

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

(19) Organisation Mondiale de la
Propriété Intellectuelle
Bureau international



(10) Numéro de publication internationale
WO 2020/151989 A1

(43) Date de la publication internationale
30 juillet 2020 (30.07.2020)

(51) Classification internationale des brevets :
F01P 3/20 (2006.01) *F02G 5/04* (2006.01)
F01P 9/02 (2006.01)

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/EP2020/050737

(22) Date de dépôt international :
14 janvier 2020 (14.01.2020)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
1900591 23 janvier 2019 (23.01.2019) FR

(71) Déposant : **IFP ENERGIES NOUVELLES** [FR/FR] ; 1
& 4 avenue du Bois-Préau, 92852 RUEIL-MALMAISON
(FR).

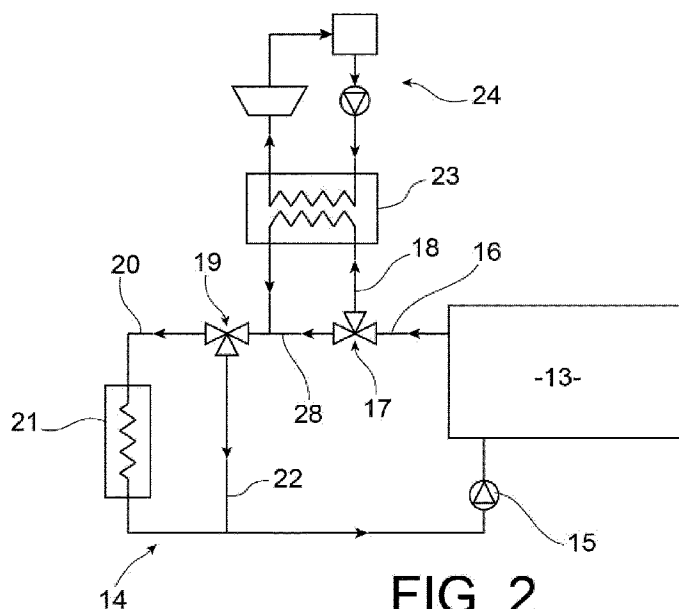
(72) Inventeurs : **LEDUC, Pierre** ; 1 et 4 avenue de Bois Préau,
92852 RUEIL-MALMAISON CEDEX (FR). **RANINI,
Alain** ; 1 et 4 avenue de Bois Préau, 92852 RUEIL-MAL-
MAISON CEDEX (FR).

(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,

(54) Title: COMBUSTION ENGINE COOLING CIRCUIT EQUIPPED WITH A HEAT RECOVERY CIRCUIT

(54) Titre : CIRCUIT DE REFROIDISSEMENT D'UN MOTEUR THERMIQUE EQUIPE D'UN CIRCUIT RECUPERATEUR DE CHALEUR

[Fig. 2]



(57) Abstract: The evaporator (23) of a heat recovery circuit (24) associated with a cooling circuit (14) of a combustion engine (13) is arranged on a bypass (18) of an outlet pipe (16) outside the engine, and a valve (17) controls the distribution of the heat transfer streams between the bypass (18) and the portion parallel to the pipe (16). The flow passes fully or mainly via the bypass (18) when the motor is hot, but not when it is cold, so as to thus render the evaporator (23) inactive and so as not to prevent a normal rise in the temperature of the engine (13). By placing the evaporator (23) just at the outlet of the engine (13), a maximum flow of the heat transfer fluid passing through the cooling circuit (14) is obtained and therefore a more efficient heat recovery.

(57) Abrégé : L'évaporateur (23) d'un circuit récupérateur de chaleur (24) adjoint à un circuit de refroidissement (14) d'un moteur

SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT,
TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, 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), eurasién (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))

thermique (13) est disposé sur une dérivation (18) d'un conduit de sortie (16) hors du moteur, et une vanne (17) commande la répartition des flux caloporteurs entre la dérivation (18) et la portion parallèle du conduit (16). Le débit passe complètement ou principalement par la dérivation (18) quand le moteur est chaud, mais pas quand il est froid, afin de rendre alors l'évaporateur (23) inactif et de ne pas contrarier une montée en température normale du moteur (13). En plaçant l'évaporateur (23) juste à la sortie du moteur (13), on dispose d'un débit maximal du fluide caloporteur parcourant le circuit de refroidissement (14) et donc d'une récupération plus efficace de la chaleur.

CIRCUIT DE REFROIDISSEMENT D'UN MOTEUR THERMIQUE EQUIPE D'UN CIRCUIT RECUPERATEUR DE CHALEUR

Le sujet de l'invention est un circuit de refroidissement d'un moteur thermique, auquel est adjoint un circuit de récupération de chaleur.

Les circuits classiques de refroidissement de moteurs thermiques passent par des équipements tels que des radiateurs pour céder la chaleur acquise par le fluide caloporteur, généralement de l'eau, en traversant le moteur. La chaleur dissipée dans les radiateurs est toutefois perdue, et c'est pourquoi des dispositifs plus complets, comprenant encore un circuit récupérateur de chaleur adjoint au circuit de refroidissement, ont aussi été développés. La déposante s'est particulièrement intéressée aux circuits récupérateurs de chaleur à cycle organique de Rankine, ou ORC, sans que l'invention présente leur soit limitée.

De tels circuits de récupération de chaleur sont en relation avec le circuit de refroidissement du moteur, par un échangeur de chaleur, généralement un évaporateur, et la chaleur qu'ils récupèrent peut être utilisée à entraîner une turbine. Certains documents de l'art antérieur illustrant de telles réalisations sont EP1925806 A2, EP2320058 A1 et WO2016/069455 A1.

Le but de la présente invention est de renforcer l'efficacité du circuit récupérateur, d'abord en plaçant l'évaporateur, ou plus généralement l'échangeur de chaleur avec le circuit de refroidissement, à un endroit du circuit où le débit de fluide caloporteur est maximal, en amont des embranchements distribuant le fluide caloporteur du circuit de refroidissement vers divers équipements. L'échangeur de chaleur sera donc placé à la sortie du moteur. Mais un inconvénient de cette idée est que l'inertie thermique du circuit de refroidissement est augmentée en raison de la présence de l'évaporateur à cet endroit où il est rendu plus efficace pour prélever la chaleur du circuit, ce qui contrariera la montée en température du moteur lors d'un démarrage à froid.

Ce problème est résolu, selon une deuxième caractéristique essentielle de l'invention, en construisant le circuit de refroidissement avec une dérivation sur laquelle est placé l'échangeur de chaleur, et avec une vanne de répartition du fluide

caloporteur entre les deux branches : le flux sera dirigé plutôt vers la branche porteuse de l'échangeur pendant le fonctionnement stable, et plutôt vers l'autre branche dans d'autres circonstances, notamment quand le fluide caloporteur et le moteur sont froids.

Une définition générale de l'invention est ainsi un circuit de refroidissement d'un moteur thermique équipé d'un évaporateur en échange thermique avec un circuit adjoint de récupération de chaleur, le circuit de refroidissement et le circuit de récupération de chaleur étant parcourus par des flux séparés de fluides, caractérisé en ce que l'évaporateur est placé sur une dérivation du circuit de refroidissement, qui se branche en parallèle à un segment d'une partie principale du circuit de refroidissement adjacente au moteur et dans lequel le fluide a un débit maximal en amont de la dérivation, une vanne de répartition du flux entre la dérivation et le segment étant placée soit sur le segment, soit sur la dérivation, soit à un concours du segment et de la dérivation.

La dérivation et donc l'échangeur de chaleur sont notamment placés en amont d'un éventuel thermostat du moteur, réglant la répartition du flux à travers un radiateur du circuit de refroidissement. Ils peuvent aussi être situés entre une culasse du moteur et un éventuel boîtier de répartition du fluide entre les branches du circuit de refroidissement, dit boîtier à eau.

La vanne peut être à trois voies, disposée à un point de concours dudit segment et de la dérivation. Elle peut aussi être une vanne à deux voies, placée alors soit sur le segment, soit sur la dérivation.

La vanne peut être de tout genre connu : elle peut être un thermostat à fonctionnement autonome, ou une vanne passive, commandée par un dispositif séparé, d'après une température du fluide de refroidissement ou éventuellement d'autres paramètres.

D'autres aspects de l'invention sont des procédés de commande d'un circuit de refroidissement selon ce qui précède. Dans l'un deux, on met en œuvre les étapes suivantes :

a) lorsque la température dudit fluide de refroidissement à la sortie dudit moteur est inférieure à un seuil prédéterminé, ladite vanne

empêche la circulation dudit fluide de refroidissement dans ledit évaporateur, et

b) lorsque la température dudit fluide de refroidissement ladite sortie dudit moteur est supérieure à un seuil prédéterminé, ladite vanne autorise la circulation dudit fluide de refroidissement dans ledit évaporateur.

Un autre aspect encore de l'invention est un véhicule, par ailleurs ordinaire et donc non décrit en détail ici, comprenant un moteur à combustion interne, et un circuit de refroidissement conforme à ce qui précède.

Les différents aspects, caractéristiques et avantages de l'invention seront maintenant décrits en liaison à la description détaillée des figures suivantes, qui représentent certains modes de réalisation purement illustratifs de l'invention :

[Fig. 1] est une vue générale d'un circuit de refroidissement et des équipements par lesquels ils passent, d'après un système qui n'est toutefois pas conforme à l'invention ;

[Fig. 2] illustre un premier mode de réalisation de l'invention ;

[Fig. 3] illustre un deuxième mode de réalisation de l'invention ;

[Fig. 4] illustre un troisième mode de réalisation de l'invention ;

[Fig. 5] illustre un quatrième mode de réalisation de l'invention.

Le dispositif classique de la figure 1 est maintenant décrit en détail. Un moteur 1 thermique est refroidi par un circuit de refroidissement 2 parcouru par un fluide caloporteur refoulé par une pompe 3. A la sortie de celle-ci, le fluide passe par le moteur 1, puis par un thermostat 4 qui répartit l'écoulement en deux branches du circuit de refroidissement 2 selon sa température, dont l'une passe par un radiateur 5 avant de revenir à la pompe 3, et l'autre passe par un échangeur de chaleur 6 qui récupère une partie des calories d'une tubulure de gaz d'échappement 7, par un évaporateur 8 d'un circuit récupérateur de chaleur 9 à cycle organique de Rankine dont le fluide de travail, refoulé par une deuxième pompe 10, passe par l'évaporateur 8, puis par une turbine 11 et un condenseur 12. Le fluide caloporteur de cette branche revient ensuite aussi à la pompe 3, devant laquelle les deux branches se joignent. On ne s'étendra pas sur les

détails du fonctionnement de ces circuits récupérateurs de chaleur connus, qui prennent des calories du fluide de refroidissement à l'évaporateur 8 pour les convertir en énergie mécanique à la turbine 11 connus. Dans cette réalisation antérieure, l'évaporateur 8, placé entre l'échangeur de chaleur 6 et la pompe 3, est situé sur une des branches du circuit de refroidissement 2, en amont du point de concours avec la branche originaire du radiateur 5, et son efficacité est donc réduite, puisqu'un débit partiel seulement l'emprunte. Il en irait de même si l'évaporateur 8 était situé en aval de ce point de concours, le fluide ayant passé par le radiateur 5 et qui s'ajouterait alors au débit passant par l'évaporateur 8 ayant été trop refroidi pour contribuer à renforcer beaucoup l'échange de chaleur.

Une première réalisation de l'invention sera maintenant décrite au moyen de la figure 2. Le moteur thermique porte la référence 13, et son circuit de refroidissement la référence 14. Une pompe 15 refoule le fluide de celui-ci à travers le moteur 13, avant qu'il ressorte par un conduit de sortie 16 sur lequel est placée une vanne 17. A cet endroit, le circuit de refroidissement se divise en une dérivation 18 et un segment 28 du conduit de sortie 16. La dérivation 18 rejoint le conduit de sortie 16 en aval de la vanne 17, mais en amont d'un thermostat de moteur 19 (on rappelle qu'un thermostat comporte une entrée et deux sorties, et pour lequel l'entrée et les sorties sont reliées en fonction de l'ouverture d'une vanne interne, dont l'ouverture dépend de la température du fluide traversant le thermostat) qui répartit le fluide caloporteur entre une branche 20 traversant un radiateur 21 et une branche 22 qui l'évite, les branches 20 et 22 revenant ensuite à la pompe 15. Un évaporateur 23 d'un circuit de récupération de chaleur 24, semblable par ailleurs à celui qu'on a décrit à la figure 1, est disposé sur la dérivation 18, alors que le segment 28 reste inoccupé (c'est-à-dire sans équipement). Par exemple, le circuit de récupération de chaleur 24 peut être un circuit fermé selon un cycle de Rankine, dans lequel circule un fluide caloporteur (notamment un fluide organique). Le circuit fermé comprend une pompe, l'évaporateur, un moyen de détente et un condenseur. Le circuit de refroidissement 14 peut passer par d'autres équipements, non représentés ici, en particulier des échangeurs de chaleur avec d'autres sources

thermiques ou d'autres équipements, et se diviser en d'autres branches en aval de la dérivation.

La vanne 17 est une vanne à trois voies qui régit la répartition du fluide caloporteur pour le faire passer à travers l'évaporateur 23 ou au contraire l'éviter par le segment 28 et rejoindre directement le thermostat de moteur 19. Le flux prépondérant pourra passer par la dérivation 18 ou rester dans la branche de sortie 16, notamment d'après les températures du fluide caloporteur, voire du moteur 13 ou de l'évaporateur 23, selon des possibilités de fonctionnement décrites plus loin. Si le pilotage de la vanne 17 s'effectue seulement en température, elle pourra être un thermostat. Elle pourra aussi consister en une vanne passive commandée par un dispositif distinct, non représenté et sensible à divers capteurs, notamment de la température du fluide caloporteur ou de la température du moteur 13. Enfin, la vanne 17 peut être à deux états, ou admettre des états intermédiaires.

La figure 3 illustre une réalisation alternative, qui diffère de la précédente en ce que le thermostat de moteur 19 à la séparation entre la branche 20 et la dérivation 22 est omis et remplacé par un thermostat de moteur 25 situé au point où ces branches 20 et 22 se rejoignent avant de revenir à la pompe 15. Le dispositif n'est pas modifié par ailleurs.

Le mode de réalisation illustré à la figure 4 diffère de celui de la figure 2 en ce que la vanne 17 est remplacée par une vanne 26 à deux voies placée soit sur la dérivation 18, soit sur le segment 28 du conduit de sortie 16 entre ses jonctions avec ses extrémités de la dérivation 18. La vanne 26 peut encore être un thermostat ou une vanne passive à dispositif de commande séparé. Elle permet encore de répartir le fluide caloporteur entre la dérivation 18 et ledit segment 28, qui est en parallèle à celle-ci.

Dans tous ces modes de réalisation, la dérivation 18 peut être placée immédiatement en aval du moteur 13, voire adjacente à celui-ci, ou être séparée de lui par des échangeurs de chaleur, avec la tubulure des gaz d'échappement par exemple, qui permettent de chauffer encore le fluide caloporteur ; et si le circuit de refroidissement 14 se divise à l'endroit du moteur 13, par exemple en plusieurs branches parallèles pour refroidir la culasse du moteur 13 ou une branche supplémentaire pour refroidir le circuit

de lubrification, la dérivation 18 est placée en aval des points où ces différentes branches se rejoignent à la sortie du moteur 13, afin de reformer une conduite de sortie 16 unique, afin de disposer de tout le débit du circuit de refroidissement 14 au profit de l'échange de chaleur avec le circuit récupérateur 24.

5 Dans le cas où le circuit de refroidissement 14 comprend ce qu'on appelle un boîtier de sortie d'eau 27 dont la fonction est de répartir les flux caloporteurs vers diverses branches du circuit de refroidissement 14 dès la sortie du moteur 13, la figure 5 illustre que ce boîtier de sortie d'eau 27 n'est pas fixé directement au moteur 13, mais par l'intermédiaire d'une entretoise 29 qui contient au moins une partie de la
10 dérivation 18, et la vanne 17 ou 26. Dans l'exemple représenté, le boîtier de sortie d'eau 27 répartit le flux caloporteur entre les branches 20 et 22, dont la première dessert le radiateur 21 et la seconde l'évite.

Le fonctionnement des dispositifs de l'invention est maintenant décrit. Pendant la phase de montée en température du moteur 13, l'évaporateur 23 est évité de sorte que le flux de fluide caloporteur ne circule pas, ou très peu, à travers la dérivation
15 18. Le flux passe entièrement ou principalement dans le segment 28 de la branche de sortie 16, sans quitter celle-ci. La montée en température du moteur 13 n'est donc pas retardée par l'inertie thermique supplémentaire que représente l'évaporateur 23. Une fois que le moteur 13 est chaud, ce qui correspond par exemple à l'atteinte d'un seuil
20 prédéfini de température en sortie du moteur 13, ou à l'instant où le thermostat du moteur 19 ou 25 commence à ouvrir la branche 20 du circuit de refroidissement 14 qui mène au radiateur 21, la vanne 17 ou 26 de commande du débit vers l'évaporateur 23 est activée, de sorte à envoyer tout ou partie du débit de fluide à la sortie du moteur 13 vers l'évaporateur 23. Le circuit récupérateur 24 de chaleur commence alors à recevoir des
25 calories et peut se mettre à fonctionner. Si la vanne 17 ou 26 de commande de débit vers l'évaporateur 23 est de type à commande continue, il est possible de piloter le flux de chaleur envoyé à l'évaporateur 23 si on souhaite moduler la puissance de fonctionnement du circuit récupérateur. Pour cela, la vanne 17 ou 26 de commande de débit est réglée à une position intermédiaire entre la pleine ouverture et la pleine fermeture.

Enfin, après un arrêt du moteur 13 ayant conduit à un début de descente en température du fluide de refroidissement, l'invention permet d'accélérer la remontée en température du moteur 13 : si la température dans l'évaporateur 23 est supérieure à celle du fluide de refroidissement au moment du redémarrage, la vanne 17 ou 26 peut être réglée de sorte que le fluide en sortie du moteur 13 soit dirigé vers l'évaporateur 23, de sorte à l'utiliser pour réchauffer plus rapidement le fluide, afin que le moteur 13 retrouve un état de fonctionnement chaud plus vite.

Les avantages de l'invention peuvent être énoncés comme suit. Le positionnement de l'évaporateur 23 dans le circuit de refroidissement 14 à la sortie du moteur 13 et avant les embranchements du circuit 14 permet à l'évaporateur 23 d'être traversé par l'ensemble du débit de fluide de refroidissement du moteur 13. C'est généralement le point du circuit 14 où le débit de fluide est le plus élevé. Le transfert des calories du fluide vers le fluide de travail du circuit récupérateur 24 est ainsi optimisé. Pour une quantité de chaleur à transférer, cela permet d'avoir recours à un évaporateur 23 plus compact, donc également plus léger et moins cher que s'il était placé à un autre endroit du circuit de refroidissement 14 du moteur 13.

Si l'évaporateur 23 ne pouvait être évité par le flux, sa présence dans le circuit de refroidissement 14 constituerait une inertie thermique supplémentaire qui retarderait la montée en température du fluide caloporteur du moteur 13. Le retard de la montée en température du moteur 13 serait nuisible à la consommation de carburant, du fait en particulier de frottements plus importants et de pertes thermiques accrues aux parois des chambres de combustion, à moteur froid. La combustion étant aussi moins efficace tant que les parois des chambres de combustion sont plus froides, et les moyens de dépollution dans la ligne d'échappement du moteur étant aussi moins efficaces à froid, les polluants seraient aussi plus importants.

La vanne 17 ou 26 de commande du débit dans la dérivation 18 de l'évaporateur 23 permet également, une fois le moteur chaud, de gérer si besoin est le flux de chaleur parvenant à l'évaporateur 23. Il devient possible ainsi de moduler, grâce au pilotage d'une position intermédiaire entre les deux positions extrêmes de la vanne 17 ou 26, le flux de chaleur envoyé vers l'évaporateur et capté par le circuit récupérateur.

Après un arrêt du moteur 13 suffisamment long pour qu'une baisse de température d'eau de refroidissement soit amorcée, on peut, à l'inverse, profiter de la chaleur dans le circuit récupérateur pour réchauffer plus vite le moteur 13, ainsi qu'on l'a mentionné.

Revendications

1. Circuit de refroidissement d'un moteur (13) thermique équipé d'un évaporateur (23) en échange thermique avec un circuit (24) adjoint de récupération de chaleur, le circuit de refroidissement et le circuit de récupération de chaleur étant
5 parcourus par des flux séparés de fluides, caractérisé en ce que l'évaporateur (23) est placé sur une dérivation (18) du circuit de refroidissement (14), qui se branche en parallèle à un segment (28) d'une partie principale (16) du circuit de refroidissement adjacente au moteur et dans lequel le fluide a un débit maximal en amont de la dérivation, une vanne (17, 26) de répartition du flux entre la dérivation (18) et le segment
10 étant placée soit sur le segment (28), soit sur la dérivation (18), soit à un concours du segment et de la dérivation.

2. Circuit de refroidissement d'un moteur thermique selon la revendication 1, caractérisé en ce que le circuit de récupération de chaleur est un circuit à
15 cycle organique de Rankine.

3. Circuit de refroidissement d'un moteur thermique selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que la dérivation (18) est en amont d'un thermostat de moteur (19, 25), réglant une répartition du flux à travers un radiateur (21).

4. Circuit de refroidissement d'un moteur thermique selon l'une
20 quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que la dérivation est située entre le moteur et un boîtier de sortie (27) du fluide, qui répartit le fluide entre des branches (20, 22) du circuit de refroidissement.

5. Circuit de refroidissement d'un moteur thermique selon l'une
25 quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que la vanne est une vanne à trois voies disposée à un concours du segment (28) et de la dérivation (18).

6. Circuit de refroidissement d'un moteur thermique selon l'une
quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que la vanne est une vanne à deux voies.

7. Circuit de refroidissement d'un moteur thermique selon l'une
30 quelconque des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que la vanne est un thermostat.

8. Circuit de refroidissement d'un moteur thermique selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que la vanne est commandée d'après une température du fluide du circuit de refroidissement.

5 9. Procédé de commande d'un circuit de refroidissement selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel on met en œuvre les étapes suivantes :

a) lorsque la température dudit fluide de refroidissement à la sortie dudit moteur (13) est inférieure à un seuil prédéterminé, ladite vanne empêche la circulation dudit fluide de refroidissement dans ledit évaporateur (23), et

10 b) lorsque la température dudit fluide de refroidissement ladite sortie dudit moteur est supérieure à un seuil prédéterminé, ladite vanne autorise la circulation dudit fluide de refroidissement dans ledit évaporateur (23).

10. Véhicule comprenant un moteur à combustion interne et un circuit de refroidissement (14) selon l'une des revendications 1 à 8.

15

[Fig. 1]

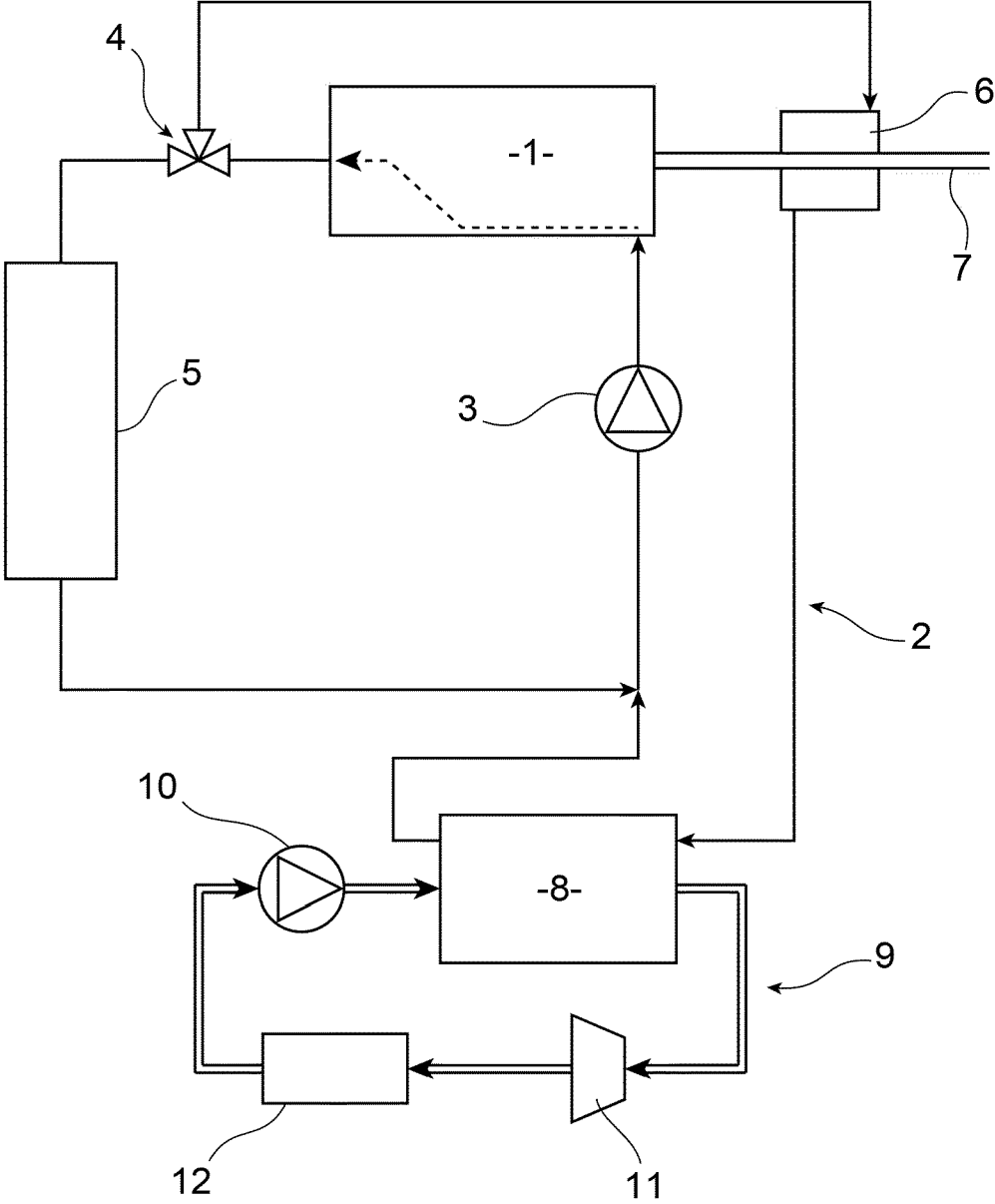


FIG. 1

[Fig. 2]

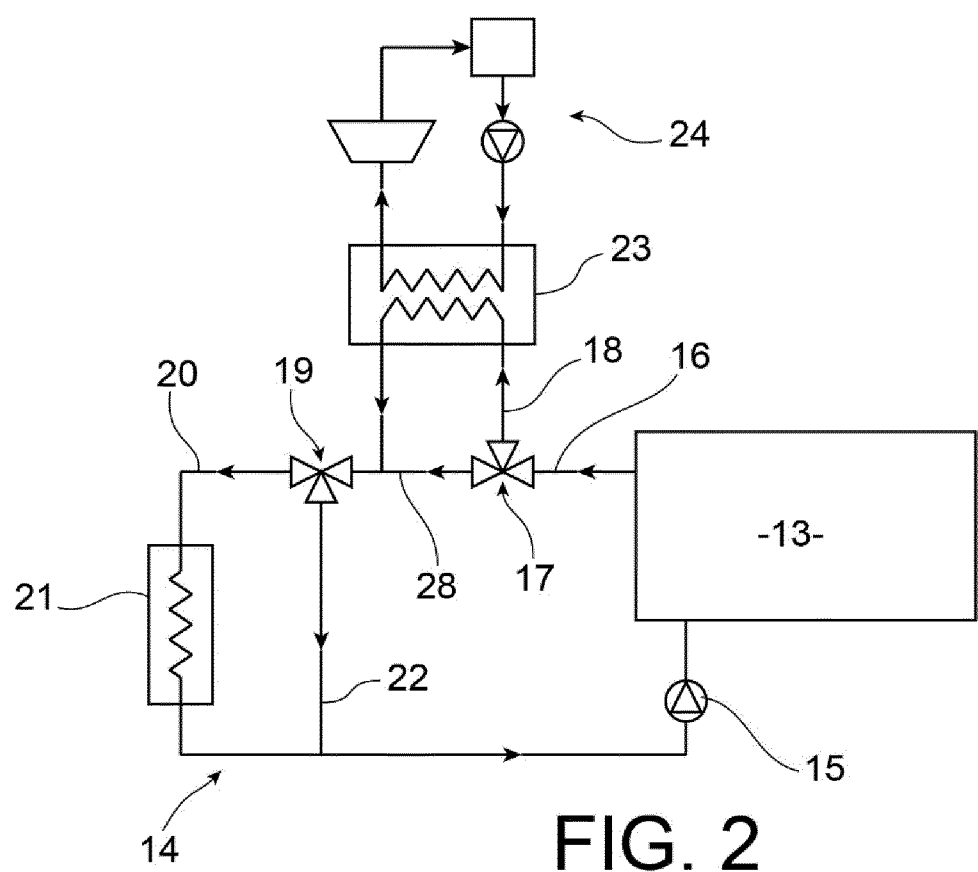
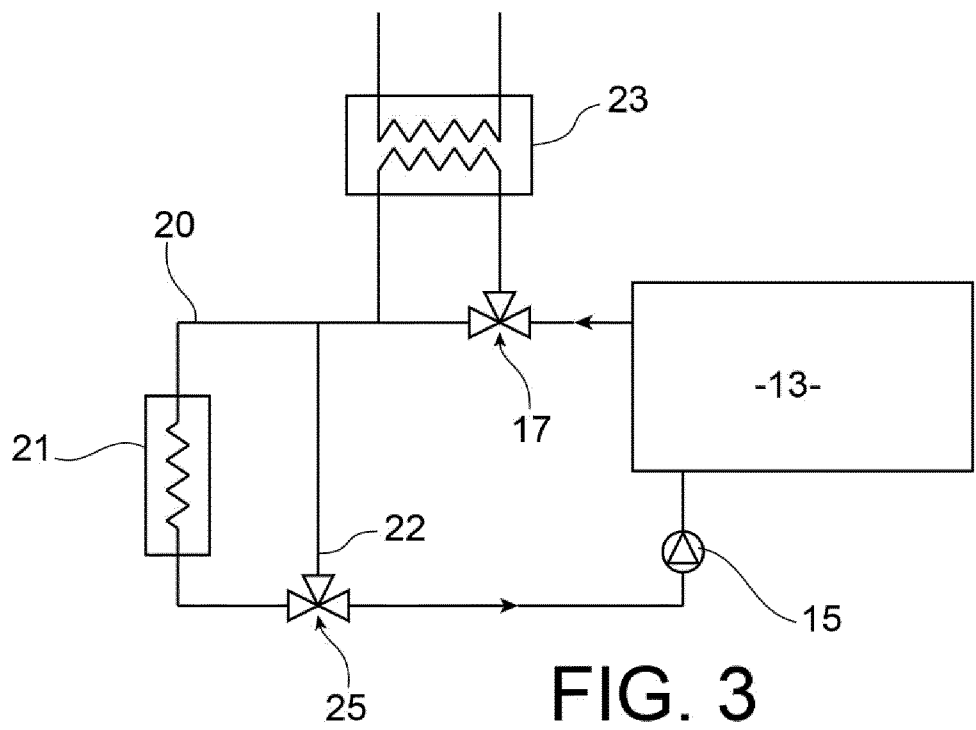
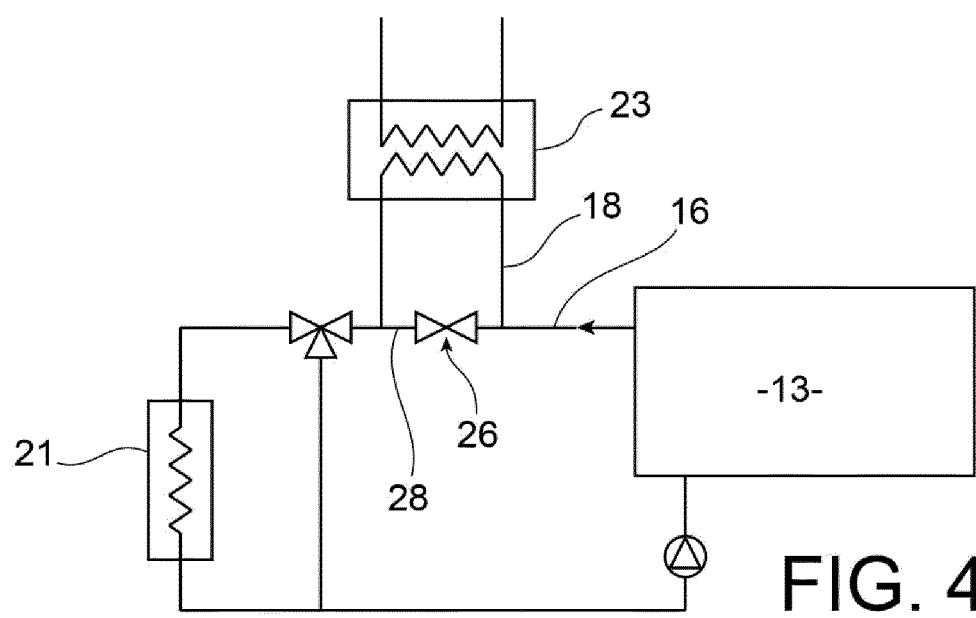


FIG. 2

[Fig. 3]



[Fig. 4]



[Fig. 5]

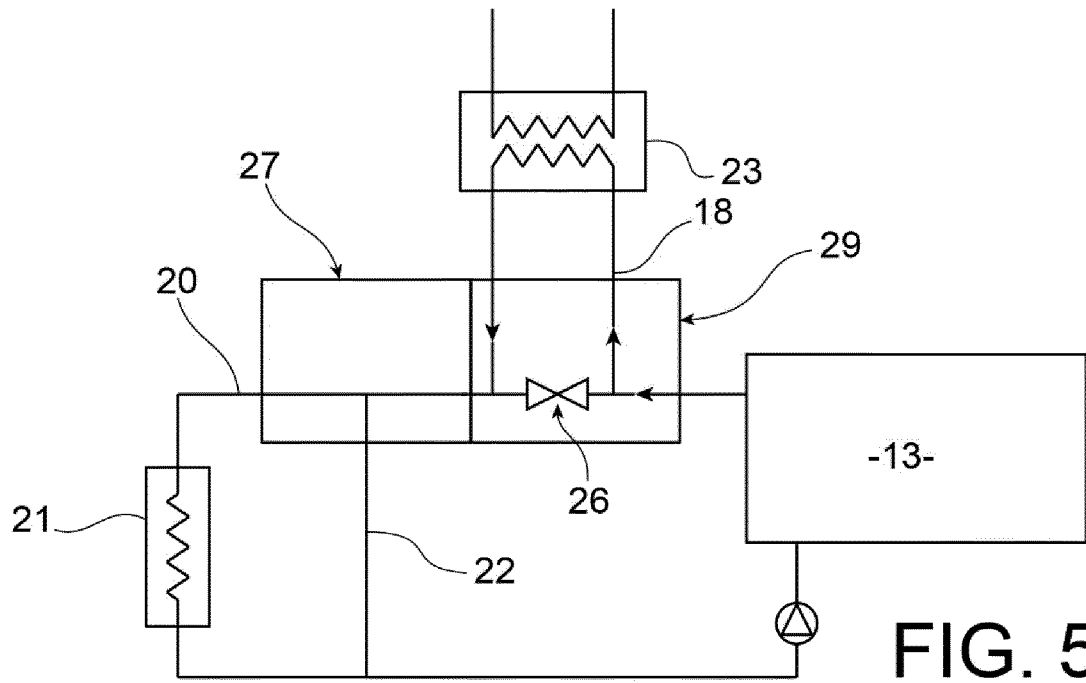


FIG. 5

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2020/050737

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**F01P 3/20**(2006.01)i; **F01P 9/02**(2006.01)i; **F02G 5/04**(2006.01)i

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)

F01P; F02G

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	DE 10201111125 A1 (VOLKSWAGEN AG [DE]) 21 February 2013 (2013-02-21) paragraphs [0023] - [0029]; figures 1-4	1-4,6-10
X A	EP 1441121 A2 (DENSO CORP [JP]) 28 July 2004 (2004-07-28) paragraphs [0025] - [0031] paragraphs [0043] - [0047], [0102]; figures 1,2,3,5	1-3,5,10 4,6-9
X	DE 102014212019 A1 (MAGNA POWERTRAIN GMBH & CO KG [AT]) 24 December 2015 (2015-12-24) paragraphs [0029] - [0033]; figure 2	1,2,5,7-10



Further documents are listed in the continuation of Box C.



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

04 February 2020

Date of mailing of the international search report

14 February 2020

Name and mailing address of the ISA/EP

European Patent Office
p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk
Netherlands

Telephone No. (+31-70)340-2040

Facsimile No. (+31-70)340-3016

Authorized officer

Luta, Dragos

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/EP2020/050737

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
DE	102011111125	A1	21 February 2013	NONE			
EP	1441121	A2	28 July 2004	CN	1517514	A	04 August 2004
				EP	1441121	A2	28 July 2004
				KR	20040068869	A	02 August 2004
				US	2004216483	A1	04 November 2004
DE	102014212019	A1	24 December 2015	DE	102014212019	A1	24 December 2015
				WO	2015197456	A1	30 December 2015

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/EP2020/050737

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE INV. F01P3/20 F01P9/02 F02G5/04 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) F01P F02G		
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	DE 10 2011 111125 A1 (VOLKSWAGEN AG [DE]) 21 février 2013 (2013-02-21) alinéas [0023] - [0029]; figures 1-4 -----	1-4,6-10
X	EP 1 441 121 A2 (DENSO CORP [JP]) 28 juillet 2004 (2004-07-28) alinéas [0025] - [0031]	1-3,5,10
A	alinéas [0043] - [0047], [0102]; figures 1,2,3,5 -----	4,6-9
X	DE 10 2014 212019 A1 (MAGNA POWERTRAIN GMBH & CO KG [AT]) 24 décembre 2015 (2015-12-24) alinéas [0029] - [0033]; figure 2 -----	1,2,5, 7-10
☐ Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents ☒ 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 4 février 2020		Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale 14/02/2020
Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Fonctionnaire autorisé Luta, Dragos

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/EP2020/050737

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
DE 102011111125 A1	21-02-2013	AUCUN	
EP 1441121 A2	28-07-2004	CN 1517514 A	04-08-2004
		EP 1441121 A2	28-07-2004
		KR 20040068869 A	02-08-2004
		US 2004216483 A1	04-11-2004
DE 102014212019 A1	24-12-2015	DE 102014212019 A1	24-12-2015
		WO 2015197456 A1	30-12-2015