

(19)



(11)

EP 3 775 517 B1

(12)

FASCICULE DE BREVET EUROPEEN

(45) Date de publication et mention
de la délivrance du brevet:

12.06.2024 Bulletin 2024/24

(51) Classification Internationale des Brevets (IPC):

F01P 7/16 ^(2006.01) **F02M 26/28** ^(2016.01)
F02M 26/33 ^(2016.01)

(21) Numéro de dépôt: **19711953.0**

(52) Classification Coopérative des Brevets (CPC):

F01P 7/165; F02M 26/28; F02M 26/33;
F01P 2060/08; F01P 2060/16; F01P 2070/04

(22) Date de dépôt: **26.03.2019**

(86) Numéro de dépôt international:

PCT/EP2019/057644

(87) Numéro de publication internationale:

WO 2019/185663 (03.10.2019 Gazette 2019/40)

(54) **CIRCUIT DE REFROIDISSEMENT POUR UN MOTEUR À COMBUSTION INTERNE ÉQUIPÉ D'UN
CIRCUIT DE RECIRCULATION DE GAZ D'ÉCHAPPEMENT ET SON PROCÉDÉ DE COMMANDE**

KÜHLKREISLAUF FÜR EINE BRENNKRAFTMASCHINE MIT EINEM
ABGASRÜCKFÜHRUNGSKREISLAUF UND STEUERUNGSVERFAHREN DAFÜR

COOLING CIRCUIT FOR AN INTERNAL COMBUSTION ENGINE PROVIDED WITH AN EXHAUST
GAS RECIRCULATION CIRCUIT AND CONTROL METHOD THEREFOR

(84) Etats contractants désignés:

**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB
GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO
PL PT RO RS SE SI SK SM TR**

- **BECQUET, Estelle**
27620 GASNY (FR)
- **LEFEBVRE, Johan**
78280 GUYANCOURT (FR)
- **LECROQ, Dominique**
27540 IVRY LA BATAILLE (FR)

(30) Priorité: **27.03.2018 FR 1852647**

(43) Date de publication de la demande:

17.02.2021 Bulletin 2021/07

(74) Mandataire: **Renault Group**

Renault s.a.s.
1 avenue du Golf
FR TCR AVA 055
78084 Guyancourt Cedex (FR)

(73) Titulaire: **NEW H POWERTRAIN HOLDING, S.L.U.**
47008 Valladolid (ES)

(72) Inventeurs:

- **PICARD, Adrien**
78640 Villiers-Saint-Frédéric (FR)

(56) Documents cités:

EP-A1- 1 966 473 EP-A2- 1 059 432
WO-A1-2009/123542 WO-A1-2011/149409
FR-A1- 2 914 694

EP 3 775 517 B1

Il est rappelé que: Dans un délai de neuf mois à compter de la publication de la mention de la délivrance du brevet européen au Bulletin européen des brevets, toute personne peut faire opposition à ce brevet auprès de l'Office européen des brevets, conformément au règlement d'exécution. L'opposition n'est réputée formée qu'après le paiement de la taxe d'opposition. (Art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

Description

DOMAINE TECHNIQUE DE L'INVENTION

[0001] L'invention concerne un circuit de refroidissement pour un moteur à combustion interne, notamment pour un véhicule automobile, équipé d'un circuit de recirculation de gaz d'échappement et son procédé de commande.

[0002] L'invention concerne plus particulièrement un circuit de refroidissement pour un moteur à combustion interne équipé d'un circuit de recirculation de gaz d'échappement, dans lequel est destiné à circuler un liquide refroidissement, ledit circuit de refroidissement comportant au moins :

- une première boucle de refroidissement associée au moteur qui comporte au moins une pompe, des moyens de régulation de la circulation du liquide de refroidissement et un radiateur de refroidissement,
- une deuxième boucle de chauffage qui est reliée sélectivement à ladite première boucle par lesdits moyens de régulation et qui comporte au moins un aérotherme, et
- une troisième boucle de refroidissement des gaz d'échappement qui, associée audit circuit de recirculation de gaz d'échappement, comporte au moins un échangeur thermique pour refroidir les gaz d'échappement dudit circuit de recirculation.

[0003] L'invention concerne également un procédé de commande d'un tel circuit de refroidissement pour un moteur à combustion interne équipé d'un circuit de recirculation de gaz d'échappement.

ÉTAT DE LA TECHNIQUE

[0004] On connaît de l'état de la technique des exemples d'un tel circuit de refroidissement pour un moteur à combustion interne qui est équipé d'un circuit de recirculation de gaz d'échappement, communément appelé « EGR » acronyme de « *Exhaust Gas Recirculation* » en anglais.

[0005] Dans un contexte réglementaire toujours plus contraignant, par exemple celui défini par les futures normes européennes Euro6d et Euro7, les véhicules automobiles vont devoir respecter des seuils d'émission de polluants toujours plus réduits.

[0006] Ces seuils d'émission de polluants tels que les oxydes d'azote ou « NOx », doivent l'être dans toutes les conditions de fonctionnement, en particulier quasiment dès le démarrage du moteur.

[0007] Pour satisfaire aux normes en vigueur, on a déjà développé différentes solutions comme par exemple le fait d'équiper l'échappement du moteur d'un véhicule d'au moins un système de post-traitement des oxydes d'azote (NOx) émis dans les gaz d'échappement de manière à limiter les rejets dans l'atmosphère extérieure de

ces polluants.

[0008] De manière non limitative, on citera à titre d'exemple d'un tel système de post-traitement, un piège à oxydes d'azote ou un catalyseur de réduction sélective des oxydes d'azote (NOx).

[0009] Toutefois, l'efficacité de ces systèmes de post-traitement étant limitée, les moteurs comme les moteurs diesel suralimentés sont généralement également équipés d'un circuit « EGR » pour la recirculation de gaz d'échappement vers l'admission du moteur.

[0010] De manière connue, un tel circuit « EGR » est apte à prélever une partie des gaz d'échappement (ou de combustion) du moteur et à les réintroduire dans le circuit d'admission d'air du moteur, en les mélangeant à l'air frais admis dans le moteur.

[0011] Avantagusement, il en résulte une moindre émission d'oxydes d'azote (NOx) dans les gaz d'échappement du moteur, c'est-à-dire à la source, ce qui permet subséquemment de diminuer la part de réduction des NOx réalisée par le système de post-traitement.

[0012] Par exemple, un circuit de recirculation des gaz d'échappement dit « à haute pression » comprend en outre un conduit de recirculation, raccordé à une extrémité au circuit d'échappement du moteur, en un point situé en amont de la turbine d'un turbocompresseur du moteur, et à son autre extrémité au circuit d'admission du moteur, en un point situé en aval du compresseur du turbocompresseur.

[0013] Un circuit EGR comprend encore une vanne, communément appelée « vanne EGR », afin de contrôler la proportion de gaz d'échappement qui sont recyclés vers l'admission du moteur.

[0014] De plus, la température de tout ou partie de ces gaz d'échappement mis en recirculation est avantagusement régulée à l'aide d'au moins un échangeur thermique, encore appelé « EGR cooler ».

[0015] Un tel moteur est divulgué par exemple dans le document FR2914694A1.

[0016] En fonctionnement d'un tel circuit de recirculation de gaz d'échappement (EGR), on observe l'apparition d'un « phénomène de laquage » expliqué ci-après.

[0017] Ce phénomène de laquage survient plus particulièrement dans des conditions d'utilisation du moteur dites à « basses températures », c'est-à-dire lorsque les températures du liquide de refroidissement du moteur et/ou de l'air ambiant sont inférieures à 0°C, par exemple comprises entre -30°C et 0°C.

[0018] En effet, ces conditions de basses températures de l'air ambiant et/ou du liquide de refroidissement du moteur favorisent l'apparition d'un phénomène d'encrassement de la vanne EGR par des hydrocarbures imbrûlés (HC) qui sont présents dans les gaz d'échappement.

[0019] Au contact des parois froides du conduit de recirculation et de la vanne EGR, ces hydrocarbures (HC) imbrûlés sont condensés puis polymérisés en composés lourds très adhérents.

[0020] Ainsi, lors d'un démarrage à froid notamment,

le circuit de recirculation de gaz d'échappement est traversé par des gaz d'échappement qui ne sont pas suffisamment chauds (par exemple à une température inférieure à 150°C) pour « nettoyer » ces dépôts d'hydrocarbures imbrûlés.

[0021] C'est ce phénomène d'encrassement que l'on désigne en outre par « phénomène de laquage ». Or, un laquage de la vanne EGR se traduit par un collage de l'obturateur de la vanne (généralement une soupape ou un volet) sur son siège, ce qui empêche l'ouverture de la vanne et ainsi le dosage des gaz d'échappement recyclés.

[0022] Cela empêche alors temporairement ou définitivement le bon fonctionnement du circuit de recirculation de gaz d'échappement, l'utilisateur pouvant même être obligé de faire procéder au changement de la vanne EGR.

[0023] Outre l'encrassement de la vanne EGR, il y a aussi l'encrassement de l'échangeur thermique associé au circuit EGR ce qui entraîne une perte d'efficacité de refroidissement, voire son colmatage.

[0024] A l'encrassement s'ajoute la formation de condensats acides dans le circuit EGR qui provoquent des problèmes de corrosion des éléments du circuit EGR, notamment mais non exclusivement de l'échangeur thermique.

[0025] En effet, l'utilisation d'un liquide de refroidissement à une température trop froide provoque la condensation d'une partie des gaz d'échappement traversant l'échangeur thermique.

[0026] C'est la raison pour laquelle l'échangeur thermique associé au circuit EGR n'est généralement pas utilisé tant que le liquide de refroidissement n'a pas atteint une certaine température.

[0027] Mais si une utilisation différée de l'échangeur thermique associé au circuit EGR se justifie au regard des différents problèmes qui viennent d'être décrits, la sévérité toujours accrue de la législation commande quant à elle de pouvoir inversement utiliser le circuit EGR au plus tôt afin de limiter les émissions d'oxydes d'azote (NOx) pour satisfaire aux normes réglementaires toujours plus contraignantes.

[0028] Tel qu'expliqué précédemment, les conditions les plus difficiles sont celles d'une utilisation à basses températures, notamment lorsque les températures du liquide de refroidissement du moteur et/ou de l'air ambiant sont inférieures à 0°C.

[0029] On recherche donc des solutions permettant d'une part d'utiliser plus rapidement l'échangeur thermique associé au circuit EGR pour pouvoir réduire les émissions d'oxydes d'azote (NOx) de manière à satisfaire aux normes en matière d'émission tout particulièrement dans des conditions de basses températures, et d'autre part d'éviter les problèmes comme le phénomène de laquage et de corrosion.

[0030] Le but de l'invention est notamment de proposer une nouvelle conception d'un circuit de refroidissement pour un moteur à combustion interne permettant de ré-

soudre les inconvénients précités de l'état de la technique.

BREF RESUME DE L'INVENTION

[0031] Dans ce but, l'invention propose un circuit de refroidissement du type décrit précédemment, dans lequel ladite troisième boucle de refroidissement des gaz d'échappement comporte au moins une pompe, des moyens de chauffage constitués par un thermoplongeur ou un réchauffeur électrique aptes à chauffer le liquide de refroidissement circulant dans ladite troisième boucle et des moyens de contrôle commandés sélectivement pour isoler la troisième boucle par rapport au reste du circuit de refroidissement.

[0032] Toujours selon l'invention, la troisième boucle de refroidissement des gaz d'échappement est isolée temporairement pour former une boucle fermée de manière à y faire monter la température du liquide de refroidissement plus rapidement grâce à des moyens de chauffage associés et indépendamment du reste du circuit de refroidissement.

[0033] Grâce à cette accélération de la montée en température du liquide de refroidissement dans la troisième boucle de refroidissement des gaz d'échappement, l'échangeur thermique peut être utilisé plus rapidement pour refroidir la partie des gaz d'échappement qui sont mis en recirculation par l'intermédiaire du circuit de recirculation des gaz d'échappement équipant le moteur.

[0034] Avantageusement, on limite alors les émissions de polluants tels que les oxydes d'azote (NOx) en raison de l'utilisation plus rapide du circuit de recirculation des gaz d'échappement et cela en particulier dans des conditions de basses températures, notamment de démarrage à froid du moteur.

[0035] Avantageusement, le liquide de refroidissement atteint plus rapidement la première température de seuil à laquelle on débute le refroidissement des gaz d'échappement par l'échangeur thermique de sorte que le refroidissement est obtenu plus rapidement sans toutefois s'exposer aux inconvénients précités comme le phénomène de laquage ou encore de corrosion issue d'une condensation des gaz d'échappement refroidis par l'échangeur thermique.

[0036] Toujours selon l'invention:

- les moyens de contrôle de la troisième boucle sont commandés sélectivement entre au moins une position de fermeture dans laquelle lesdits moyens de contrôle isolent la troisième boucle du reste du circuit de refroidissement de sorte que la troisième boucle fonctionne en boucle fermée, et une position d'ouverture dans laquelle la troisième boucle de refroidissement des gaz d'échappement est mise en communication avec au moins une autre boucle du circuit de refroidissement ;
- les moyens de contrôle sont susceptibles d'occuper au moins une position intermédiaire entre lesdites

positions d'ouverture et de fermeture ;

- les moyens de chauffage de la troisième boucle sont commandés sélectivement entre un état inactif et un état actif dans lequel lesdits moyens de chauffage chauffent le liquide de refroidissement, les moyens de chauffage sont commandés dans un état actif lorsque la troisième boucle est en position de fermeture.

[0037] Selon d'autres caractéristiques du circuit de refroidissement:

- le circuit de refroidissement comporte des moyens de mesure de la température pour mesurer la température du liquide de refroidissement dans la troisième boucle ainsi que la première boucle et/ou la deuxième boucle ;
- la troisième boucle de refroidissement des gaz d'échappement est raccordée à la deuxième boucle de chauffage ;
- la première boucle de refroidissement associée au moteur comporte au moins une première branche, dite haute température, comportant au moins le radiateur de refroidissement, et une deuxième branche, dite basse température, comportant au moins un autre radiateur de refroidissement, la troisième boucle de refroidissement des gaz d'échappement est raccordée à la deuxième branche basse température de la première boucle de refroidissement ;
- la première branche haute température et la deuxième branche basse température de la première boucle de refroidissement sont raccordées l'une à l'autre ;
- la première branche haute température et la deuxième branche basse température de la première boucle de refroidissement sont indépendantes l'une de l'autre.

[0038] L'invention propose également un procédé de commande d'un circuit de refroidissement d'un moteur à combustion interne ledit circuit de refroidissement comportant au moins des moyens de mesure de la température apte à mesurer la température du liquide de refroidissement dans la troisième boucle, un comparateur de températures, ladite troisième boucle comportant une pompe, des moyens de contrôle aptes à être placés dans au moins une position d'ouverture ou dans une position de fermeture, des moyens de chauffage commandés sélectivement entre un état actif et un état inactif, caractérisé en ce que ledit procédé de commande comporte au moins :

- une étape de comparaison de la température du liquide de refroidissement de la troisième boucle de refroidissement avec une première température de seuil,
- une étape de commande qui consiste, lorsque la température du liquide de refroidissement est inférieure

à ladite première température de seuil, à commander au moins :

- les moyens de contrôle en position de fermeture pour isoler la troisième boucle de refroidissement par rapport au reste du circuit de refroidissement,
- les moyens de chauffage dans ledit état actif pour chauffer le liquide de refroidissement afin d'en augmenter la température jusqu'à atteindre au moins ladite première température de seuil ; et
- la pompe dans un état de marche pour assurer une circulation du liquide de refroidissement dans la troisième boucle de refroidissement fonctionnant en boucle fermée.

[0039] Selon d'autres caractéristiques du procédé de commande selon l'invention :

- le procédé de commande comporte au moins une étape de commande consistant, lorsque la température du liquide de refroidissement est au moins égale à ladite première température de seuil, à commander le circuit de recirculation de gaz d'échappement équipant le moteur pour établir une circulation desdits gaz d'échappement à travers l'échangeur thermique de la troisième boucle afin de refroidir les gaz d'échappement en recirculation ;
- lorsque la température du liquide de refroidissement est au moins égale à ladite première température de seuil, le procédé de commande comporte une étape de commande consistant à commander au moins les moyens de chauffage dans ledit état inactif pour arrêter de chauffer le liquide de refroidissement ;
- lorsque la température du liquide de refroidissement est au moins égale à ladite première température de seuil, le procédé de commande comporte une étape de commande consistant à commander au moins les moyens de chauffage dans ledit état actif pour continuer à chauffer le liquide de refroidissement pendant une durée déterminée ou jusqu'à ce que la température du liquide de refroidissement atteigne une valeur donnée, telle qu'une deuxième température de seuil supérieure à la première température de seuil ;
- lorsque la température du liquide de refroidissement est au moins égale à une deuxième température de seuil supérieure à la première température de seuil, le procédé de commande comporte une étape de commande consistant au moins à commander les moyens de contrôle dans une position intermédiaire entre lesdites positions d'ouverture totale et de fermeture pour mettre la troisième boucle de refroidissement partiellement en communication avec au moins une autre boucle du circuit de refroidissement comportant du liquide de refroidissement ;
- lorsque la température du liquide de refroidissement

est au moins égale à une deuxième température de seuil supérieure à la première température de seuil, le procédé de commande comporte une étape de commande consistant au moins à commander les moyens de contrôle en position d'ouverture pour mettre totalement la troisième boucle de refroidissement en communication avec au moins une autre boucle du circuit de refroidissement.

BREVE DESCRIPTION DES FIGURES

[0040] D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront au cours de la lecture de la description détaillée qui va suivre pour la compréhension de laquelle on se reportera aux dessins annexés dans lesquels :

- la figure 1 est une vue schématique qui représente un premier mode de réalisation d'un circuit de refroidissement selon l'invention comportant respectivement une première boucle de refroidissement du moteur, une deuxième boucle de chauffage et une troisième boucle de refroidissement des gaz d'échappement d'un circuit EGR équipant le moteur et qui illustre, le moteur étant à l'arrêt, un circuit dans lequel la troisième boucle de refroidissement des gaz d'échappement est raccordée sélectivement par des moyens de contrôle à la deuxième boucle de chauffage ;
- la figure 2 est une vue schématique qui représente le circuit de refroidissement selon la figure 1 lors d'une première phase de fonctionnement correspondant à un démarrage à froid en conditions de basses températures et qui illustre les moyens de contrôle de la troisième boucle de refroidissement des gaz d'échappement occupant une position de fermeture dans laquelle ladite troisième boucle est isolée du reste du circuit de refroidissement pour fonctionner en boucle fermée afin d'y accélérer la montée en température du liquide de refroidissement, ledit liquide de refroidissement traversant l'échangeur thermique étant mis en circulation par la pompe et chauffé par les moyens de chauffage associés jusqu'à atteindre au moins une première température de seuil à partir de laquelle débute une deuxième phase de fonctionnement dans laquelle une circulation des gaz d'échappement est établie à travers l'échangeur thermique pour les refroidir à l'aide du liquide de refroidissement ;
- la figure 3 est une vue schématique qui représente un circuit de refroidissement selon la figure 1 lors d'une troisième phase de fonctionnement au cours de laquelle la température du liquide de refroidissement de la troisième boucle de refroidissement des gaz d'échappement continue d'augmenter jusqu'à atteindre une deuxième température de seuil et qui illustre les moyens de contrôle de la troisième boucle occupant au moins l'une des positions intermédiaires

entre lesdites positions d'ouverture et de fermeture permettant dans ce premier mode de réalisation de mettre progressivement ladite troisième boucle en relation fluidique avec la deuxième boucle de chauffage, une fois ladite deuxième température de seuil atteinte par le liquide de refroidissement ;

- la figure 4 est une vue schématique qui représente un circuit de refroidissement selon la figure 1 lors d'une quatrième phase de fonctionnement au cours de laquelle le liquide de refroidissement de la troisième boucle de refroidissement des gaz d'échappement est à une température supérieure à la deuxième température de seuil et qui illustre les moyens de contrôle de la troisième boucle occupant une position d'ouverture dans laquelle ladite troisième boucle est mise totalement en communication avec la deuxième boucle de chauffage du circuit de refroidissement ;
- la figure 5 est un graphique qui, pour le premier mode de réalisation, représente en ordonnée la température (en degrés Celsius : °C) du liquide de refroidissement en fonction du temps (en secondes : s) porté en abscisse et qui illustre respectivement par une courbe (C_{EGR}) l'évolution de la température du liquide de refroidissement dans la troisième boucle de refroidissement, par une courbe (C_{MOT}) l'évolution de la température du liquide de refroidissement dans la première boucle de refroidissement ainsi que l'ouverture progressive de la vanne formant les moyens de régulation de la troisième boucle ;
- la figure 6 est une vue schématique qui représente un deuxième mode de réalisation d'un circuit de refroidissement selon l'invention dans lequel la troisième boucle de refroidissement des gaz d'échappement est raccordée à une deuxième branche basse température de la première boucle de refroidissement et qui illustre une autre implantation de la troisième boucle de refroidissement des gaz d'échappement que celle du premier mode de réalisation selon les figures 1 à 4 ;
- la figure 7 est une vue schématique qui représente une variante de réalisation du circuit de refroidissement selon le deuxième mode de réalisation de la figure 6 dans laquelle la première branche haute température et la deuxième branche basse température de la première boucle de refroidissement associée au moteur sont indépendantes l'une de l'autre.

DESCRIPTION DETAILLEE DES FIGURES

[0041] On a représenté sur les figures 1 à 4 un exemple d'un circuit 10 de refroidissement pour un moteur 12 à combustion interne, notamment de véhicule automobile, dans lequel un liquide de refroidissement est destiné à être sélectivement mis en circulation.

[0042] Le circuit 10 de refroidissement est équipé d'un circuit de recirculation de gaz d'échappement (non re-

présenté), communément appelé circuit EGR.

[0043] Dans la suite de la présente description, le terme « liquide de refroidissement » doit être interprété de manière large comme se référant à un fluide caloporteur susceptible d'être indifféremment utilisé pour refroidir mais également pour réchauffer en réalisant un apport de calories.

[0044] Le circuit 10 de refroidissement comporte au moins une première boucle 14 de refroidissement qui est associée au moteur 12 à combustion interne.

[0045] La première boucle 14 de refroidissement comporte au moins une pompe 16 pour assurer une mise en circulation du liquide de refroidissement dans le circuit 10 de refroidissement.

[0046] La première boucle 14 de refroidissement comporte au moins une première conduite 18 qui est raccordée au moteur 12 à combustion interne pour en assurer le refroidissement lors de son fonctionnement.

[0047] De préférence, la pompe 16 est agencée dans ladite première conduite 18, en amont du moteur 12 à combustion interne.

[0048] La première boucle 14 de refroidissement comporte des moyens 20 de régulation pour contrôler la circulation du liquide de refroidissement, notamment en fonction de paramètres de fonctionnement du moteur 12.

[0049] De préférence, les moyens 20 de régulation de la première boucle 14 de refroidissement est un thermostat (ou clapet thermostatique).

[0050] Le thermostat est par exemple du type passif, c'est-à-dire commandé en ouverture par le liquide de refroidissement lorsqu'une température de seuil donnée est atteinte. En variante, le thermostat est piloté pour pouvoir être commandé en ouverture pour plus d'une température de seuil.

[0051] Les moyens 20 de régulation sont agencés à la jonction de la première conduite 18 avec une deuxième conduite 22 dans laquelle est agencé un radiateur 24 de refroidissement.

[0052] Avantagusement, la première boucle 14 de refroidissement comporte une conduite 26 de dérivation, dite de by-pass, ladite conduite 26 de dérivation étant raccordée à la deuxième conduite 22 respectivement en amont et en aval du radiateur 24 de refroidissement.

[0053] De préférence, la conduite 26 de dérivation comporte un bocal 28 de dégazage.

[0054] Le circuit 10 de refroidissement comporte une deuxième boucle 30 de chauffage comportant au moins une conduite 32 principale dans laquelle est agencé un aérotherme 34.

[0055] La deuxième boucle 30 de chauffage est reliée sélectivement à ladite première boucle 14, notamment par l'intermédiaire des moyens 20 de régulation.

[0056] La conduite 32 principale de la deuxième boucle 30 de chauffage se raccorde à la première conduite 18 de la première boucle 14, respectivement au niveau des moyens 20 de régulation formés par le thermostat et en amont de la pompe 16.

[0057] La deuxième boucle 30 de chauffage comporte

au moins une première conduite 36 et une deuxième conduite 38 de liaison avec une troisième boucle 40 de refroidissement des gaz d'échappement.

[0058] La troisième boucle 40 de refroidissement des gaz d'échappement est associée au circuit (non représenté) de recirculation de gaz d'échappement équipant le moteur 12.

[0059] La troisième boucle 40 de refroidissement des gaz d'échappement comporte au moins un échangeur 42 thermique pour refroidir les gaz d'échappement dudit circuit de recirculation.

[0060] Selon l'invention, la troisième boucle 40 de refroidissement des gaz d'échappement comporte au moins une pompe 44 et des moyens 46 de chauffage aptes à chauffer le liquide de refroidissement circulant dans ladite troisième boucle.

[0061] La pompe 44 de la troisième boucle 40 est commandée sélectivement entre un état de veille et un état de marche dans lequel la pompe 44 assure une circulation du liquide de refroidissement au moins dans la troisième boucle 40 de refroidissement des gaz d'échappement.

[0062] Les moyens 46 de chauffage de la troisième boucle 40 de refroidissement des gaz d'échappement sont commandés sélectivement entre un état inactif et un état actif dans lequel lesdits moyens 46 de chauffage chauffent le liquide de refroidissement.

[0063] Les moyens 46 de chauffage sont destinés à transférer des calories au liquide de refroidissement de la troisième boucle 40 de manière à en augmenter la température.

[0064] Grâce aux moyens 46 de chauffage, il est possible d'accélérer la montée en température du liquide de refroidissement et ce faisant d'utiliser plus rapidement l'échangeur thermique 42 pour refroidir au moins une partie des gaz d'échappement mis en recirculation par l'intermédiaire du circuit EGR.

[0065] Selon l'invention, les moyens 46 de chauffage de la troisième boucle 40 sont choisis parmi un thermoplongeur ou un réchauffeur électrique.

[0066] De préférence, les moyens 46 de chauffage de la troisième boucle 40 comportent au moins un thermoplongeur.

[0067] Dans un exemple qui ne représente pas l'invention, les moyens 46 de chauffage pourraient également être constitués par un dispositif de récupération de chaleur du type « EHRS » acronyme pour (« *Energy Recovery Heat System* ») en anglais.

[0068] La troisième boucle 40 de refroidissement des gaz d'échappement comporte des moyens 48 de contrôle qui sont commandés sélectivement pour isoler la troisième boucle 40 par rapport au reste du circuit 10 de refroidissement, notamment par rapport à la partie à laquelle la troisième boucle 40 est raccordée.

[0069] Selon l'invention, les moyens 48 de contrôle de la troisième boucle 40 sont commandés sélectivement entre au moins :

- une position de fermeture dans laquelle lesdits moyens 48 de contrôle isolent la troisième boucle 40 du reste du circuit 10 de refroidissement de sorte que la troisième boucle 40 fonctionne en boucle fermée,
- une position d'ouverture dans laquelle la troisième boucle 40 de refroidissement des gaz d'échappement est mise en relation fluïdique avec au moins une autre boucle du circuit de refroidissement, et une position intermédiaire entre lesdites positions d'ouverture et de fermeture.

[0070] De préférence, les moyens 48 de contrôle sont constitués par au moins une vanne, telle qu'une vanne trois voies.

[0071] Avantagusement, les moyens 48 de contrôle sont susceptibles d'occuper successivement plusieurs positions intermédiaires pour établir progressivement une mise en communication de la troisième boucle 40 avec le circuit 10 de refroidissement après que ladite troisième boucle 40 ait été isolée pour fonctionner en boucle fermée.

[0072] En variante, les moyens 48 de contrôle sont constitués par un thermostat, piloté ou non en ouverture, ou encore tout autre moyen de contrôle équivalent.

[0073] Le circuit 10 de refroidissement comporte des moyens de mesure de température pour mesurer la température du liquide de refroidissement dans la troisième boucle 40 et dans la première boucle 14 et/ou la deuxième boucle 30.

[0074] La troisième boucle 40 de refroidissement des gaz d'échappement comporte des moyens 50 de mesure de température, tels qu'au moins un capteur, pour mesurer la température du liquide de refroidissement circulant dans ladite troisième boucle 40.

[0075] De préférence, les moyens 50 de mesure de température associés à ladite troisième boucle 40 sont agencés en amont de l'échangeur thermique 42 suivant le sens de circulation du liquide de refroidissement.

[0076] Avantagusement, le circuit 10 de refroidissement comporte des moyens 52 de mesure de température, tels qu'au moins un capteur, pour mesurer la température du liquide de refroidissement dans au moins l'une desdites première et deuxième boucle.

[0077] De préférence, les moyens 52 de mesure de température sont agencés dans la première conduite 18, en aval du moteur 12.

[0078] Les moyens 52 de mesure de température sont aptes à mesurer la température du liquide de refroidissement circulant dans la première conduite 18 qui est reliée d'une part à la deuxième boucle 30 de chauffage et, d'autre part, sélectivement à la première boucle 14 de refroidissement en fonction de la position des moyens 20 de régulation.

[0079] Dans ce premier mode de réalisation, la troisième boucle 40 de refroidissement des gaz d'échappement est raccordée sélectivement à la deuxième boucle 30 de chauffage par l'intermédiaire desdites première conduite

36 et la deuxième conduite 38 de liaison.

[0080] La troisième boucle 40 de refroidissement des gaz d'échappement est destinée à fonctionner soit en boucle fermée, soit en boucle ouverte lorsque ladite troisième boucle 40 est en communication totale ou partielle avec la deuxième boucle 30 de chauffage.

[0081] On décrira maintenant le fonctionnement d'un circuit 10 de refroidissement selon le premier mode de réalisation pour un moteur 12 à combustion interne équipé d'un circuit EGR.

[0082] L'invention concerne également un procédé de commande d'un circuit 10 de refroidissement pour un moteur 12 à combustion interne équipé d'un circuit EGR.

[0083] Sur les figures 2 à 4, certaines parties du circuit 10 de refroidissement ont été représentées avec un trait plus épais afin de faciliter la compréhension en illustrant la circulation du liquide de refroidissement lors des différentes phases de fonctionnement.

[0084] Tel qu'expliqué en préambule, les conditions de fonctionnement les plus critiques correspondent à une utilisation à basses températures lorsque la température extérieure et/ou celle du liquide de refroidissement est inférieure à 0°C.

[0085] De telles conditions se rencontrent notamment en hiver et lors d'un démarrage à froid du moteur 12.

[0086] Le procédé de commande comporte au moins une étape de comparaison de la température T du liquide de refroidissement avec une première température TS1 de seuil, préférentiellement la température T du liquide de refroidissement de la troisième boucle 40 de refroidissement.

[0087] Dans l'exemple illustré par la figure 5, la valeur de la deuxième température de seuil TS1 est d'environ 20°C.

[0088] En variante, la température T du liquide de refroidissement est mesurée ailleurs dans le circuit 10 de refroidissement.

[0089] La température T du liquide de refroidissement de la troisième boucle 40 de refroidissement est avantagusement déterminée par les moyens 50 de mesure de température.

[0090] La première température TS1 de seuil correspond à une température de référence à partir de laquelle l'échangeur thermique 42 est utilisé pour refroidir les gaz d'échappement dudit circuit de recirculation des gaz d'échappement.

[0091] Lorsque la température T du liquide de refroidissement est supérieure ou égale à ladite première température TS1 de seuil, on commande alors les moyens 48 de contrôle en position ouverte ainsi que le circuit EGR de manière que l'échangeur thermique 42 de la troisième boucle 40 soit traversé par les gaz d'échappement en recirculation afin de les refroidir.

[0092] En revanche, lorsque la température T du liquide de refroidissement dans la troisième boucle 40 de refroidissement est inférieure à première température TS1 de seuil, l'échangeur thermique 42 de la troisième boucle 40 n'est pas utilisé pour refroidir les gaz d'échap-

pement.

[0093] Tel sera en outre le cas dans les conditions de basses températures, typiquement hivernales, l'échangeur thermique 42 n'étant alors préférentiellement pas utilisé pour refroidir les gaz d'échappement du circuit EGR.

[0094] En effet, l'utilisation de l'échangeur thermique 42 dans de telles conditions aurait pour conséquence d'engendrer des problèmes comme le phénomène de laquage (encrassement) ou de corrosion dans le circuit EGR.

[0095] En l'absence d'utilisation du circuit EGR avec l'échangeur thermique 42, la quantité de polluants et tout particulièrement d'oxydes d'azote (NOx) alors émise par le moteur 12 est par comparaison supérieure à celle obtenue lorsque l'échangeur thermique 42 est utilisé pour refroidir les gaz d'échappement.

[0096] Pour y remédier, l'invention propose d'accélérer la montée en température du liquide de refroidissement circulant dans la troisième boucle 40 de refroidissement pour pouvoir utiliser plus rapidement l'échangeur thermique 42 et donc le circuit EGR de manière à réduire les émissions d'oxydes d'azote (NOx).

[0097] Lorsque la température T du liquide de refroidissement est inférieure à ladite première température TS1 de seuil, le procédé de commande comporte une étape de commande consistant à commander au moins les moyens 48 de contrôle en position de fermeture.

[0098] La commande des moyens 48 de contrôle en position de fermeture a pour conséquence d'isoler la troisième boucle 40 de refroidissement par rapport au reste du circuit 10 de refroidissement.

[0099] Les moyens 46 de chauffage sont alors commandés dans un état actif pour chauffer le liquide de refroidissement afin d'en augmenter la température T et cela jusqu'à atteindre au moins ladite première température TS1 de seuil.

[0100] La pompe 44 est commandée dans un état de marche pour assurer une circulation du liquide de refroidissement dans la troisième boucle 40 de refroidissement qui fonctionne en boucle fermée.

[0101] Dans une première phase de fonctionnement, la troisième boucle 40 est isolée temporairement pour former une boucle fermée de manière à y accélérer la montée en température du liquide de refroidissement grâce aux moyens 46 de chauffage.

[0102] Avantagusement, les calories délivrées par les moyens 46 de chauffage sont utilisées uniquement pour chauffer le liquide de refroidissement de la troisième boucle 40, indépendamment du reste du circuit 10 de refroidissement.

[0103] Grâce à cette accélération de la montée en température du liquide de refroidissement dans la troisième boucle 40, ledit liquide de refroidissement va atteindre plus rapidement la première température TS1 de seuil.

[0104] Ainsi, l'échangeur thermique 42 va pouvoir être utilisé plus rapidement pour refroidir les gaz d'échappement mis en recirculation par l'intermédiaire du circuit de

recirculation des gaz d'échappement équipant le moteur 12.

[0105] Avantagusement, le circuit de recirculation des gaz d'échappement est alors également utilisé plus rapidement ce qui s'accompagne, selon le but recherché, d'une limitation des émissions de polluants tels que les oxydes d'azote (NOx).

[0106] En comparant respectivement les courbes C_{EGR} et C_{MOT} représentée sur la figure 5, on constate que la montée en température du liquide de refroidissement dans la troisième boucle 40 de refroidissement s'effectue plus rapidement que dans le reste du circuit 10, ici dans la conduite 18 de la première boucle comportant les moyens 52 de mesure de température.

[0107] Initialement, la vanne formant les moyens 48 de contrôle étant en position de fermeture, la courbe Cv correspondant au pourcentage (%) d'ouverture de la vanne est à une valeur nulle, égale à zéro.

[0108] La température du liquide de refroidissement dans la troisième boucle 40 de refroidissement va croître jusqu'à atteindre au moins la première température TS1 de seuil.

[0109] Dans une deuxième phase de fonctionnement, lorsque la température T du liquide de refroidissement est au moins égale à ladite première température TS1 de seuil, le procédé de commande comporte au moins une étape consistant à commander le circuit de recirculation de gaz d'échappement équipant le moteur 12 afin d'établir une circulation desdits gaz d'échappement à travers l'échangeur thermique 42 de la troisième boucle 40 pour refroidir les gaz d'échappement en recirculation.

[0110] De préférence, lorsque la température T du liquide de refroidissement est au moins égale à ladite première température TS1 de seuil, le procédé de commande comporte une étape de commande consistant à commander au moins les moyens 46 de chauffage dans un état inactif.

[0111] Le liquide de refroidissement cesse alors d'être chauffé avec les moyens 46 de chauffage.

[0112] La température T du liquide de refroidissement va continuer d'augmenter car les gaz d'échappement refroidis dans l'échangeur thermique 42 lui transfèrent alors des calories.

[0113] En variante, lorsque la température T du liquide de refroidissement est au moins égale à ladite première température TS1 de seuil, le procédé de commande comporte une étape de commande consistant à maintenir les moyens 46 de chauffage dans un état actif.

[0114] Dans cette variante, on continue donc de chauffer le liquide de refroidissement avec les moyens 46 de chauffage, par exemple pendant au moins une durée déterminée ou jusqu'à ce que la température du liquide de refroidissement atteigne une valeur donnée.

[0115] A titre d'exemple non limitatif, ladite valeur donnée est celle d'une deuxième température de seuil TS2.

[0116] Le liquide de refroidissement de la troisième boucle 40 est alors respectivement chauffé par les

moyens 46 de chauffage et par les gaz d'échappement du circuit EGR qui traversent l'échangeur thermique 42 pour être refroidis.

[0117] Le circuit 10 de refroidissement débute une troisième phase de fonctionnement lorsque la température T du liquide de refroidissement est au moins égale à une deuxième température TS2 de seuil.

[0118] Dans l'exemple illustré par la figure 5, la valeur de la deuxième température de seuil TS2 est d'environ 50°C.

[0119] Tel qu'illustré par la figure 3, le procédé de commande comporte alors préférentiellement une étape de commande consistant à commander au moins les moyens 48 de contrôle dans au moins une position intermédiaire pour mettre la troisième boucle 40 de refroidissement partiellement en communication avec au moins une autre boucle du circuit 10 de refroidissement.

[0120] Dans le premier mode de réalisation, la troisième boucle 40 de refroidissement est mise progressivement en communication avec la deuxième boucle 30 de chauffage.

[0121] Le liquide de refroidissement de la troisième boucle 40 se mélange avec du liquide de refroidissement de la deuxième boucle 30 de chauffage.

[0122] La température du liquide de refroidissement de la deuxième boucle 30 de chauffage est inférieure à la température du liquide de refroidissement de la troisième boucle 40, c'est à dire inférieure à ladite deuxième température TS2 de seuil.

[0123] Le liquide de refroidissement de la troisième boucle 40 va donc transférer, vers la deuxième boucle 30 de chauffage comportant l'aérotherme 34, les calories absorbées à travers l'échangeur thermique 42 lors du refroidissement des gaz d'échappement du circuit EGR.

[0124] Avantagusement, l'augmentation de la température du liquide de refroidissement est bénéfique pour le moteur 12 en termes de consommation car cela participe à réduire les frottements et est susceptible d'apporter également un confort thermique en cas de demande.

[0125] Tel qu'illustré sur la figure 5, les moyens 48 de contrôle, avantagusement formés par la vanne, sont commandés pour s'ouvrir partiellement et permettre une circulation progressive à travers la première conduite 36 de liaison, de la troisième boucle 40 vers la deuxième boucle 30 de chauffage.

[0126] Après avoir atteint la deuxième température TS2 de seuil, la température T du liquide de refroidissement continue de croître.

[0127] Tel qu'illustré sur la figure 4, le procédé de commande comporte alors une étape de commande consistant à commander les moyens 48 de contrôle en position d'ouverture pour mettre totalement la troisième boucle 40 de refroidissement en relation fluide avec au moins une autre boucle du circuit de refroidissement.

[0128] Le liquide de refroidissement circulant dans la troisième boucle 40 de refroidissement des gaz d'échappement est alors celui circulant dans le reste du circuit

10 de refroidissement de sorte que sa montée en température se poursuit avec le fonctionnement du moteur 12.

[0129] Pour le reste, le fonctionnement du circuit 10 de refroidissement s'effectue de manière conventionnelle avec, lorsque la température du liquide de refroidissement atteint une valeur donnée, l'ouverture des moyens 20 de régulation pour assurer une circulation du liquide de refroidissement à travers au moins le radiateur 24 de refroidissement.

[0130] On a représenté sur la figure 6, un deuxième mode de réalisation d'un circuit 10 de refroidissement selon l'invention.

[0131] Ce deuxième mode de réalisation sera décrit ci-après par comparaison avec le premier mode de réalisation, les moyens désignés par les mêmes références étant identiques ou similaires à ceux décrits précédemment pour les figures 1 à 4.

[0132] Dans ce deuxième mode de réalisation, le circuit 10 de refroidissement comporte une première boucle 14 de refroidissement associée au moteur 12 qui diffère de celle du premier mode de réalisation.

[0133] En effet, la première boucle 14 de refroidissement associée au moteur 12 comporte au moins une première branche 14A, dite haute température (similaire à la première boucle de refroidissement décrite précédemment), et comporte en plus une deuxième branche 14B, dite basse température.

[0134] Dans ce qui suit, les termes « haute température » désigne une partie du circuit de refroidissement dans laquelle le liquide de refroidissement circule à une température qui est supérieure à celle du liquide de refroidissement circulant dans une autre partie du circuit de refroidissement, alors qualifié par comparaison de « basse température ».

[0135] La première branche 14A comporte au moins le radiateur 24 de refroidissement, dit radiateur haute température (ou HT).

[0136] La deuxième branche 14B comporte au moins un autre radiateur 54 de refroidissement, dit radiateur basse température (ou BT).

[0137] Tel qu'illustré par la figure 6, la troisième boucle 40 de refroidissement des gaz d'échappement est ici raccordée à la deuxième branche 14B basse température de la première boucle 14 de refroidissement.

[0138] La deuxième branche 14B basse température comporte au moins une conduite 56 dans laquelle est agencé le radiateur 54 de refroidissement.

[0139] La conduite 56 est raccordée à une extrémité, en aval, à la troisième boucle 40 de refroidissement, de préférence au niveau des moyens 48 de contrôle.

[0140] Selon une caractéristique de ce deuxième mode de réalisation, la première branche 14A haute température et la deuxième branche 14B basse température de la première boucle 14 de refroidissement sont raccordées, reliées fluidiquement l'une à l'autre.

[0141] La conduite 56 est raccordée à l'autre extrémité, en amont, à la deuxième conduite 22 de la première bran-

che 14A haute température, de préférence en aval du radiateur 24 de refroidissement haute température.

[0142] La troisième boucle 40 de refroidissement des gaz d'échappement est raccordée au reste du circuit 10 de refroidissement par la conduite 56 communiquant avec la deuxième branche 14B d'une part et par une conduite 58, d'autre part.

[0143] La conduite 58 est raccordée à la deuxième conduite 22 de la première branche 14A de la première boucle 14 de refroidissement. La conduite 58 est celle par laquelle s'effectue le retour du liquide de refroidissement, lorsque la troisième boucle 40 ne fonctionne pas en boucle fermée.

[0144] Les phases de fonctionnement de la troisième boucle 40 de refroidissement des gaz d'échappement dans ce deuxième mode de réalisation sont analogues à celles décrites pour le premier mode de réalisation.

[0145] Le premier mode de réalisation illustré aux figures 1 à 4 et le deuxième de réalisation de la figure 6 sont des exemples non limitatifs d'implantation d'une boucle de refroidissement des gaz d'échappement associée à un circuit EGR d'un moteur 12 à combustion interne.

[0146] On a représenté à la figure 7 une variante de réalisation du deuxième mode de réalisation qui vient d'être décrit.

[0147] Par comparaison avec ce deuxième mode de réalisation illustré à la figure 6, la première branche 14A haute température et la deuxième branche 14B basse température de la première boucle 14 de refroidissement sont ici indépendantes l'une de l'autre.

[0148] En effet, une partie de la conduite 56 raccorde l'entrée du radiateur 54 de refroidissement basse température à la troisième boucle 40 tandis que l'autre partie raccorde comme précédemment la sortie du radiateur 54 à la troisième boucle 40, ici au niveau des moyens 48 de contrôle.

[0149] Dans une telle variante de réalisation, la température maximale atteinte par le liquide de refroidissement circulant dans la deuxième branche 14B basse température de la première boucle 14 et dans la troisième boucle 40 sera avantageusement inférieure à la température maximale que peut atteindre le liquide de refroidissement dans la première branche 14A haute température.

Revendications

1. Circuit (10) de refroidissement pour un moteur (12) à combustion interne équipé d'un circuit de recirculation de gaz d'échappement, dans lequel est destiné à circuler un liquide refroidissement, ledit circuit (10) de refroidissement comportant au moins :

- une première boucle (14) de refroidissement associée au moteur (12) qui comporte au moins une pompe (16), des moyens (20) de régulation

de la circulation du liquide de refroidissement et un radiateur (24) de refroidissement,

- une deuxième boucle (30) de chauffage qui est reliée sélectivement à ladite première boucle (14) par lesdits moyens (20) de régulation et qui comporte au moins un aérotherme (34), et

- une troisième boucle (40) de refroidissement des gaz d'échappement qui, associée audit circuit de recirculation de gaz d'échappement, comporte au moins un échangeur thermique (42) pour refroidir les gaz d'échappement dudit circuit de recirculation,

caractérisé en ce que ladite troisième boucle (40) de refroidissement des gaz d'échappement comporte au moins une pompe (44), des moyens (46) de chauffage constitués par un thermoplongeur ou un réchauffeur électrique aptes à être commandés sélectivement entre un état inactif et un état actif afin de chauffer le liquide de refroidissement circulant dans ladite troisième boucle (40), et des moyens (48) de contrôle aptes à être commandés sélectivement entre :

- une position de fermeture dans laquelle les moyens de chauffage sont commandés dans un état actif et lesdits moyens (48) de contrôle isolent la troisième boucle (40) du reste du circuit (10) de refroidissement de sorte que la troisième boucle (40) fonctionne en boucle fermée, et

- une position d'ouverture dans laquelle la troisième boucle (40) de refroidissement des gaz d'échappement est mise en communication avec au moins une autre boucle (30, 10) du circuit (10) de refroidissement, et

une position intermédiaire entre lesdites positions d'ouverture et de fermeture.

2. Circuit de refroidissement selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le circuit (10) de refroidissement comporte des moyens (50, 52) de mesure de la température pour mesurer la température du liquide de refroidissement dans la troisième boucle (40) ainsi que dans la première boucle (14) et/ou la deuxième boucle (20).

3. Circuit de refroidissement selon la revendication 1 ou 2, dans lequel la première boucle (14) de refroidissement associée au moteur (12) comporte au moins une première branche (14A), dite haute température, comportant au moins le radiateur (24) de refroidissement, et une deuxième branche (14B), dite basse température, comportant au moins un autre radiateur (54) de refroidissement, **caractérisé en ce que** la troisième boucle (40) de refroidissement des gaz d'échappement est raccordée à la deuxième

branche (14B) basse température de la première boucle (14) de refroidissement.

4. Circuit de refroidissement selon la revendication 3, **caractérisé en ce que** la première branche (14A) haute température et la deuxième branche (14B) basse température de la première boucle (14) de refroidissement sont raccordées l'une à l'autre. 5
5. Circuit de refroidissement selon la revendication 3, **caractérisé en ce que** la première branche (14A) haute température et la deuxième branche (14B) basse température de la première boucle (14) de refroidissement sont indépendantes l'une de l'autre. 10
6. Procédé de commande d'un circuit (10) de refroidissement pour un moteur (12) à combustion interne selon l'une quelconque des revendications précédentes, 15
 ledit circuit (10) de refroidissement comportant au moins des moyens (50) de mesure de la température apte à mesurer la température du liquide de refroidissement dans la troisième boucle (40), un comparateur de températures, ladite troisième boucle (40) comportant une pompe (44), des moyens (48) de contrôle aptes à être placés dans au moins une position d'ouverture ou dans une position de fermeture, des moyens (46) de chauffage commandés sélectivement entre un état actif et un état inactif, **caractérisé en ce que** ledit procédé de commande comporte au moins : 20
 - une étape de comparaison de la température du liquide de refroidissement de la troisième boucle (40) de refroidissement avec une première température (TS1) de seuil, 25
 - une étape de commande qui consiste, lorsque la température (T) du liquide de refroidissement est inférieure à ladite première température (TS1) de seuil, à commander au moins : 30
 • les moyens (48) de contrôle en position de fermeture pour isoler la troisième boucle (40) de refroidissement par rapport au reste du circuit (10) de refroidissement, 35
 • les moyens (46) de chauffage dans ledit état actif pour chauffer le liquide de refroidissement afin d'en augmenter la température jusqu'à atteindre au moins ladite première température (TS1) de seuil ; et 40
 • la pompe (44) dans un état de marche pour assurer une circulation du liquide de refroidissement dans la troisième boucle (40) de refroidissement fonctionnant en boucle fermée. 45
7. Procédé de commande selon la revendication 6, **caractérisé en ce que** le procédé de commande com- 50

porte au moins une étape de commande consistant, lorsque la température (T) du liquide de refroidissement est au moins égale à ladite première température (TS1) de seuil, à commander le circuit de recirculation de gaz d'échappement équipant le moteur pour établir une circulation desdits gaz d'échappement à travers l'échangeur thermique (42) de la troisième boucle (40) afin de refroidir les gaz d'échappement en recirculation.

8. Procédé de commande selon la revendication 6 ou 7, **caractérisé en ce que**, lorsque la température (T) du liquide de refroidissement est au moins égale à ladite première température (TS1) de seuil, le procédé de commande comporte une étape de commande consistant à commander au moins les moyens (46) de chauffage dans ledit état inactif pour arrêter de chauffer le liquide de refroidissement. 5
9. Procédé de commande selon la revendication 6 ou 7, **caractérisé en ce que**, lorsque la température (T) du liquide de refroidissement est au moins égale à ladite première température (TS1) de seuil, le procédé de commande comporte une étape de commande consistant à commander au moins les moyens (46) de chauffage dans ledit état actif pour continuer à chauffer le liquide de refroidissement pendant une durée déterminée ou jusqu'à ce que la température (T) du liquide de refroidissement atteigne une valeur donnée, telle qu'une deuxième température (TS2) de seuil supérieure à la première température (TS1) de seuil. 10
10. Procédé de commande selon l'une des revendications 6 à 9, **caractérisé en ce que**, lorsque la température (T) du liquide de refroidissement est au moins égale à une deuxième température (TS2) de seuil supérieure à la première température (TS1) de seuil, le procédé de commande comporte une étape de commande consistant au moins à commander les moyens (48) de contrôle dans une position intermédiaire entre lesdites positions d'ouverture totale et de fermeture pour mettre la troisième boucle (40) de refroidissement partiellement en communication avec au moins une autre boucle (30, 14B) du circuit de refroidissement. 15
11. Procédé de commande selon l'une des revendications 6 à 9, **caractérisé en ce que**, lorsque la température (T) du liquide de refroidissement est au moins égale à une deuxième température (TS2) de seuil supérieure à la première température (TS1) de seuil, le procédé de commande comporte une étape de commande consistant au moins à commander les moyens (48) de contrôle en position d'ouverture pour mettre totalement la troisième boucle (40) de refroidissement en communication avec au moins une autre boucle (20, 14B) du circuit de refroidisse- 20

ment.

Patentansprüche

1. Kühlkreislauf (10) für einen Verbrennungsmotor (12), der mit einem Abgasrückführungskreislauf ausgestattet ist, in dem eine Kühlflüssigkeit zirkulieren soll, wobei der Kühlkreislauf (10) mindestens Folgendes umfasst:

- eine erste Kühlschleife (14), die dem Motor (12) zugeordnet ist und mindestens eine Pumpe (16), Mittel (20) zur Regulierung der Zirkulation der Kühlflüssigkeit und einen Kühlradiator (24) umfasst,

- eine zweite Heizschleife (30), die durch die Regelungsmittel (20) selektiv mit der ersten Schleife (14) verbunden ist und mindestens einen Luftherhitzer (34) umfasst, und

- eine dritte Abgaskühlschleife (40), die mit dem Abgasrückführungskreislauf verbunden ist und mindestens einen Wärmetauscher (42) zum Kühlen des Abgases des Rückführungskreislaufs aufweist,

dadurch gekennzeichnet, dass die dritte Schleife (40) zur Kühlung der Abgase mindestens eine Pumpe (44), Heizmittel (46), die aus einem Tauchsieder oder einem elektrischen Heizer bestehen, die geeignet sind, selektiv zwischen einem inaktiven Zustand und einem aktiven Zustand gesteuert zu werden, um die in der dritten Schleife (40) zirkulierende Kühlflüssigkeit zu erwärmen, und Steuermittel (48) umfasst, die geeignet sind, selektiv gesteuert zu werden zwischen:

- eine Schließposition, in der die Heizmittel in einen aktiven Zustand gesteuert werden und die Steuermittel (48) die dritte Schleife (40) vom Rest des Kühlkreislaufs (10) isolieren, so dass die dritte Schleife (40) in einem geschlossenen Kreislauf arbeitet, und
- eine Öffnungsposition, in der die dritte Abgaskühlschleife (40) mit mindestens einer anderen Schleife (30, 10) des Kühlkreislaufs (10) in Verbindung gebracht wird, und

eine Zwischenposition zwischen den Öffnungs- und Schließpositionen.

2. Kühlkreislauf nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Kühlkreislauf (10) Temperaturmessmittel (50, 52) zum Messen der Temperatur der Kühlflüssigkeit in der dritten Schleife (40) sowie in der ersten Schleife (14) und/oder der zweiten Schleife (20) umfasst.

3. Kühlkreislauf nach Anspruch 1 oder 2, bei dem die dem Motor (12) zugeordnete erste Kühlschleife (14) mindestens einen ersten Zweig (14A), Hochtemperatur genannt, mit mindestens dem Kühlradiator (24) und einen zweiten Zweig (14B), Niedertemperatur genannt, mit mindestens einem weiteren Kühlradiator (54) aufweist, **dadurch gekennzeichnet, dass** die dritte Abgaskühlschleife (40) mit dem zweiten Niedertemperaturzweig (14B) der ersten Kühlschleife (14) verbunden ist.

4. Kühlkreislauf nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** der erste Hochtemperaturzweig (14A) und der zweite Niedertemperaturzweig (14B) des ersten Kühlkreislaufs (14) miteinander verbunden sind.

5. Kühlkreislauf nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** der erste Hochtemperaturzweig (14A) und der zweite Niedertemperaturzweig (14B) des ersten Kühlkreislaufs (14) unabhängig voneinander sind.

6. Verfahren zur Steuerung eines Kühlkreislaufs (10) für einen Verbrennungsmotor (12) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Kühlkreislauf (10) mindestens Temperaturmessmittel (50) umfasst, die geeignet sind, die Temperatur der Kühlflüssigkeit in der dritten Schleife (40) zu messen, einen Temperaturkomparator, wobei die dritte Schleife (40) eine Pumpe (44) umfasst, Steuermittel (48), die geeignet sind, in mindestens eine Öffnungsposition oder in eine Schließposition gebracht zu werden, Heizmittel (46), die selektiv zwischen einem aktiven Zustand und einem inaktiven Zustand gesteuert werden, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Steuerverfahren mindestens Folgendes umfasst:

- einen Schritt des Vergleichens der Temperatur der Kühlflüssigkeit des dritten Kühlkreislaufs (40) mit einer ersten Schwellentemperatur (TS1),
- einen Steuerschritt, der, wenn die Temperatur (T) des Kühlmittels unter der ersten Schwellentemperatur (TS1) liegt, darin besteht, mindestens Folgendes zu steuern:
 - die Steuermittel (48) in der Schließposition, um die dritte Kühlschleife (40) von dem Rest des Kühlkreislaufs (10) zu isolieren,
 - die Heizmittel (46) in dem aktiven Zustand, um das Kühlmittel zu erwärmen, um dessen Temperatur zu erhöhen, bis mindestens die erste Schwellentemperatur (TS1) erreicht ist; und
 - die Pumpe (44) in einem Betriebszustand, um eine Zirkulation des Kühlmittels in dem dritten Kühlkreislauf (40), der in einem geschlossenen Kreislauf arbeitet, zu bewirken.

7. Steuerverfahren nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Steuerverfahren mindestens einen Steuerschritt umfasst, der darin besteht, wenn die Temperatur (T) der Kühlflüssigkeit mindestens gleich der ersten Schwellentemperatur (TS1) ist, den Abgasrückführungskreislauf, mit dem der Motor ausgestattet ist, zu steuern, um eine 30 Zirkulation der Abgase durch den Wärmetauscher (42) der dritten Schleife (40) herzustellen, um die rezirkulierenden Abgase zu kühlen.
8. Steuerverfahren nach Anspruch 6 oder 7, **dadurch gekennzeichnet, dass**, wenn die Temperatur (T) des Kühlmittels mindestens gleich der ersten Schwellentemperatur (TS1) ist, das Steuerverfahren einen Steuerschritt umfasst, bei dem mindestens die Heizmittel (46) in den inaktiven Zustand gesteuert werden, um das Erwärmen des Kühlmittels zu beenden.
9. Steuerverfahren nach Anspruch 6 oder 7, **dadurch gekennzeichnet, dass**, wenn die Temperatur (T) der Kühlflüssigkeit mindestens gleich der ersten Schwellentemperatur (TS1) ist, das Steuerverfahren einen Steuerschritt umfasst, der darin besteht, mindestens die Heizmittel (46) in dem aktiven Zustand zu steuern, um die Kühlflüssigkeit für eine bestimmte Zeitdauer oder bis die Temperatur (T) der Kühlflüssigkeit einen gegebenen Wert erreicht, wie eine zweite Schwellentemperatur (TS2), die höher als die erste Schwellentemperatur (TS1) ist, weiter zu erwärmen.
10. Steuerverfahren nach einem der Ansprüche 6 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass**, wenn die Temperatur (T) der Kühlflüssigkeit mindestens gleich einer zweiten Schwellentemperatur (TS2) ist, die höher als die erste Schwellentemperatur (TS1) ist, das Steuerverfahren einen Steuerschritt umfasst, der mindestens darin besteht, die Steuermittel (48) in eine Zwischenstellung zwischen der vollständig geöffneten und der geschlossenen Stellung zu steuern, um die dritte Kühlschleife (40) teilweise mit mindestens einer anderen Schleife (30, 14B) des Kühlkreislaufs in Verbindung zu bringen.
11. Steuerverfahren nach einem der Ansprüche 6 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass**, wenn die Temperatur (T) der Kühlflüssigkeit mindestens gleich einer zweiten Schwellentemperatur (TS2) ist, die höher als die erste Schwellentemperatur (TS1) ist, das Steuerverfahren einen Steuerschritt umfasst, der mindestens darin besteht, die Steuermittel (48) in eine Öffnungsposition zu steuern, um die dritte Kühlschleife (40) vollständig in Verbindung mit mindestens einer anderen Schleife (20, 14B) des Kühlkreislaufs zu bringen.

Claims

1. A cooling circuit (10) for an internal combustion engine (12) equipped with an exhaust gas recirculation circuit, wherein a cooling liquid is intended to circulate, said cooling circuit (10) comprising at least:
 - a first cooling loop (14) associated with the engine (12), comprising at least one pump (16), means (20) for regulating the circulation of the cooling liquid, and a cooling radiator (24),
 - a second heating loop (30) selectively connected to said first loop (14) by said regulating means (20) and comprising at least one unit heater (34), and
 - a third loop (40) for cooling exhaust gases, which, associated with said exhaust gas recirculation circuit, comprises at least one heat exchanger (42) for cooling the exhaust gases of said recirculation circuit,**characterized in that** said third exhaust gas cooling loop (40) comprises at least one pump (44), heating means (46) consisting of an immersion heater or an electric heater adapted to be selectively controlled between an inactive state and an active state in order to heat the cooling liquid circulating in said third loop (40), and control means (48) adapted to be selectively controlled between:
 - a closed position wherein the heating means are controlled in an active state and said control means (48) isolate the third loop (40) from the rest of the cooling circuit (10) so that the third loop (40) operates in a closed loop, and
 - an open position wherein the third exhaust gas cooling loop (40) is connected to at least one other loop (30, 10) of the cooling circuit (10), and
 an intermediate position between said open and closed positions.
2. The cooling circuit according to claim 1, **characterized in that** the cooling circuit (10) has temperature-measuring means (50, 52) for measuring the temperature of the cooling liquid in the third loop (40) as well as in the first loop (14) and/or the second loop (20).
3. The cooling circuit according to claim 1 or 2, wherein the first cooling loop (14) associated with the engine (12) comprises at least a first, so-called high-temperature branch (14A), comprising at least the cooling radiator (24), and a second, so-called low-temperature branch (14B), comprising at least one further cooling radiator (54), **characterized in that** the

third loop (40) for cooling exhaust gases is connected to the second, low-temperature branch (14B) of the first cooling loop (14).

4. The cooling circuit according to claim 3, **characterized in that** the first high-temperature branch (14A) and the second low-temperature branch (14B) of the first cooling loop (14) are connected to one another.
5. The cooling circuit according to claim 3, **characterized in that** the first high-temperature branch (14A) and the second low-temperature branch (14B) of the first cooling loop (14) are independent of one another.
6. A method for controlling a cooling circuit (10) for an internal combustion engine (12) according to any of the preceding claims, said cooling circuit (10) comprising at least temperature-measuring means (50) adapted to measure the temperature of the cooling liquid in the third loop (40), a temperature comparator, said third loop (40) comprising a pump (44), control means (48) adapted to be placed in at least an open position or in a closed position, heating means (46) selectively controlled between an active state and an inactive state, **characterized in that** said control method comprises at least:
 - a step for comparing the temperature of the cooling liquid in the third cooling loop (40) with a first threshold temperature (TS1),
 - a control step which consists, when the temperature (T) of the cooling liquid is below said first threshold temperature (TS1), in controlling at least:
 - the control means (48) in the closed position to isolate the third cooling loop (40) from the rest of the cooling circuit (10),
 - the heating means (46) in said active state for heating the cooling liquid to increase its temperature until at least said first threshold temperature (TS1) is reached; and
 - the pump (44) in an operating state to ensure cooling liquid circulation in the third cooling loop (40) operating as a closed loop.
7. The control method according to claim 6, **characterized in that** the control method comprises at least one control step consisting, when the temperature (T) of the cooling liquid is at least equal to said first threshold temperature (TS1), in controlling the exhaust gas recirculation circuit equipping the engine to establish a circulation of said exhaust gases through the heat exchanger (42) of the third loop (40) in order to cool the recirculated exhaust gases.

8. The control method according to claim 6 or 7, **characterized in that**, when the temperature (T) of the cooling liquid is at least equal to said first threshold temperature (TS1), the control method comprises a control step consisting in controlling at least the heating means (46) into said inactive state to stop heating the cooling liquid.
9. The control method according to claim 6 or 7, **characterized in that**, when the temperature (T) of the cooling liquid is at least equal to said first threshold temperature (TS1), the control method comprises a control step consisting in controlling at least the heating means (46) into said active state to continue heating the cooling liquid for a determined time or until the temperature (T) of the cooling liquid reaches a given value, such as a second threshold temperature (TS2) higher than the first threshold temperature (TS1).
10. The control method according to one of claims 6 to 9, **characterized in that**, when the temperature (T) of the cooling liquid is at least equal to a second threshold temperature (TS2) higher than the first threshold temperature (TS1), the control method comprises a control step consisting at least in controlling the monitoring means (48) into an intermediate position between said fully open and closed positions to put the third cooling loop (40) partially in communication with at least one other loop (30, 14B) of the cooling circuit.
11. The control method according to one of claims 6 to 9, **characterized in that**, when the temperature (T) of the cooling liquid is at least equal to a second threshold temperature (TS2) higher than the first threshold temperature (TS1), the control method comprises a control step consisting at least in controlling the monitoring means (48) into an open position to put the third cooling loop (40) fully in communication with at least one other loop (20, 14B) of the cooling circuit.

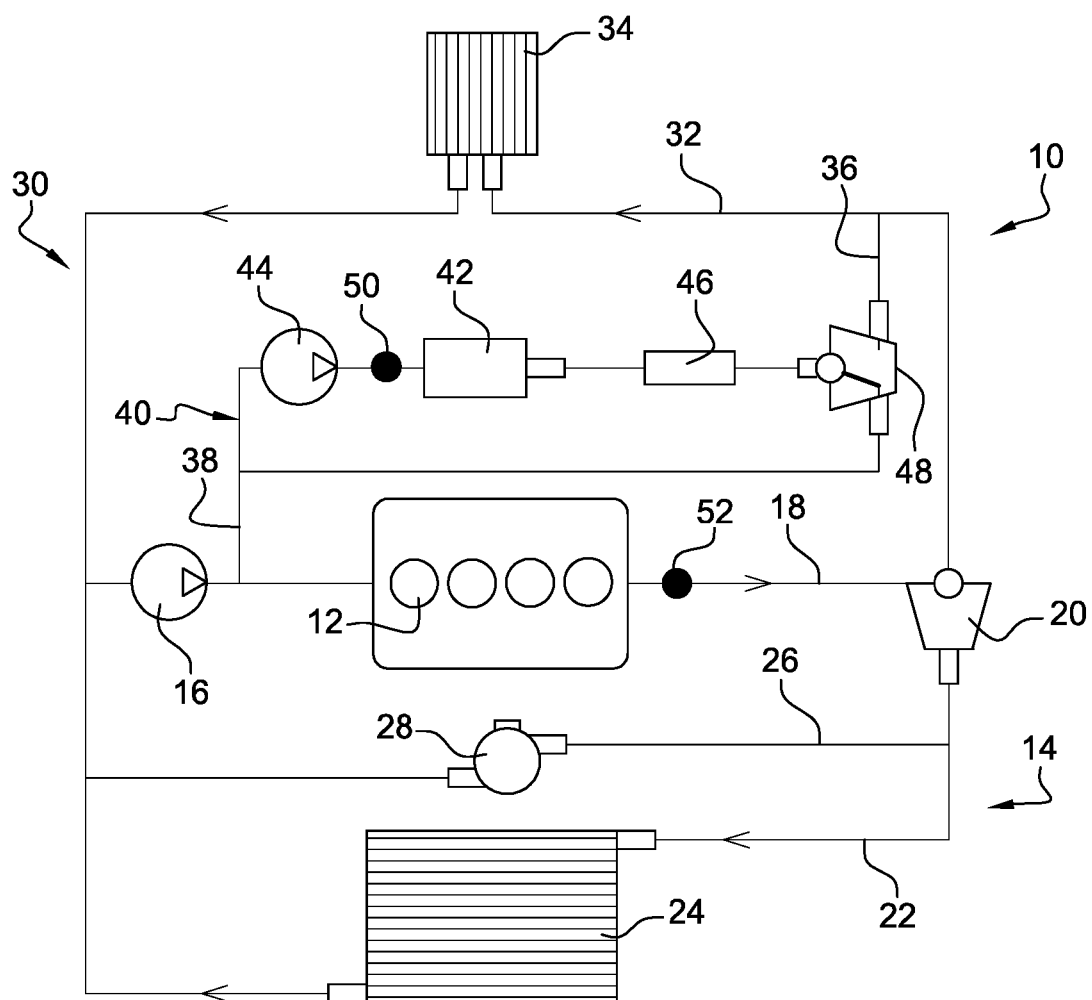
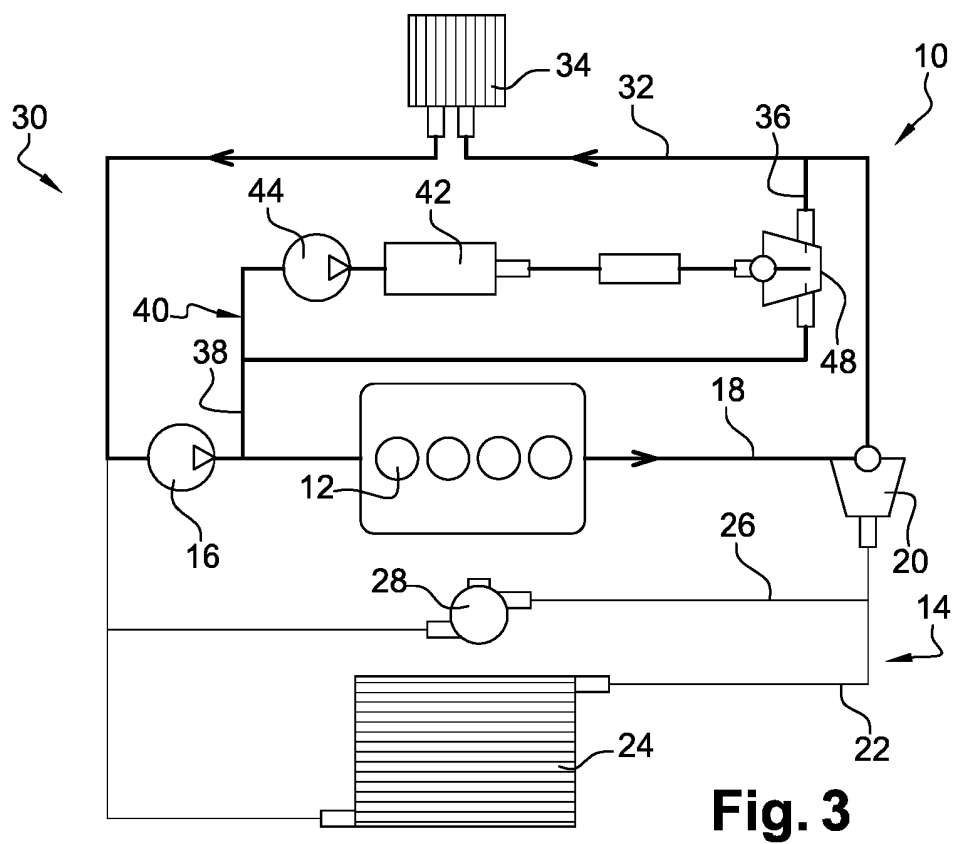
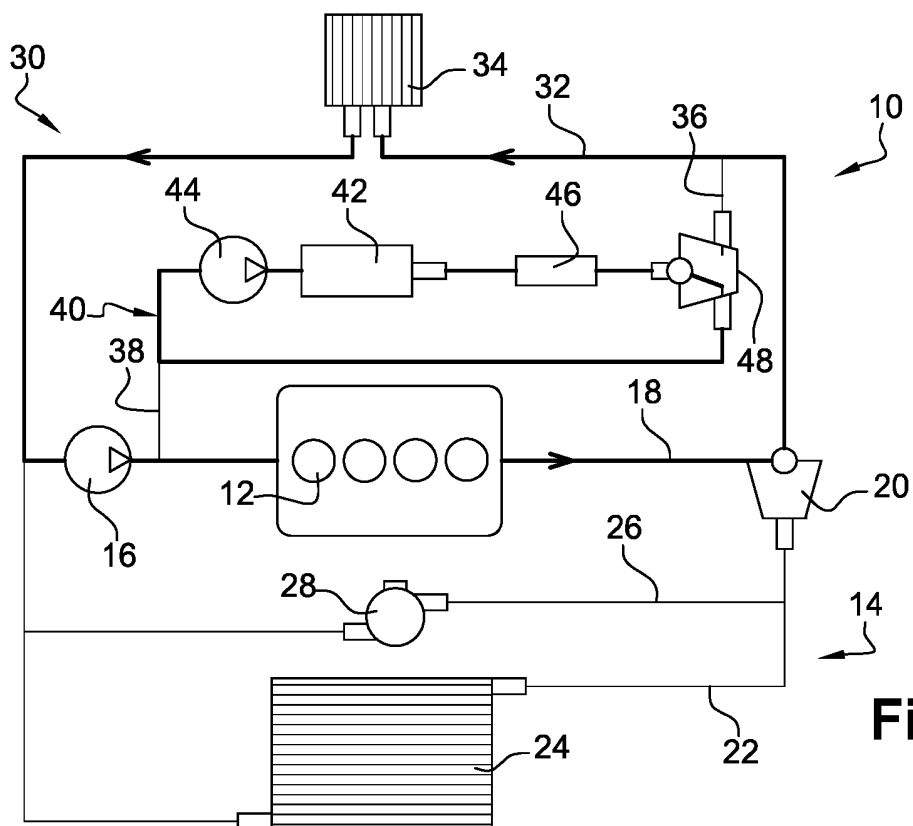


Fig. 1



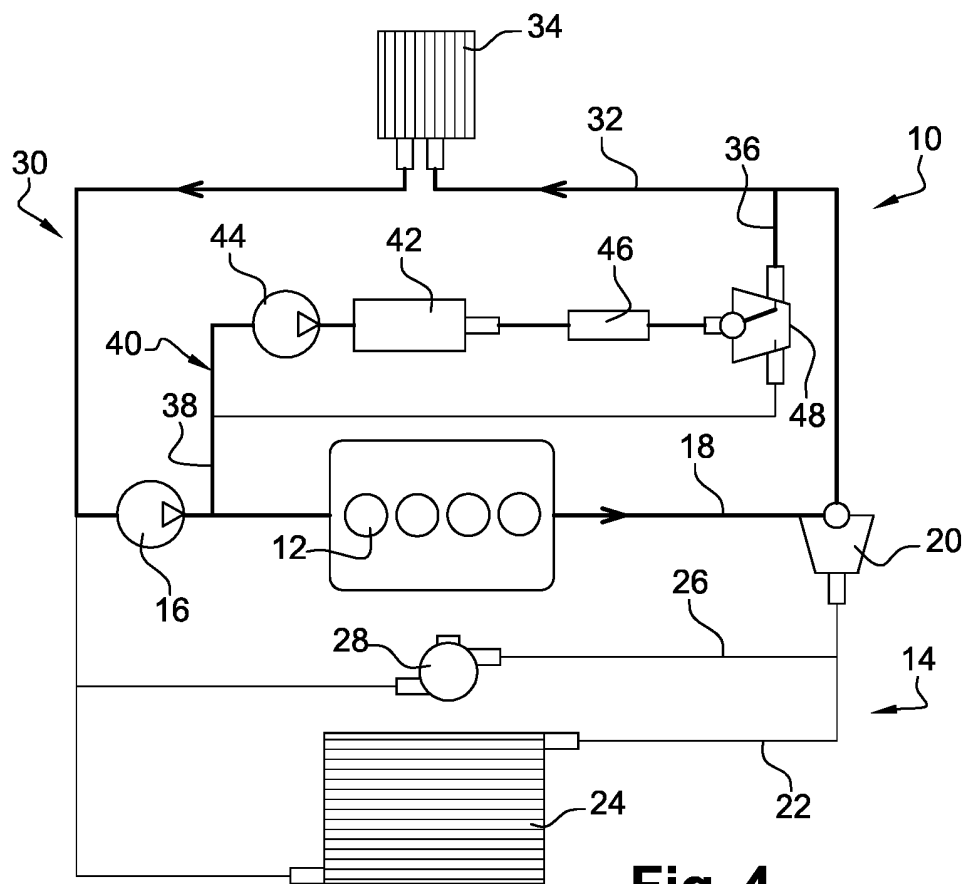


Fig. 4

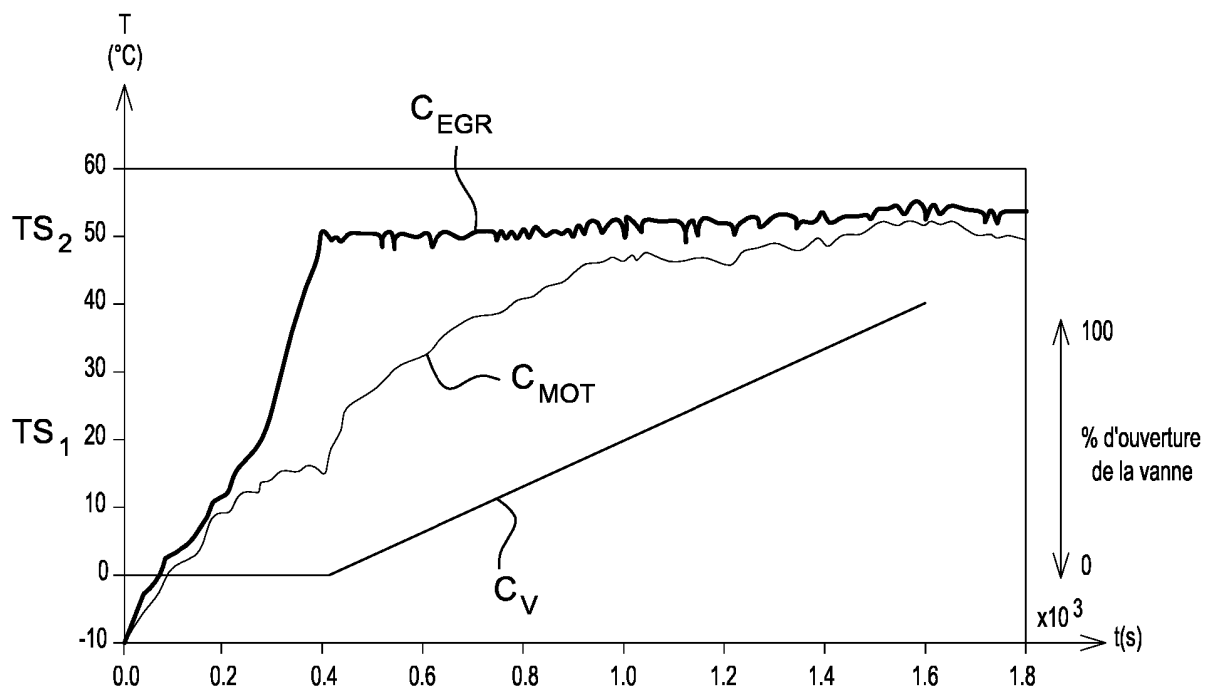


Fig. 5

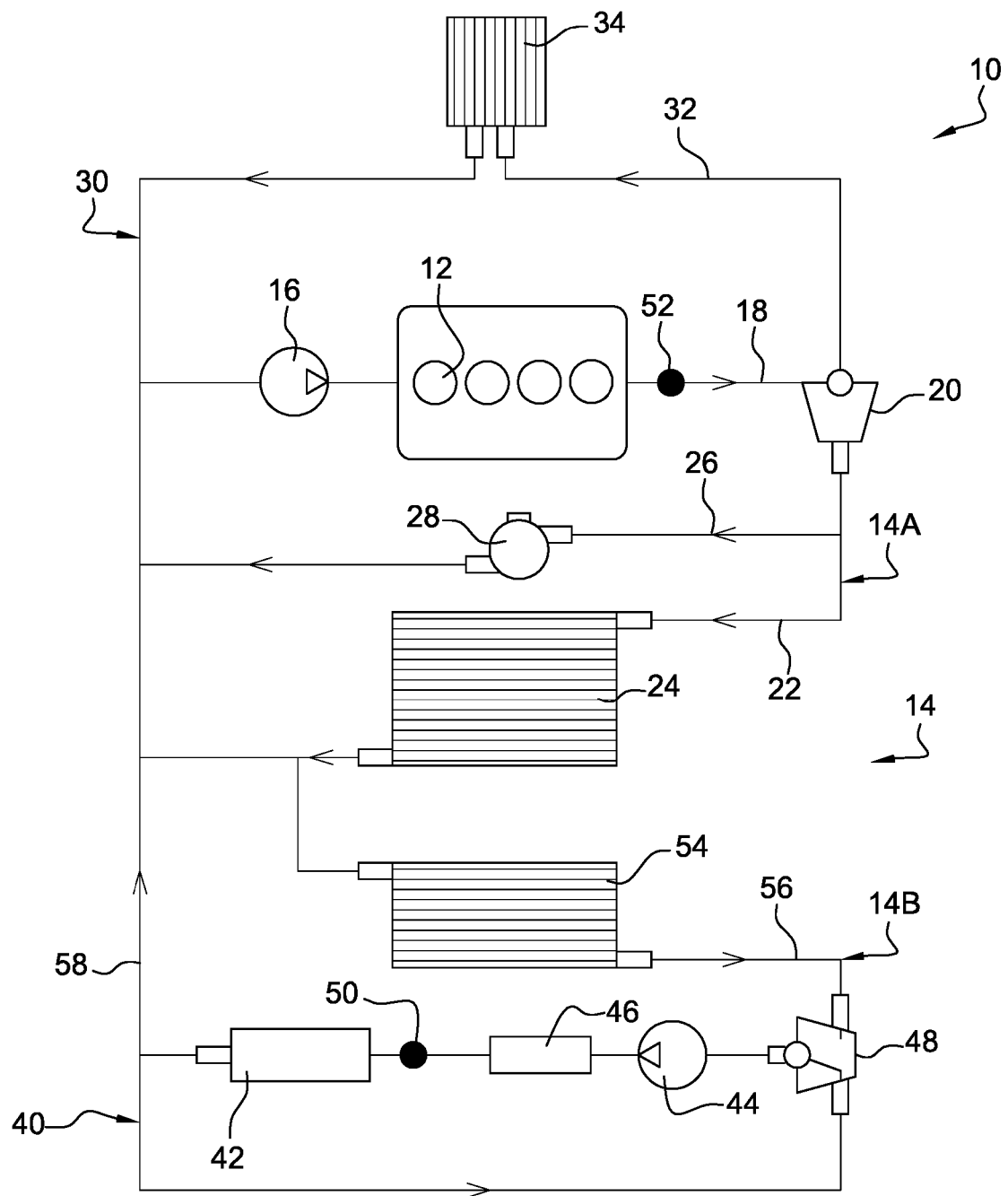


Fig. 6

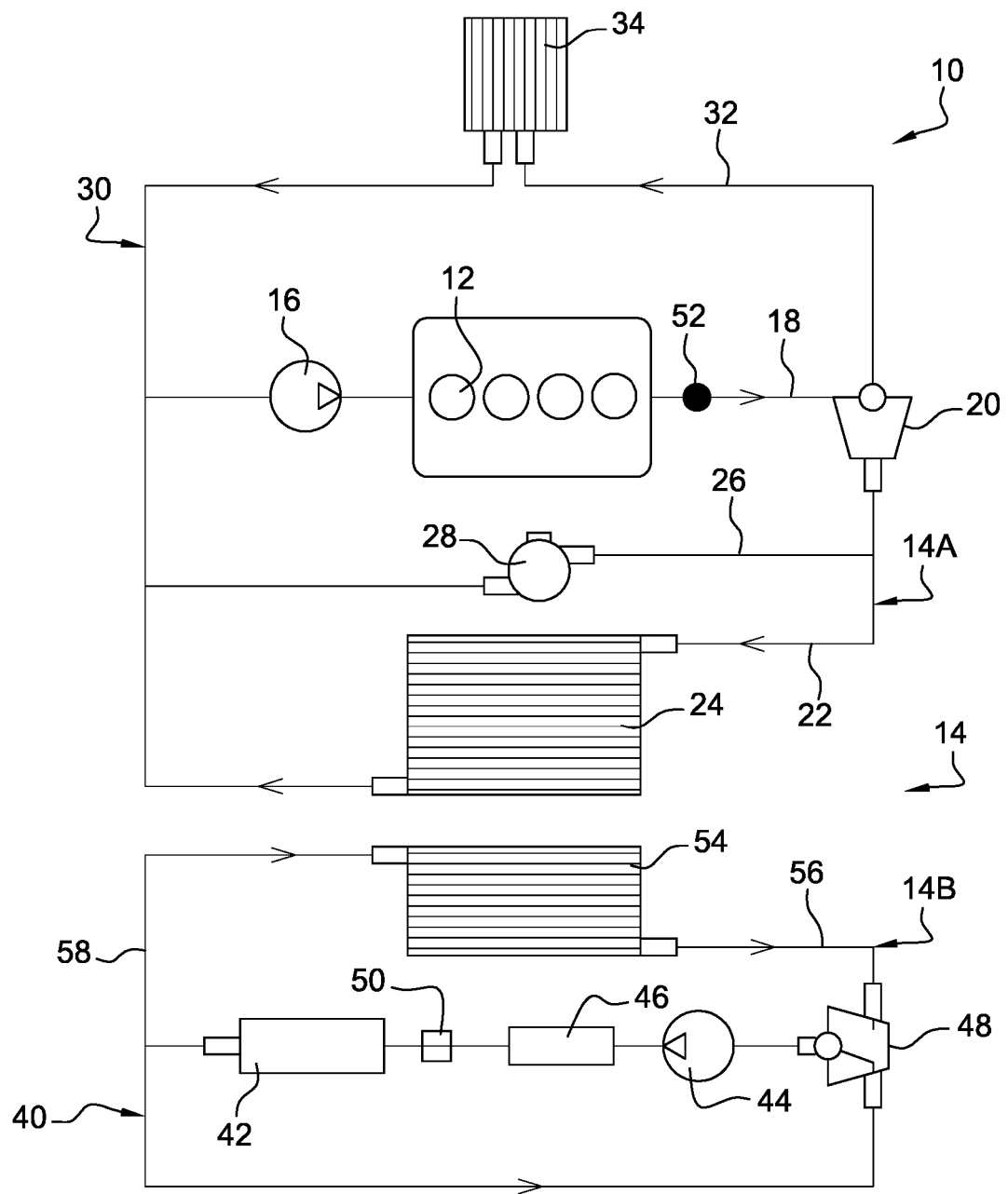


Fig. 7

RÉFÉRENCES CITÉES DANS LA DESCRIPTION

Cette liste de références citées par le demandeur vise uniquement à aider le lecteur et ne fait pas partie du document de brevet européen. Même si le plus grand soin a été accordé à sa conception, des erreurs ou des omissions ne peuvent être exclues et l'OEB décline toute responsabilité à cet égard.

Documents brevets cités dans la description

- FR 2914694 A1 [0015]