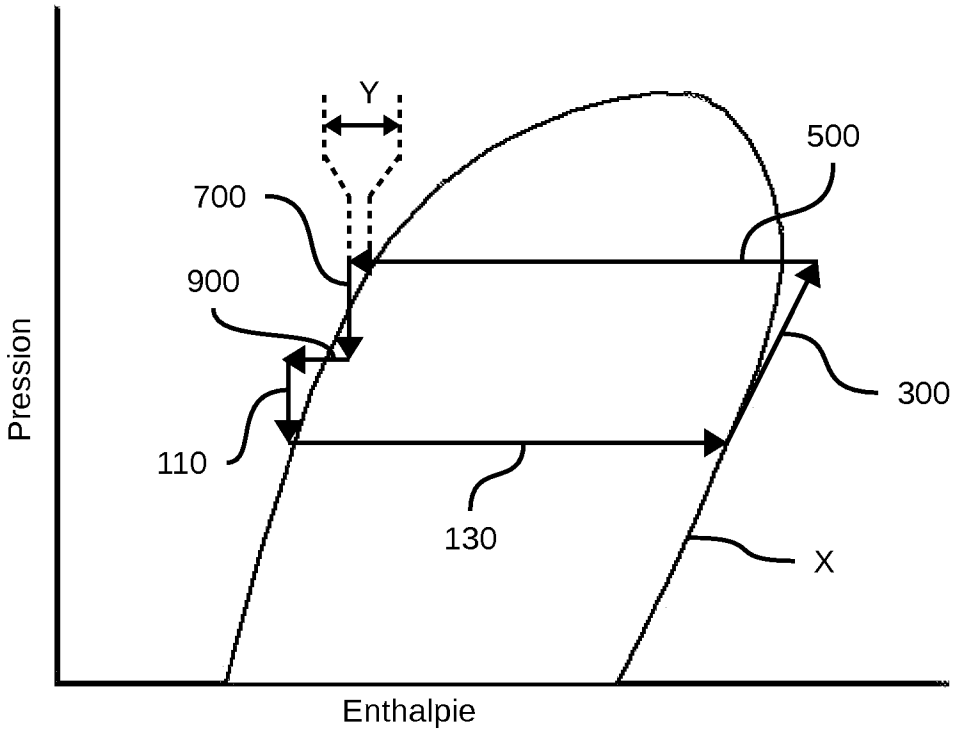

Y
500
700
900
300
110
130
X
Pression
Enthalpie

Fig. 7b

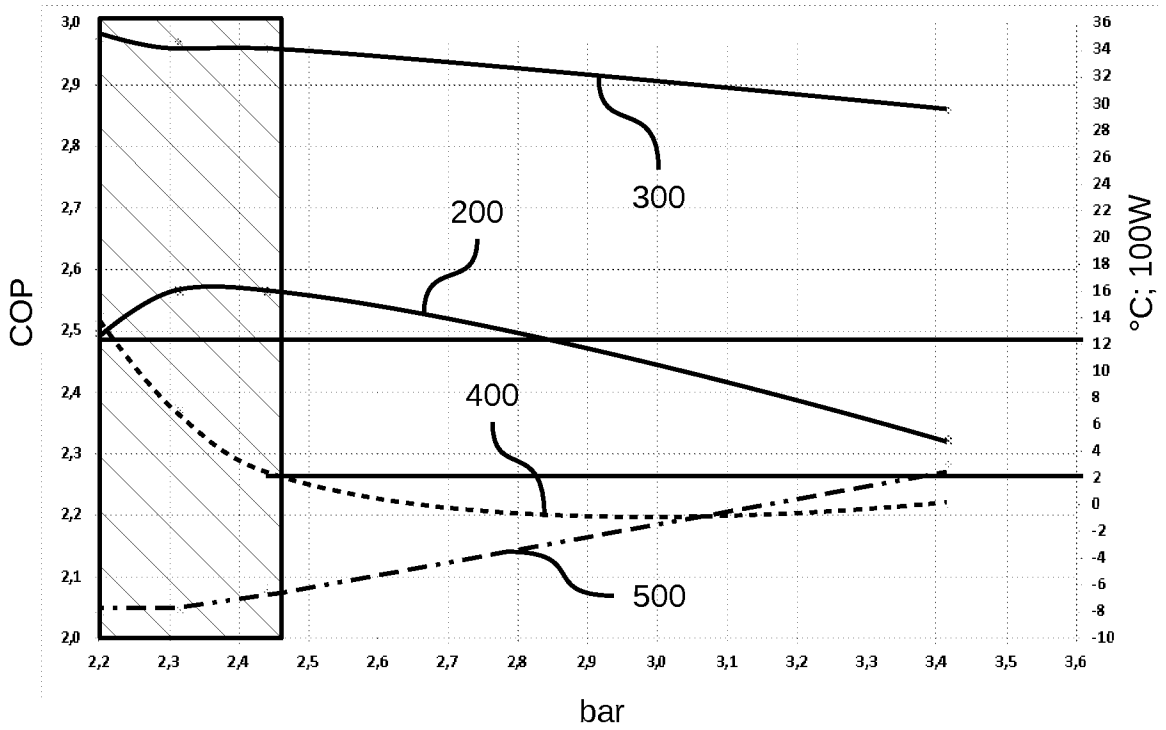


Fig. 8a

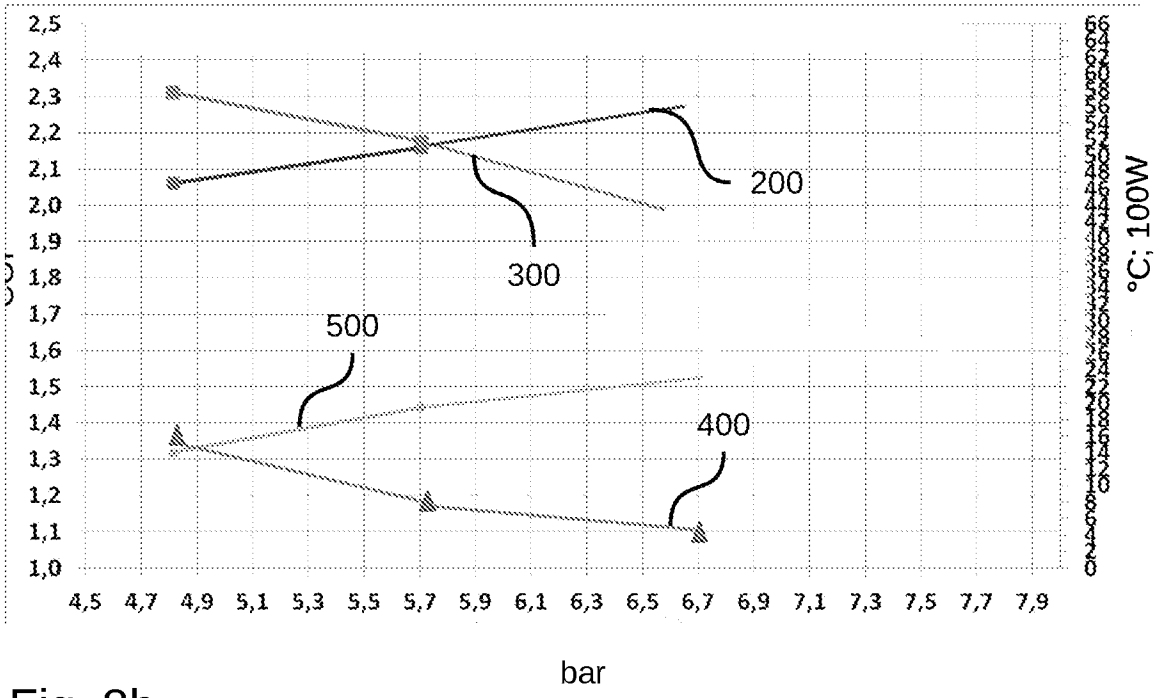


Fig. 8b

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/FR2018/051140

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. F25B5/04 F25B6/04 F25B49/02 F25B40/04 F25B40/02
ADD.

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
F25B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)
EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	FR 2 950 571 A1 (VALEO SYSTEMES THERMIQUES [FR]) 1 April 2011 (2011-04-01)	1-4
A	pages 7-10; figures 1-5	5-7
A	DE 10 2016 111599 A1 (FORD GLOBAL TECH LLC [US]) 12 January 2017 (2017-01-12) page 9; figure 4	1-7
A	DE 11 2014 003874 T5 (SANDEN HOLDINGS CORP [JP]) 25 May 2016 (2016-05-25) page 20; figure 12	1-7
A	WO 2013/164439 A1 (VALEO SYSTEMES THERMIQUES [FR]) 7 November 2013 (2013-11-07) figure 1	1-7

-/--

[X] Further documents are listed in the continuation of Box C.

[X] See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
23 July 2018	01/08/2018

Name and mailing address of the ISA/	Authorized officer
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Amous, Moez

1

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (April 2005)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/FR2018/051140

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	EP 2 933 586 A1 (VALEO SYSTEMES THERMIQUES [FR]) 21 October 2015 (2015-10-21) figures 1,4,7 -----	1-7

1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No
PCT/FR2018/051140

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
FR 2950571 A1	01-04-2011	CN 102648101 A	22-08-2012
		EP 2483091 A1	08-08-2012
		FR 2950571 A1	01-04-2011
		JP 5552166 B2	16-07-2014
		JP 2013506590 A	28-02-2013
		WO 2011039275 A1	07-04-2011
DE 102016111599 A1	12-01-2017	CN 106335339 A	18-01-2017
		DE 102016111599 A1	12-01-2017
DE 112014003874 T5	25-05-2016	CN 105473357 A	06-04-2016
		DE 112014003874 T5	25-05-2016
		JP 6192434 B2	06-09-2017
		JP 2015039998 A	02-03-2015
		US 2016193896 A1	07-07-2016
		US 2018141409 A1	24-05-2018
		WO 2015025907 A1	26-02-2015
WO 2013164439 A1	07-11-2013	EP 2844934 A1	11-03-2015
		FR 2990264 A1	08-11-2013
		WO 2013164439 A1	07-11-2013
EP 2933586 A1	21-10-2015	EP 2933586 A1	21-10-2015
		FR 3020129 A1	23-10-2015

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°
PCT/FR2018/051140

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE
INV. F25B5/04 F25B6/04 F25B49/02 F25B40/04 F25B40/02
ADD.

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)
F25B

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si cela est réalisable, termes de recherche utilisés)
EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	FR 2 950 571 A1 (VALEO SYSTEMES THERMIQUES [FR]) 1 avril 2011 (2011-04-01)	1-4
A	pages 7-10; figures 1-5	5-7

A	DE 10 2016 111599 A1 (FORD GLOBAL TECH LLC [US]) 12 janvier 2017 (2017-01-12) page 9; figure 4	1-7

A	DE 11 2014 003874 T5 (SANDEN HOLDINGS CORP [JP]) 25 mai 2016 (2016-05-25) page 20; figure 12	1-7

A	WO 2013/164439 A1 (VALEO SYSTEMES THERMIQUES [FR]) 7 novembre 2013 (2013-11-07) figure 1	1-7

	-/--	

[X] Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents

[X] Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

* Catégories spéciales de documents cités:

"A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent

"E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date

"L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)

"O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens

"P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

"T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention

"X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément

"Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier

"&" document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée	Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale
23 juillet 2018	01/08/2018

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale	Fonctionnaire autorisé
Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Amous, Moez

1

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°
PCT/FR2018/051140

C(suite). DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	EP 2 933 586 A1 (VALEO SYSTEMES THERMIQUES [FR]) 21 octobre 2015 (2015-10-21) figures 1,4,7 -----	1-7

1

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°
PCT/FR2018/051140

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
FR 2950571 A1	01-04-2011	CN 102648101 A	22-08-2012
		EP 2483091 A1	08-08-2012
		FR 2950571 A1	01-04-2011
		JP 5552166 B2	16-07-2014
		JP 2013506590 A	28-02-2013
		WO 2011039275 A1	07-04-2011
DE 102016111599 A1	12-01-2017	CN 106335339 A	18-01-2017
		DE 102016111599 A1	12-01-2017
DE 112014003874 T5	25-05-2016	CN 105473357 A	06-04-2016
		DE 112014003874 T5	25-05-2016
		JP 6192434 B2	06-09-2017
		JP 2015039998 A	02-03-2015
		US 2016193896 A1	07-07-2016
		US 2018141409 A1	24-05-2018
		WO 2015025907 A1	26-02-2015
WO 2013164439 A1	07-11-2013	EP 2844934 A1	11-03-2015
		FR 2990264 A1	08-11-2013
		WO 2013164439 A1	07-11-2013
EP 2933586 A1	21-10-2015	EP 2933586 A1	21-10-2015
		FR 3020129 A1	23-10-2015