

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

(19) Organisation Mondiale de la Propriété
Intellectuelle
Bureau international



(43) Date de la publication internationale
13 novembre 2008 (13.11.2008)

PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 2008/135697 A2

(51) Classification internationale des brevets :
G01M 15/00 (2006.01)

(74) Mandataire : **RENAULT S.A.S.**; 13-15 quai Le Gallo,
F-92100 Boulogne Billancourt (FR).

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/FR2008/050553

(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, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(22) Date de dépôt international : 28 mars 2008 (28.03.2008)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
0702973 24 avril 2007 (24.04.2007) FR

(71) Déposant (pour tous les États désignés sauf US) : **RENAULT S.A.S.** [FR/FR]; 13-15 quai Le Gallo, F-92100 Boulogne Billancourt (FR).

(84) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de protection régionale disponible) : ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), européen (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL,

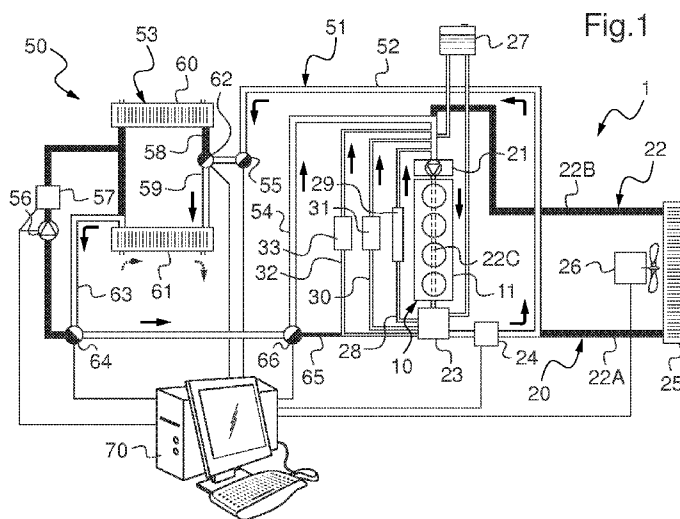
(72) Inventeur; et

(75) Inventeur/Déposant (pour US seulement) : **AMPS, Dominique** [FR/FR]; 2, rue Charles Franck, F-91760 Itteville (FR).

[Suite sur la page suivante]

(54) Title: TEST STAND FOR AN INTERNAL COMBUSTION ENGINE INCLUDING RAPID ENGINE COOLING MEANS

(54) Titre : BANC D'ESSAIS DE MOTEUR A COMBUSTION INTERNE POURVU DE MOYENS DE REFROIDISSEMENT RAPIDE DU MOTEUR



(57) Abstract: The invention relates to a stand (50) for testing an internal combustion engine (1) provided with a primary cooling circuit (22) including a radiator (25), said test stand including an auxiliary cooling circuit (51) which can be connected to the primary cooling circuit in parallel with the radiator and which comprises: (i) two intermediate parallel ducts (58, 59), one of which is provided with a heat exchanger (60, 61); and (ii) an auxiliary pump (56) located outside the two intermediate ducts. According to invention, the test stand includes a first bypass line (63) which is connected to the auxiliary cooling circuit in order to short-circuit the auxiliary pump and which includes means (64) for controlling the flow of liquid flowing through same.

[Suite sur la page suivante]



NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Publiée :

— *sans rapport de recherche internationale, sera republiée
dès réception de ce rapport*

(57) Abrégé : L'invention concerne un banc d'essais (50) d'un moteur à combustion interne (1) pourvu d'un circuit de refroidissement primaire (22) comportant un radiateur (25), le banc d'essais comportant un circuit de refroidissement auxiliaire (51) qui est apte à être branché sur le circuit de refroidissement primaire, en parallèle du radiateur, et qui comporte, d'une part, deux conduites intermédiaires (58, 59) en parallèle dont l'une au moins est pourvue d'un échangeur thermique (60, 61), et, d'autre part, une pompe auxiliaire (56) située en-dehors des deux conduites intermédiaires. Selon l'invention, le banc d'essais comporte une première conduite de dérivation (63) qui est piquée sur le circuit de refroidissement auxiliaire pour court-circuiter la pompe auxiliaire et qui comporte des moyens de régulation (64) du débit de liquide circulant au travers d'elle.

« BANC D'ESSAIS DE MOTEUR A COMBUSTION INTERNE POURVU DE MOYENS DE
REFROIDISSEMENT RAPIDE DU MOTEUR »

DOMAINE TECHNIQUE AUQUEL SE RAPPORTE L'INVENTION

La présente invention concerne de manière générale le refroidissement du liquide de refroidissement d'un moteur à combustion interne lors d'essais sur bancs.

Elle concerne plus particulièrement un banc d'essais d'un moteur à combustion interne pourvu d'un circuit de refroidissement primaire comportant un radiateur, le banc d'essais comportant un circuit de refroidissement auxiliaire qui est apte à être branché sur le circuit de refroidissement primaire, en parallèle du radiateur, et qui comporte, d'une part, deux conduites intermédiaires en parallèle dont l'une au moins est pourvue d'un échangeur thermique, et, d'autre part, une pompe auxiliaire située en-dehors des deux conduites intermédiaires.

ARRIERE-PLAN TECHNOLOGIQUE

Un banc d'essais est conçu pour déterminer des paramètres de fonctionnement d'un moteur à combustion interne dans différentes conditions de fonctionnement de ce moteur.

Les étapes de démarrage et de fonctionnement à froid du moteur étant les étapes durant lesquelles les émissions de polluants par le moteur sont les plus importantes, le banc d'essais est plus particulièrement utilisé pour réaliser des tests à froid du moteur, c'est-à-dire des tests au début desquels le moteur est à température ambiante. Généralement, un très grand nombre de tests est nécessaire pour trouver des réglages du moteur permettant de réduire ses émissions polluantes. On comprend qu'entre chaque test, le moteur doit être parfaitement refroidi afin de retrouver ses caractéristiques mécaniques initiales.

On connaît du document EP 0 857 958 un banc d'essais permettant de réduire la durée d'attente de refroidissement du moteur. Ce banc d'essais comporte un circuit de refroidissement auxiliaire qui est branché sur le circuit de refroidissement du moteur, en parallèle du radiateur de ce dernier. Ce circuit de refroidissement auxiliaire permet, lorsque le moteur est éteint, de refroidir le liquide de refroidissement et de le faire circuler dans le moteur afin de réfrigérer les organes du moteur dans lesquels passe le liquide.

Afin d'éviter l'apparition de contraintes thermiques dans le moteur dues à de trop grandes différences de températures entre les organes du moteur et le liquide de refroidissement, le circuit de refroidissement auxiliaire comporte un

conduit pourvu d'un échangeur thermique et d'une vanne. Selon la position de la vanne, le liquide de refroidissement est plus ou moins refroidi avant d'être réinjecté dans le moteur.

L'inconvénient principal d'un tel banc d'essais est que, les étapes de démarrage et de fonctionnement à froid du moteur présentant des durées réduites, il est nécessaire d'éteindre et de refroidir très régulièrement le moteur pour réaliser la batterie de tests requise pour régler le moteur.

OBJET DE L'INVENTION

Afin de remédier à l'inconvénient précité de l'état de la technique, la présente invention propose un banc d'essais apte, non seulement à refroidir le moteur lorsqu'il est éteint, mais aussi à allonger la durée de l'étape de fonctionnement à froid du moteur.

Plus particulièrement, on propose selon l'invention un banc d'essais tel que défini dans l'introduction, dans lequel il est prévu une première conduite de dérivation qui est piquée sur le circuit de refroidissement auxiliaire pour court-circuiter la pompe et qui comporte des moyens de régulation du débit de liquide circulant au travers d'elle.

Ainsi, lorsque le moteur fonctionne, les moyens de régulation peuvent autoriser la circulation du liquide de refroidissement dans le banc d'essais, et plus particulièrement dans l'échangeur thermique de l'une des conduites intermédiaires, de manière que le moteur soit parfaitement refroidi alors qu'il reste statique et qu'aucun vent apparent ne refroidit son radiateur. En effet, grâce à la conduite de dérivation, la pompe auxiliaire ne gêne pas la circulation du liquide de refroidissement dans le circuit de refroidissement auxiliaire lorsque le moteur fonctionne.

Selon une première caractéristique avantageuse de l'invention, le moteur à combustion interne comportant un circuit de refroidissement secondaire, branché en parallèle du radiateur et d'un calorstat du circuit de refroidissement primaire, qui est pourvu d'un échangeur aérotherme, il est prévu une seconde conduite de dérivation qui est raccordée, d'un côté, au circuit de refroidissement auxiliaire et qui est apte à être raccordée, de l'autre, au circuit de refroidissement secondaire, en parallèle de l'échangeur aérotherme, cette seconde conduite de dérivation comportant des moyens de régulation du débit de liquide circulant au travers d'elle.

Ainsi, lorsque le moteur est froid et que son calorstat est fermé, cette seconde conduite de dérivation permet au liquide de refroidissement de circuler

dans les échangeurs thermiques du banc d'essais et/ou dans le radiateur du moteur.

En particulier, les moyens de régulation peuvent autoriser la circulation du liquide de refroidissement dans les deux conduites de dérivation du banc d'essais lorsque le moteur fonctionne, ce qui permet un refroidissement très efficace du moteur qui allonge la durée de l'étape de fonctionnement à froid du moteur.

D'autres caractéristiques avantageuses et non limitatives du banc d'essais conforme à l'invention sont les suivantes :

- lesdits moyens de régulation comportent une vanne trois voies bistable et il est prévu une unité de pilotage de ladite vanne trois voies ;
- le circuit de refroidissement auxiliaire comporte une vanne deux voies bistable d'ouverture ou de fermeture du circuit de refroidissement auxiliaire, située en-dehors des deux conduites intermédiaires, et il est prévu une unité de pilotage de ladite vanne deux voies ;
- le circuit de refroidissement auxiliaire comporte une vanne trois voies bistable située en un point de jonction des deux conduites intermédiaires l'une avec l'autre, et il est prévu une unité de pilotage de ladite vanne trois voies ;
- le circuit de refroidissement auxiliaire comporte un réchauffeur et il est prévu une unité de pilotage apte à piloter le réchauffeur et la pompe auxiliaire ;
- le circuit de refroidissement primaire du moteur comportant un calorstat, il est prévu une unité de pilotage apte à piloter le calorstat ; et
- le radiateur étant associé à un ventilateur, il est prévu une unité de pilotage apte à piloter le ventilateur.

Selon une caractéristique avantageuse de l'invention, le moteur à combustion interne comportant une ligne d'échappement pourvue de moyens de dépollution, le banc d'essais comporte des moyens d'injection de gaz frais dans la ligne d'échappement, en amont des moyens de dépollution.

Il est connu que les températures des moyens de dépollution (catalyseurs et filtres à particules) installés sur la ligne d'échappement font très sensiblement varier le résultat des tests réalisés sur le moteur. Ainsi, l'utilisation de moyens d'injection d'air frais dans les moyens de dépollution permet de réduire le temps de refroidissement de ces derniers, et donc de réduire la durée d'attente entre chaque test réalisé sur le moteur.

Avantageusement, le moteur à combustion interne comportant un carter d'huile, le banc d'essais comporte des moyens de ventilation du carter d'huile.

DESCRIPTION DETAILLEE D'UN EXEMPLE DE REALISATION

La description qui va suivre, en regard des dessins annexés, donnée à titre d'exemple non limitatif, fera bien comprendre en quoi consiste l'invention et comment elle peut être réalisée.

Sur les dessins annexés :

- les figures 1 à 7 sont des schémas de fonctionnement, dans différentes configurations, des circuits de refroidissement d'un moteur à combustion interne et d'un banc d'essais selon l'invention ;
- la figure 8 est une vue schématique du moteur à combustion interne de la figure 1 et de moyens de refroidissement de la ligne d'échappement du moteur ;
- les figures 9 et 10 sont des schémas de fonctionnement, dans deux configurations, des circuits de refroidissement du moteur à combustion interne et d'une variante de réalisation du banc d'essais de la figure 1.

Sur les figures 1 à 7, 9 et 10, on a représenté schématiquement un moteur à combustion interne 1 et un banc d'essais 50 qui sont munis de circuits de refroidissement dans lesquels s'écoule un liquide de refroidissement tel que du glycol. Sur ces figures, les flèches indiquent le sens d'écoulement du liquide de refroidissement dans les circuits. Les portions assombries de ces circuits représentent les passages dans lesquels le liquide de refroidissement est stagnant tandis que les portions éclaircies représentent les passages dans lesquels le liquide de refroidissement se déplace.

Dans la description qui va suivre, les termes amont et aval seront utilisés suivant le sens de l'écoulement du liquide de refroidissement dans le moteur, lorsque ce dernier fonctionne et qu'il est débranché du banc d'essais 50.

Moteur à combustion interne

Comme le montre la figure 1, le moteur à combustion interne 1 comporte un bloc-moteur 10 et des moyens de refroidissement 20 des organes du moteur.

Le bloc-moteur 10 comporte un bloc-cylindres 11 qui est coiffé d'une culasse et qui est fixé au-dessus d'un carter d'huile (non représenté). Ce carter d'huile contient de l'huile pour lubrifier les organes du moteur et est traversé par un vilebrequin (non représenté).

Les moyens de refroidissement 20 comportent quant à eux un circuit de refroidissement primaire 22, trois circuits de refroidissement secondaires 28, 30, 32, et un vase d'expansion 27.

Le circuit de refroidissement primaire 22 comporte un canal intérieur 22C qui traverse le bloc-moteur 10 et qui débouche dans une boîte à eau 23, un

conduit amont 22A qui raccorde une sortie de la boîte à eau 23 à une entrée d'un radiateur 25, et un conduit aval 22B qui raccorde une sortie du radiateur 25 à une entrée d'une pompe 21.

Le radiateur 21 est un échangeur thermique eau/air utilisé pour abaisser la température du liquide de refroidissement circulant dans le circuit de refroidissement primaire 22. Il est ici muni d'un ventilateur 26 qui permet de forcer la circulation de l'air à travers le radiateur 25 afin d'accroître son efficacité thermique.

La pompe 21 est entraînée en rotation par le vilebrequin et comporte une sortie branchée sur l'entrée du canal intérieur 22C. Elle permet de faire circuler le liquide de refroidissement dans le canal intérieur 22C et par conséquent dans tout le circuit de refroidissement primaire 22.

La boîte à eau 23 est un organe qui est généralement situé à l'intérieur du bloc-moteur 10, qui permet de répartir le liquide de refroidissement entre les différents circuits de refroidissement primaire 22 et secondaires 28, 30, 32 du moteur à combustion interne 1.

Le conduit amont 22A est en outre équipé d'un calorstat 24. Ce dernier, également appelé thermostat, est une vanne qui reste automatiquement fermée lorsque la température du liquide de refroidissement est inférieure à une valeur seuil et qui s'ouvre lorsque la température du liquide de refroidissement dépasse cette valeur seuil. Ce calorstat 24 permet, lorsque le moteur est froid, de bloquer le passage de liquide de refroidissement de manière que le moteur chauffe rapidement, et, lorsque le moteur est chaud, d'autoriser le passage du liquide de refroidissement dans le circuit de refroidissement primaire 22 de manière que le moteur ne surchauffe pas. La valeur seuil est sensiblement égale à 90 degrés Celsius. Elle peut légèrement osciller autour de cette valeur, entre 88 et 92 degrés Celsius.

Le vase d'expansion 27 forme quant à lui un réservoir de liquide de refroidissement, dont la partie inférieure contient du liquide de refroidissement et dont la partie supérieure est remplie d'air. Ce vase d'expansion 27 comporte, du côté de sa partie inférieure, une ouverture débouchant dans une première durite raccordée au conduit aval 22B, en amont de la pompe 21. Ainsi, lorsque le moteur chauffe et que le liquide de refroidissement se dilate, les variations de volume du liquide de refroidissement sont absorbées par l'air qui est contenu dans le vase d'expansion 27 et qui se comprime. Le vase d'expansion 27 comporte en outre, du côté de sa partie supérieure, une ouverture débouchant dans une seconde durite

raccordée à la boîte à eau 23. De cette manière, les éventuelles bulles d'air emprisonnées dans le circuit de refroidissement primaire 22 peuvent être évacuées vers le vase d'expansion 27.

Parmi les circuits de refroidissement secondaires, le moteur à combustion interne 1 comporte un premier circuit de refroidissement secondaire 28 qui prend naissance dans la boîte à eau 23 et qui débouche dans le conduit aval 22B. Ce premier circuit de refroidissement secondaire 28 est pourvu d'un modine 29 qui est généralement situé dans le bloc-moteur 10 et qui forme un échangeur thermique eau/huile permettant de refroidir l'huile de lubrification du moteur.

Il comporte en outre un second circuit de refroidissement secondaire 30 qui prend naissance dans la boîte à eau 23 et qui débouche dans le conduit aval 22B, entre le radiateur 25 et la jonction de ce conduit aval avec le premier circuit de refroidissement secondaire 28. Ce second circuit de refroidissement secondaire 30 est pourvu d'un refroidisseur EGR 31 qui forme un échangeur thermique eau/air permettant de refroidir des gaz brûlés destinés à être réinjectés en admission du moteur.

Il comporte enfin un troisième circuit de refroidissement secondaire 32 qui prend naissance dans la boîte à eau 23 et qui débouche dans le conduit aval 22B, entre le radiateur 25 et la jonction de ce conduit aval avec le second circuit de refroidissement secondaire 30. Ce troisième circuit de refroidissement secondaire 32 est pourvu d'un aérotherme 33 qui forme un échangeur thermique eau/air permettant de réchauffer de l'air frais afin de l'injecter dans l'habitacle d'un véhicule qui serait pourvu de ce moteur.

Comme le montre la figure 8, le moteur à combustion interne 1, qui peut être à allumage commandé ou de type Diesel, comprend ici quatre cylindres 12 dans lesquels couissent des pistons (non représentés) qui entraînent le vilebrequin et la pompe en rotation.

En amont des cylindres 12, le moteur à combustion interne 1 comporte une ligne d'admission 2 qui comprend un filtre à air 3 qui filtre des gaz frais prélevés dans l'atmosphère. Cette ligne d'admission 2 comporte en outre un compresseur 4 qui comprime les gaz frais filtrés par le filtre à air 3. Elle débouche dans un répartiteur d'air 5 qui amène les gaz frais dans chacun des cylindres 12 du bloc-moteur 10.

En sortie des cylindres 12, le moteur à combustion interne 1 comporte un collecteur d'échappement 6 de gaz brûlés qui est raccordé à une ligne

d'échappement 7. Cette ligne d'échappement 7 comporte une turbine 9 qui actionne le compresseur 4, ainsi que des moyens de dépollution et de filtrage 8 des gaz brûlés (du type catalyseur et filtre à particules). Elle comporte en particulier un conduit d'échappement 13 qui s'étend depuis la sortie de la turbine 9 jusqu'à l'entrée des moyens de dépollution et de filtrage 8.

Le moteur à combustion interne 1 comporte par ailleurs une ligne de recirculation 14 dite « haute pression » qui est piquée sur la ligne d'échappement 7, entre le collecteur d'échappement 6 et la turbine 9, et qui débouche dans la ligne d'admission 2, entre le compresseur 4 et le répartiteur d'air 5. Cette ligne de recirculation 14 permet d'injecter dans la ligne d'admission 2 une partie des gaz brûlés issus de la combustion, appelés gaz de recirculation, pour réaliser un mélange d'admission comprenant des gaz frais et des gaz brûlés afin de diminuer le volume de particules polluantes émises par le moteur. Cette ligne de recirculation 14 est munie du refroidisseur EGR 31 qui est représenté sur les figures 1 à 7 et qui est destiné à refroidir les gaz de recirculation.

Banc d'essais

Comme le montre la figure 1, le banc d'essais 50 comporte une unité de pilotage 70 et un circuit de refroidissement auxiliaire 51 qui est branché sur le circuit de refroidissement primaire 22 du moteur, en parallèle du radiateur 25.

Le circuit de refroidissement auxiliaire 51 comporte à cet effet une première conduite 52 dont une extrémité est raccordée au conduit amont 22A du circuit de refroidissement primaire 22 du moteur, entre le calorstat 24 et le radiateur 25. Cette première conduite 52 comporte une vanne deux voies 55 bistable, permettant d'ouvrir ou de fermer la circulation de liquide de refroidissement dans le circuit de refroidissement auxiliaire 51. Cette vanne deux voies 55 est pilotée entre un état ouvert et un état fermé par l'unité de pilotage 70.

Le circuit de refroidissement auxiliaire 51 comporte en outre une seconde conduite 54 dont une extrémité est raccordée au conduit aval 22B du circuit de refroidissement primaire 22 du moteur, entre le radiateur 25 et la jonction de ce conduit aval avec le troisième circuit de refroidissement secondaire 32. Cette seconde conduite 54 est munie d'une pompe auxiliaire 56 et d'un réchauffeur 57 pilotés par l'unité de pilotage 70. La pompe auxiliaire 56 permet de relayer la pompe 21 du moteur à combustion interne 1 lorsque ce dernier est arrêté. Le réchauffeur 57 permet quant à lui de réchauffer le liquide de refroidissement passant dans le circuit de refroidissement auxiliaire 51.

Le circuit de refroidissement auxiliaire 51 comporte enfin une partie

d'échange thermique 53 pourvue de deux conduites intermédiaires 58, 59 branchées en parallèle. Ces deux conduites intermédiaires 58, 59 sont raccordées, d'un côté, à la deuxième extrémité de la première conduite 52, et, de l'autre, à la deuxième extrémité de la seconde conduite 54. Les deux conduites intermédiaires 58, 59 sont chacune pourvues d'un échangeur thermique eau/eau 60, 61. L'un des échangeurs thermiques, appelé échangeur thermique froid 60, est traversé par une eau froide à environ 2 degrés Celsius, tandis que l'autre échangeur thermique, appelé échangeur thermique ambiant 61, est traversé par une eau à température ambiante à environ 25 degrés Celsius.

En variante, comme le montre la figure 9, la partie d'échange thermique 80 peut comporter deux conduites intermédiaires 81, 82 dont seule l'une d'entre elles est pourvue d'un échangeur thermique, à savoir un échangeur thermique ambiant 83. Dans cette variante, la seconde conduite est dépourvue de réchauffeur.

Quoi qu'il en soit, le circuit de refroidissement auxiliaire 51 comporte une première vanne trois voies 62 bistable située à la jonction des deux conduites intermédiaires 58, 59 avec la première conduite 52. Cette première vanne trois voies 62 est pilotée par l'unité de pilotage 70 entre une première position stable dans laquelle le liquide de refroidissement passe par l'échangeur thermique froid 60 et une seconde position stable dans laquelle le liquide de refroidissement passe par l'échangeur thermique ambiant 61.

Selon une caractéristique particulièrement avantageuse de l'invention, le banc d'essais 50 comporte une première conduite de dérivation 63 branchée sur la seconde conduite 54 du circuit de refroidissement auxiliaire 51, en parallèle de la pompe auxiliaire 56 et du réchauffeur 57. Cette première conduite de dérivation 63 comporte, à l'une de ses extrémités, une seconde vanne trois voies 64 bistable. Cette seconde vanne trois voies 64 est pilotée par l'unité de pilotage 70 entre une première position stable dans laquelle elle obture la première conduite de dérivation 63 et une seconde position stable dans laquelle elle ouvre la circulation du liquide de refroidissement dans cette conduite. Dans ce second état, la pompe auxiliaire 56 et le réchauffeur 57 sont court-circuités.

Avantageusement, le banc d'essais 50 comporte une seconde conduite de dérivation 65 dont une extrémité est branchée sur la seconde conduite 54, entre la seconde vanne trois voies 64 et le point de jonction de cette seconde conduite 54 avec le conduit aval 22B du moteur, et dont l'autre extrémité est branchée sur le troisième circuit de refroidissement secondaire 32, entre la boîte à

eau 23 et l'aérotherme 33. Cette seconde conduite de dérivation 65 est donc branchée en parallèle de l'aérotherme 33 et permet au liquide de refroidissement de sortir de la boîte à eau 23 lorsque le calorstat 24 est fermé. Elle comporte, à l'une de ses extrémités, une troisième vanne trois voies 66 bistable. Cette troisième vanne trois voies 66 est pilotée par l'unité de pilotage 70 entre une première position stable dans laquelle elle obture la seconde conduite de dérivation 65 et une seconde position stable dans laquelle elle ouvre la circulation du liquide de refroidissement dans cette conduite. Dans ce second état, la circulation du liquide de refroidissement entre le conduit aval 22B du moteur et la seconde conduite 54 est coupée.

L'unité de pilotage 70 est ici constituée par un ordinateur qui est raccordé à une carte électronique de contrôle du moteur à combustion interne 1. De ce fait, elle est non seulement adaptée à piloter les diverses vannes du banc d'essais 50, la pompe auxiliaire 56 et le réchauffeur 57, mais aussi le démarrage, l'extinction et la charge du moteur à combustion interne 1, ainsi que la vitesse de rotation du ventilateur 26. Elle est également adaptée à forcer le calorstat 24 en position ouverte ou fermée, quelle que soit la température du liquide de refroidissement.

Comme le montre la figure 8, le banc d'essais 50 comporte en outre un ventilateur 71 qui est piloté par l'unité de pilotage 70 et qui est placé contre le carter d'huile du bloc-moteur 10 pour refroidir le bloc-moteur 10 et l'huile contenue dans le carter.

L'unité de pilotage 70 du banc d'essais 50 comporte par ailleurs deux capteurs de température 72, 73 débouchant dans le conduit d'échappement 13 de la ligne d'échappement 7. Un premier capteur de température 72 est situé à l'entrée des moyens de dépollution et de filtrage 8, tandis que le second capteur de température 73 est situé à la sortie de ces mêmes moyens de dépollution et de filtrage 8.

Le banc d'essais 50 comporte enfin des moyens d'injection 74 d'azote dans le conduit d'échappement 13. Ces moyens d'injection comprennent un réservoir d'azote 75 et une pompe d'azote 76 qui pompe l'azote dans le réservoir 75 pour l'injecter sous pression dans le conduit d'échappement 13, à une température d'environ 17 degrés Celsius. Cette injection est réalisée en amont des moyens de dépollution et de filtrage 8, de manière que le flux d'azote soit correctement réparti dans le conduit d'échappement 13 avant d'entrer dans ces moyens de dépollution et de filtrage. La pompe d'azote 76 est ici pilotée par l'unité de pilotage 70 en fonction des températures mesurées par les premier et second

capteurs de température 72, 73.

Grâce à ce banc d'essais 50, trois types d'essais peuvent être réalisés sur le moteur en fonctionnement, et trois modes de refroidissement du moteur éteint sont envisageables.

Essai stationnaire

Un premier type d'essais représenté sur la figure 1 consiste à réaliser des mesures sur le moteur à combustion interne 1, en mode stationnaire. Le moteur est par conséquent statique et le vent apparent impactant le radiateur 25 présente une vitesse nulle. Lors de cet essai, le circuit de refroidissement auxiliaire 51 est adapté à réguler la température du liquide de refroidissement circulant dans le bloc-moteur 10 à une température fixe environ égale à 90 degrés Celsius.

Au cours de cet essai, le moteur à combustion interne 1 fonctionnant, la pompe 21, qui est reliée au vilebrequin, fait circuler le liquide de refroidissement dans le canal intérieur 22C.

L'unité de pilotage 70 pilote quant à elle la vanne deux voies 55 en état ouvert pour permettre la circulation du liquide de refroidissement dans le circuit de refroidissement auxiliaire 51. Elle pilote la première vanne trois voies 62 dans sa seconde position stable de manière que le liquide de refroidissement passe par l'échangeur thermique ambiant 61. Elle pilote en outre la seconde vanne trois voies 64 dans sa seconde position stable de sorte que la pompe auxiliaire 56 et le réchauffeur 57 soient court-circuités et que le liquide de refroidissement emprunte la première conduite de dérivation 63. Elle pilote enfin la troisième vanne trois voies 66 dans sa première position stable de manière à fermer la seconde conduite de dérivation 65.

Cette seconde conduite de dérivation 65 étant fermée, l'unité de pilotage 70 doit s'assurer que le calorstat reste en position ouverte. Or, la température du liquide de refroidissement (90 degrés Celsius) appartient à la fourchette de températures (88 – 92 degrés Celsius) dans laquelle le calorstat change automatiquement de position. Deux solutions sont alors envisageables pour maintenir le calorstat en position ouverte. La première solution consiste à forcer le calorstat 24 en position ouverte. La seconde solution consiste à choisir une température de régulation du liquide de refroidissement supérieure à 90 degrés Celsius, de l'ordre de 92 degrés Celsius, afin de s'assurer que le calorstat 24 reste automatiquement en position ouverte.

De cette manière, le liquide de refroidissement qui sort du canal intérieur

22C et qui entre dans la boîte à eau 23 se divise en deux parties principales. Une mineure partie de ce liquide de refroidissement sort de la boîte à eau 23 pour circuler dans les trois circuits de refroidissement secondaires 28, 30, 32, tandis qu'une majeure partie de ce liquide de refroidissement circule vers le calorstat 24. A la sortie du calorstat, le liquide de refroidissement rentre dans le circuit de refroidissement auxiliaire 51, en court-circuitant le radiateur 25. En effet, les pertes de charge induites par le radiateur 25 sont supérieures à celles induites par le circuit de refroidissement auxiliaire 51, de sorte que le liquide de refroidissement circule préférentiellement dans ce circuit de refroidissement auxiliaire.

La majeure partie du liquide de refroidissement emprunte alors la première conduite 52 du circuit de refroidissement auxiliaire 51, passe dans l'échangeur thermique ambiant 61, puis circule successivement dans la première conduite de dérivation 63 et dans la seconde conduite 54, avant de déboucher dans le conduit aval 22B du circuit de refroidissement principal 20, en amont de la pompe 21.

Comme le montre la figure 1, le liquide de refroidissement traverse l'échangeur thermique ambiant 61 à contre-courant, c'est-à-dire que les flux d'eau à température ambiante et de liquide de refroidissement traversent cet échangeur selon des directions inverses, ce qui accroît l'efficacité de ce dernier.

Essai dynamique

Un second type d'essais représenté sur la figure 2 consiste à simuler sur le banc d'essais 50 un comportement dynamique d'un véhicule comportant le moteur à combustion interne 1. Dans ce sens, un flux d'air frais est projeté contre le radiateur 25, pour simuler l'impact de l'air sur le radiateur lorsque le véhicule est en mouvement. L'objectif de cet essai est de recréer une montée en température normale du moteur à combustion interne 1, et de son liquide de refroidissement. L'unité de pilotage 70 pilote à cet effet la vanne deux voies 55 en état fermé pour bloquer la circulation du liquide de refroidissement dans le circuit de refroidissement auxiliaire 51.

Par ailleurs, en vue du refroidissement du moteur, l'unité de pilotage 70 pilote les première et troisième vannes trois voies 62, 66 en deuxième position stable et la deuxième vanne trois voies 64 en première position stable. Ces positions des vannes trois voies n'ont, lors de cet essai, aucune influence sur la circulation du liquide de refroidissement.

Au cours de cet essai, le moteur à combustion interne 1 fonctionnant, la pompe 21, qui est reliée au vilebrequin, fait circuler le liquide de refroidissement

dans le canal intérieur 22C.

Au démarrage du moteur, le liquide de refroidissement étant froid, le calorstat 24 reste fermé. De ce fait, la totalité du liquide de refroidissement sort de la boîte à eau 23 pour circuler dans les trois circuits de refroidissement secondaires 28, 30, 32 avant de déboucher dans le conduit aval 22B, en entrée de la pompe 21.

Puis, lorsque le liquide de refroidissement atteint et dépasse la valeur seuil d'environ 90 degrés Celsius, le calorstat 24 s'ouvre. Par conséquent, le liquide de refroidissement qui sort du canal intérieur 22C et qui entre dans la boîte à eau 23 se divise en deux parties principales. Une mineure partie de ce liquide de refroidissement sort de la boîte à eau 23 pour circuler dans les trois circuits de refroidissement secondaires 28, 30, 32, tandis qu'une majeure partie de ce liquide de refroidissement circule vers le calorstat 24 et le radiateur 25, avant de déboucher dans le conduit aval 22B du circuit de refroidissement principal 20 et dans la pompe 21.

Essai à froid

Un troisième type d'essais représenté sur la figure 3 consiste à recréer, sur une durée étendue, les conditions dans lesquelles le moteur à combustion interne 1, suite à son démarrage, est froid. Le moteur est statique et le vent apparent impactant le radiateur 25 présente une vitesse nulle. Lors de cet essai, le circuit de refroidissement auxiliaire 51 est adapté à réguler la température du liquide de refroidissement circulant dans le bloc-moteur 10 à une température fixe inférieure à 88 degrés Celsius, par exemple proche de la température ambiante.

Au cours de cet essai, le moteur à combustion interne 1 fonctionnant, la pompe 21, qui est reliée au vilebrequin, fait circuler le liquide de refroidissement dans le canal intérieur 22C. Par ailleurs, la température du liquide de refroidissement étant faible, le calorstat 24 reste en position fermée.

L'unité de pilotage 70 pilote la vanne deux voies 55 en état ouvert pour permettre la circulation du liquide de refroidissement dans le circuit de refroidissement auxiliaire 51. Elle pilote la première vanne trois voies 62 dans sa première position stable de manière que le liquide de refroidissement passe par l'échangeur thermique froid 60. Elle pilote en outre la seconde vanne trois voies 64 dans sa seconde position stable de sorte que la pompe auxiliaire 56 et le réchauffeur 57 soient court-circuités et que le liquide de refroidissement emprunte la première conduite de dérivation 63. Elle pilote enfin la troisième vanne trois voies 66 dans sa seconde position stable de manière à ouvrir la seconde conduite

de dérivation 65.

De cette manière, la totalité du liquide de refroidissement qui sort du canal intérieur 22C et qui entre dans la boîte à eau 23 débouche dans les trois circuits de refroidissement secondaires 28, 30, 32. Le liquide de refroidissement circulant dans les premier et second circuits de refroidissement secondaires 28, 30 est alors injecté dans le conduit aval 22B, en entrée de la pompe 21. En revanche, une partie du liquide de refroidissement circulant dans le troisième circuit de refroidissement secondaire 32 est captée par la seconde conduite de dérivation 65 du banc d'essais.

Cette partie du liquide de refroidissement emprunte alors une portion de la seconde conduite 54, passe dans la première conduite de dérivation 63 et dans l'échangeur thermique froid 60, puis circule successivement dans la première conduite 52 du banc d'essais 50, dans le conduit amont 22A du moteur, dans le radiateur 25 et dans le conduit aval 22B avant de déboucher dans la pompe 21.

Comme le montre la figure 3, le liquide de refroidissement traverse l'échangeur thermique froid 60 à contre-courant, ce qui accroît l'efficacité de ce dernier.

Après l'un et/ou l'autre de ces trois essais, il convient de refroidir le moteur de manière qu'à l'amorce d'un essai ultérieur, ce moteur présente une température sensiblement égale à la température ambiante. Pour ce faire, après l'arrêt du moteur, le refroidissement de ce dernier est réalisé en trois étapes successives. On notera que le moteur étant arrêté, la pompe 21 n'est alors plus actionnée.

Lors de ces trois étapes, en référence à la figure 8, le ventilateur 71 souffle de l'air frais à 17 degrés Celsius sur le carter d'huile du bloc-moteur 11, jusqu'à ce que la température de l'huile contenue dans le carter soit inférieure de un degré à une température de consigne de redémarrage du moteur (22 degrés Celsius).

Par ailleurs, lors de ces trois étapes, les deux capteurs de température 72, 73 mesurent la température des gaz à l'intérieur de la ligne d'échappement 7. Dès que cette température mesurée devient inférieure à 200 degrés Celsius et que les risques de rupture de la ligne par choc thermique sont écartés, l'unité de pilotage 70 commande l'injection d'azote dans le conduit d'échappement 13. La température à 17 degrés Celsius de l'azote permet alors de refroidir rapidement les moyens de dépollution et de filtrage 8 de la ligne d'échappement 7, sans pour autant générer de la condensation qui abîmerait le moteur.

Premier refroidissement

Au cours d'une première étape et en référence à la figure 5, l'unité de pilotage 70 pilote la vanne deux voies 55 en état ouvert pour permettre la circulation du liquide de refroidissement dans le circuit de refroidissement auxiliaire 51. Elle pilote la première vanne trois voies 62 dans sa deuxième position stable de manière que le liquide de refroidissement passe par l'échangeur thermique ambiant 61. Elle pilote en outre la seconde vanne trois voies 64 dans sa première position stable de sorte que le liquide de refroidissement passe par la pompe auxiliaire 56 et le réchauffeur 57. Elle pilote enfin la troisième vanne trois voies 66 dans sa seconde position stable de manière à ouvrir la seconde conduite de dérivation 65. L'ouverture de cette conduite permet au liquide de refroidissement de circuler alors que le calorstat 24 est en position fermée (la température du liquide de refroidissement est inférieure à 90 degrés Celsius).

L'unité de pilotage 70 pilote en outre la pompe auxiliaire 56 de manière qu'elle entraîne le liquide de refroidissement en mouvement dans le circuit de refroidissement auxiliaire 51. De cette manière, le liquide de refroidissement sort de la pompe auxiliaire 56 et entre dans le réchauffeur 57 qui est désactivé, puis dans l'échangeur thermique ambiant 61. L'utilisation de l'échangeur thermique ambiant, dont la température de l'eau est sensiblement égale à la température du local dans laquelle se trouve le moteur, permet d'éviter tout choc thermique tant que le moteur est chaud.

Le liquide de refroidissement est ensuite conduit jusqu'au radiateur 25, via la première conduite 52 du banc d'essais 50 et le conduit amont 22A du moteur. A sa sortie du radiateur 25, le liquide de refroidissement emprunte le conduit aval 22B puis entre, d'une part, dans les premier et deuxième circuits de refroidissement secondaires 28, 30 du moteur, et, d'autre part, dans le bloc-moteur 11. Le liquide de refroidissement n'entre pas dans le troisième circuit de refroidissement secondaire 32 puisque celui-ci induit des pertes de charge sensiblement supérieures à celles induites par les autres circuits de refroidissement secondaires 28, 30.

La totalité du liquide de refroidissement qui sort du canal intérieur 22C et des premier et deuxième circuits de refroidissement secondaires 28, 30 entre dans la boîte à eau 23 puis emprunte une portion du troisième circuit de refroidissement secondaire 32 afin de déboucher dans la deuxième conduite 54 du banc d'essais 50, en entrée de la pompe auxiliaire 56.

Le passage du liquide de refroidissement par le radiateur 25 permet ici

de diminuer sa pression dans le conduit aval 22B, de manière à éviter tout débordement du vase d'expansion 27.

Second refroidissement

Lorsque la température du liquide de refroidissement atteint une valeur prédéterminée, par exemple 30 degrés Celsius, l'unité de pilotage 70 permute l'échangeur thermique utilisé pour refroidir le liquide de refroidissement. En effet, la température de l'eau de l'échangeur thermique ambiant 61 est environ égale à 25 degrés Celsius, ce qui ne permet pas de refroidir le liquide de refroidissement à la température de consigne (22 degrés Celsius).

A cet effet, au cours d'une seconde étape et en référence à la figure 6, l'unité de pilotage 70 pilote la première vanne trois voies 62 dans sa première position stable de manière que le liquide de refroidissement passe par l'échangeur thermique froid 60. Comme le montre la figure 5, le liquide de refroidissement traverse l'échangeur thermique froid 60 à contre-courant, ce qui accroît l'efficacité de ce dernier.

Le réchauffeur 57 est en outre activé de manière que, dès que la température du liquide de refroidissement passe en-deçà de la température de consigne, le réchauffeur réchauffe le liquide de refroidissement de manière à stabiliser sa température autour de cette température de consigne.

Macération

Puis, lorsque la température du liquide de refroidissement se stabilise autour de la température de consigne pendant une durée prédéterminée, par exemple une minute, l'unité de pilotage procède à la fermeture du circuit de refroidissement auxiliaire 51.

A cet effet, au cours d'une troisième étape et en référence à la figure 4, l'unité de pilotage 70 pilote la vanne deux voies 55 en état fermé et active le ventilateur 26. Cette étape, appelée étape de macération, permet d'homogénéiser les températures des différents organes du moteur, de son huile de lubrification et de son liquide de refroidissement. La durée de cette étape est d'environ 20 minutes. A l'issue de cette étape, le moteur est prêt à être réutilisé afin de procéder à de nouveaux essais tels que ceux précités.

Dégazage

L'installation du moteur à combustion interne 1 sur le banc d'essais 50 est suivie du remplissage des circuits de refroidissement primaire 22, secondaires 28, 30, 32 et auxiliaire 51 par du liquide de refroidissement. Suite à ce remplissage, il convient d'évacuer les bulles d'air présentes dans les circuits vers

le vase d'expansion 27. A cet effet et en référence à la figure 7, alors que le moteur est arrêté, l'unité de pilotage 70 pilote la vanne deux voies 55 en état ouvert afin de permettre la circulation du liquide de refroidissement dans le circuit de refroidissement auxiliaire 51. Le liquide de refroidissement étant à température ambiante, le calorstat 24 reste fermé.

L'unité de pilotage 70 pilote en outre, d'une part, la seconde vanne trois voies 64 dans sa première position stable de sorte que le liquide de refroidissement passe par la pompe auxiliaire 56 et le réchauffeur 57, et, d'autre part, la pompe auxiliaire 56 de manière qu'elle entraîne le liquide de refroidissement en mouvement dans le circuit de refroidissement auxiliaire 51.

L'unité de pilotage 70 pilote par ailleurs les première et troisième vannes trois voies 62, 66 alternativement entre leurs premières et leurs deuxième positions stables.

De cette manière, le liquide de refroidissement sort de la pompe auxiliaire 56, traverse le réchauffeur 57 qui est désactivé, puis entre successivement dans l'un et l'autre des échangeurs thermiques 60, 61. Ainsi, les bulles d'air présentes dans les deux conduites intermédiaires 58, 59 sont évacuées vers la première conduite 52 du banc d'essais 50. Le liquide de refroidissement est ensuite conduit jusqu'au radiateur 25, via le conduit amont 22A du moteur.

A sa sortie du radiateur 25, le liquide de refroidissement emprunte, selon la position de la troisième vanne trois voies 66, soit directement la deuxième conduite 54 du banc d'essais, soit les premier et deuxième circuits de refroidissement secondaires 28, 30 et le canal intérieur 22C. Dans ce deuxième cas, le liquide de refroidissement qui sort du canal intérieur 22C et des premier et deuxième circuits de refroidissement secondaires 28, 30 entre dans la boîte à eau 23, à l'intérieur de laquelle les bulles d'air sont évacuées vers le vase d'expansion 27. Le liquide de refroidissement, débarrassé de ses bulles d'air emprunte alors une portion du troisième circuit de refroidissement secondaire 32, circule dans la deuxième conduite de dérivation 65, afin de déboucher dans la deuxième conduite 54 du banc d'essais 50, en entrée de la pompe auxiliaire 56.

Variante

Les essais stationnaire, dynamique et à froid du moteur à combustion interne 1, au moyen d'un banc d'essais 50 du type de celui représenté sur les figures 9 et 10, sont réalisés selon des procédés identiques à ceux décrits précédemment. En revanche, les étapes de refroidissement sont réalisées de

manière différente.

Plus précisément, si la mise en oeuvre de la première étape de refroidissement représentée sur la figure 9 est sensiblement identique à celle précédemment décrite, la mise en oeuvre de la deuxième étape de refroidissement du moteur est différente.

Au cours de cette étape et en référence à la figure 10, l'unité de pilotage 70 pilote la première vanne trois voies 62 dans sa première position stable de manière que le liquide de refroidissement passe par la conduite intermédiaire 81. Le banc d'essais 50 étant dépourvu d'échangeur thermique froid et de réchauffeur, le liquide de refroidissement n'est ni réchauffé, ni refroidi à la sortie de la pompe auxiliaire 56.

L'unité de pilotage 70 commande alors la mise en route du ventilateur 26 de manière que le radiateur 25 refroidisse efficacement le liquide de refroidissement. De cette manière, la température du liquide de refroidissement descend rapidement et se stabilise automatiquement à la température ambiante qui est égale à la température de consigne.

REVENDEICATIONS

1. Banc d'essais (50) d'un moteur à combustion interne (1) pourvu d'un circuit de refroidissement primaire (22) comportant un radiateur (25), le banc d'essais (50) comportant un circuit de refroidissement auxiliaire (51) qui est apte à être branché sur le circuit de refroidissement primaire (22), en parallèle du radiateur (25), et qui comporte, d'une part, deux conduites intermédiaires (58, 59 ; 81, 82) en parallèle dont l'une au moins est pourvue d'un échangeur thermique (60, 61 ; 83), et, d'autre part, une pompe auxiliaire (56) située en-dehors des deux conduites intermédiaires (58, 59 ; 81, 82), caractérisé en ce que le banc d'essais (50) comporte une première conduite de dérivation (63) qui est piquée sur le circuit de refroidissement auxiliaire (51) pour court-circuiter la pompe auxiliaire (56) et qui comporte des moyens de régulation (64) du débit de liquide circulant au travers d'elle.

2. Banc d'essais (50) selon la revendication précédente, dans lequel, le moteur à combustion interne (1) comportant un circuit de refroidissement secondaire (32), branché en parallèle du radiateur (25) et d'un calorstat (24) du circuit de refroidissement primaire (22), qui est pourvu d'un échangeur aérotherme (33), il est prévu une seconde conduite de dérivation (65) qui est raccordée, d'un côté, au circuit de refroidissement auxiliaire (51) et qui est apte à être raccordée, de l'autre, au circuit de refroidissement secondaire (32), en parallèle de l'échangeur aérotherme (33), cette seconde conduite de dérivation (65) comportant des moyens de régulation (66) du débit de liquide circulant au travers d'elle.

3. Banc d'essais (50) selon l'une des revendications précédentes, dans lequel lesdits moyens de régulation comportent chacun une vanne trois voies (64, 66) bistable et dans lequel il est prévu une unité de pilotage (70) de chaque vanne trois voies (64, 66).

4. Banc d'essais (50) selon l'une des revendications précédentes, dans lequel le circuit de refroidissement auxiliaire (51) comporte une vanne deux voies (55) bistable d'ouverture ou de fermeture du circuit de refroidissement auxiliaire (51), située en-dehors des deux conduites intermédiaires (58, 59 ; 81, 82), et dans lequel il est prévu une unité de pilotage (70) de ladite vanne deux voies (55).

5. Banc d'essais (50) selon l'une des revendications précédentes, dans lequel le circuit de refroidissement auxiliaire (51) comporte une vanne trois voies (62) bistable située en un point de jonction des deux conduites intermédiaires (58,

59 ; 81, 82), et dans lequel il est prévu une unité de pilotage (70) de ladite vanne trois voies (62).

6. Banc d'essais (50) selon l'une des revendications précédentes, dans lequel le circuit de refroidissement auxiliaire (51) comporte un réchauffeur (57) et dans lequel il est prévu une unité de pilotage (70) apte à piloter le réchauffeur (57) et la pompe auxiliaire (56).

7. Banc d'essais (50) selon l'une des revendications précédentes, dans lequel, le circuit de refroidissement primaire (22) du moteur à combustion interne (1) comportant un calorstat (24), il est prévu une unité de pilotage (70) apte à piloter le calorstat (24).

8. Banc d'essais (50) selon l'une des revendications précédentes, dans lequel, le radiateur (25) du moteur à combustion interne (1) étant associé à un ventilateur (26), il est prévu une unité de pilotage (70) apte à piloter le ventilateur (26).

9. Banc d'essais (50) selon l'une des revendications précédentes, dans lequel, le moteur à combustion interne (1) comportant une ligne d'échappement (7) pourvue de moyens de dépollution (8), le banc d'essais (50) comporte des moyens d'injection (75, 76) de gaz frais dans la ligne d'échappement (7), en amont des moyens de dépollution (8).

10. Banc d'essais (50) selon l'une des revendications précédentes, dans lequel, le moteur à combustion interne (1) comportant un carter d'huile, le banc d'essais (50) comporte des moyens de ventilation (71) du carter d'huile.

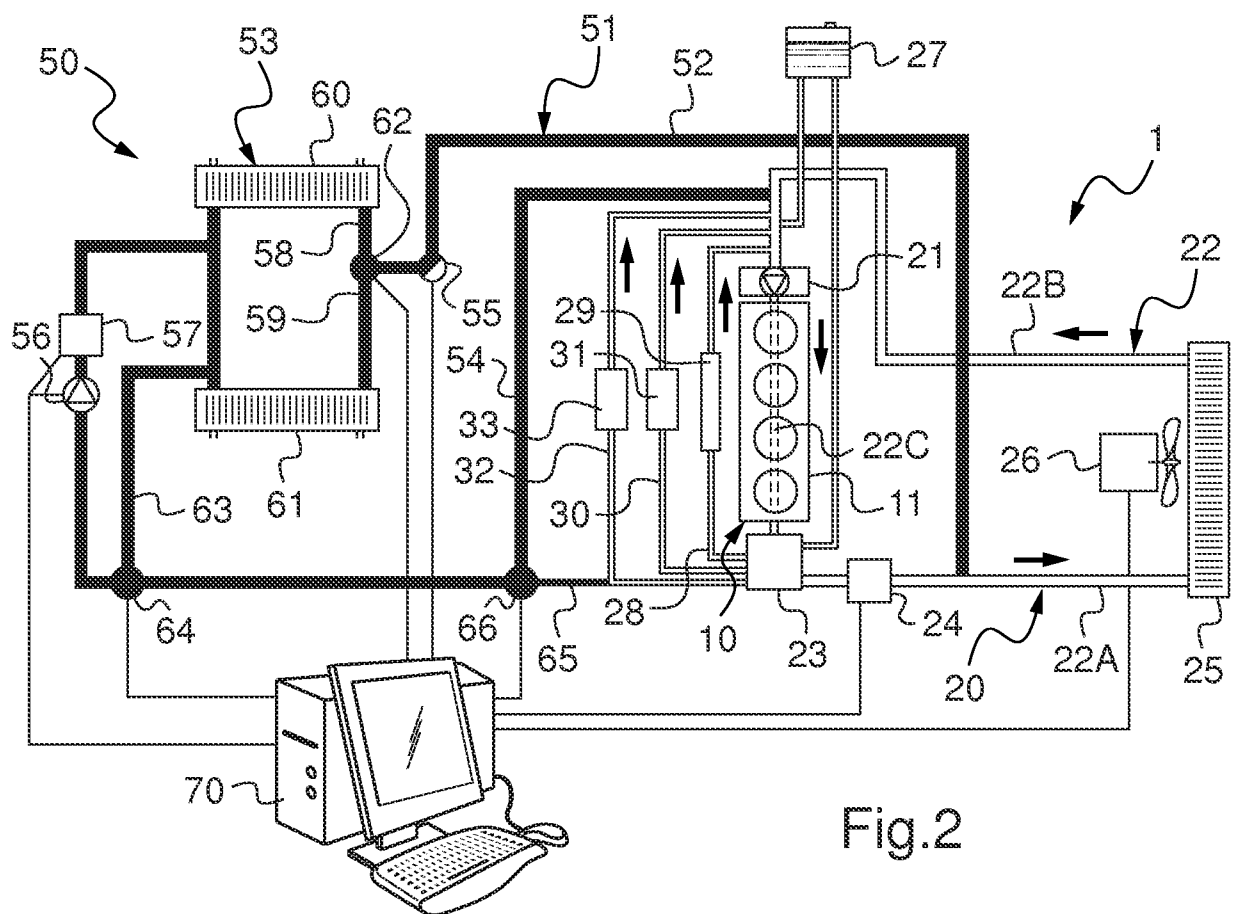
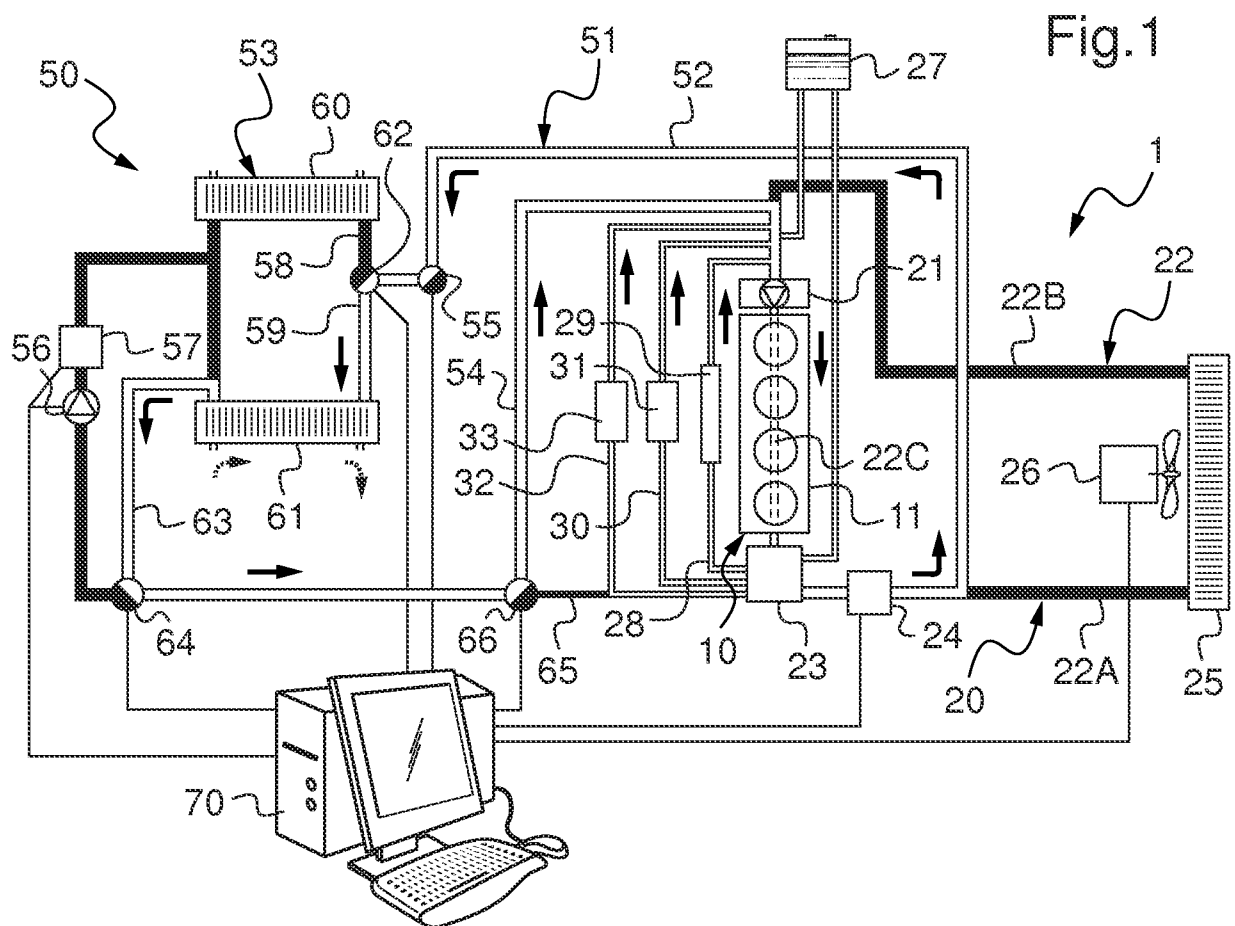


Fig. 3

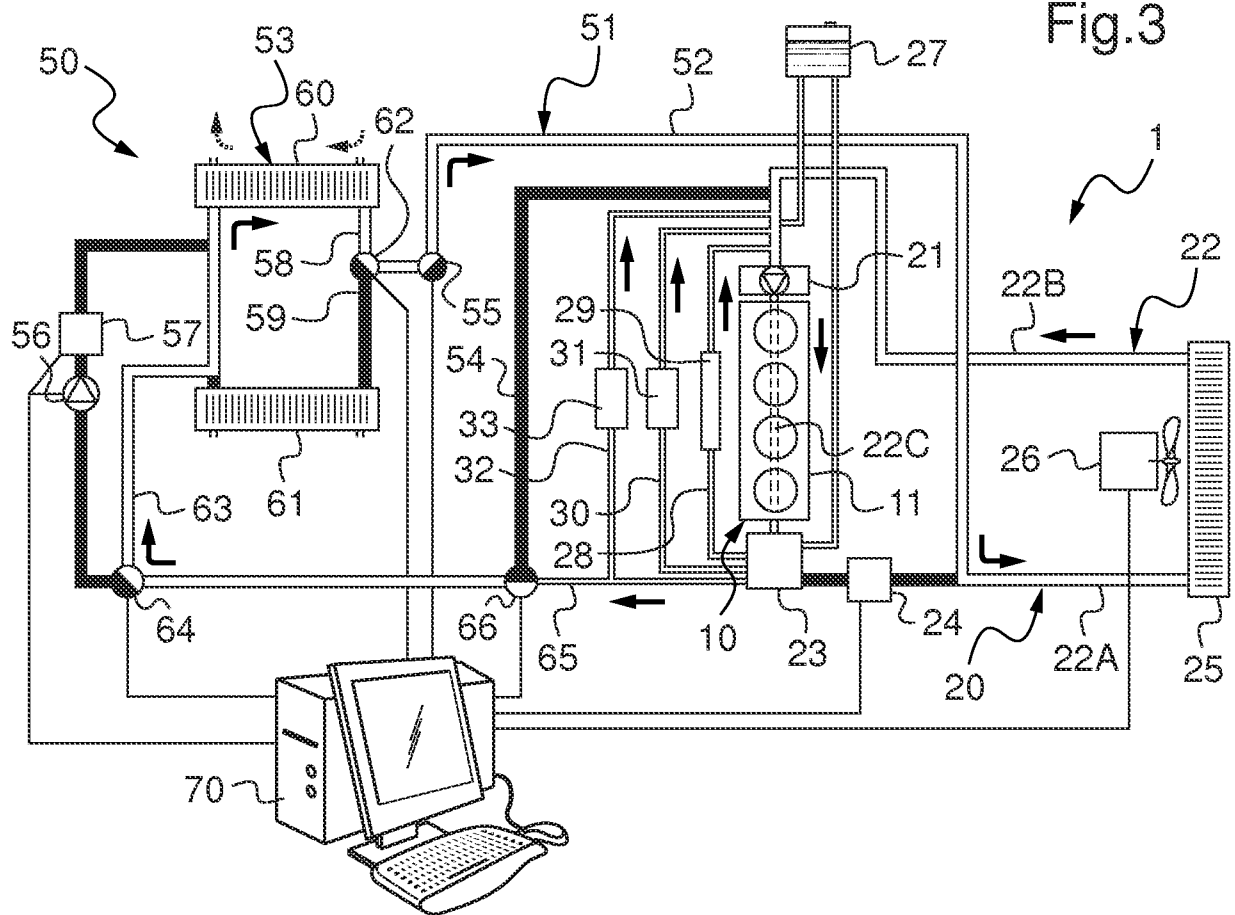
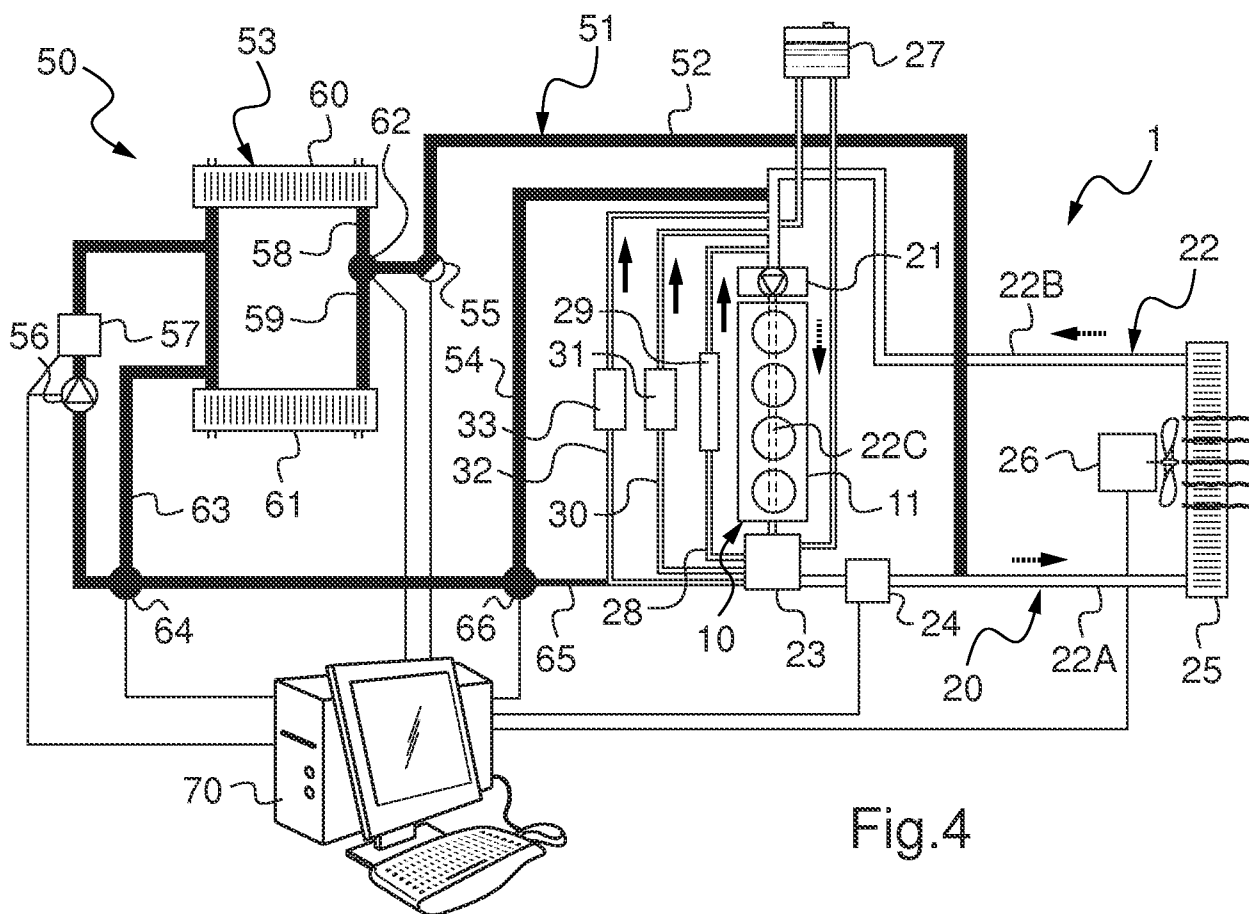


Fig.4



3/5

