

12

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22 Date de dépôt : 31.07.96.

30 Priorité :

43 Date de la mise à disposition du public de la
demande : 06.02.98 Bulletin 98/06.

56 Liste des documents cités dans le rapport de
recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du
présent fascicule.*

60 Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

71 Demandeur(s) : *RENAULT SOCIETE ANONYME —
FR.*

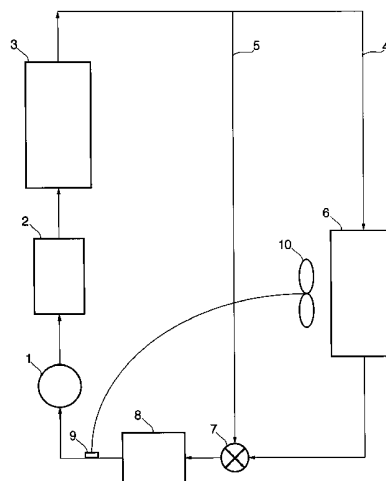
72 Inventeur(s) : TUGAYE ANNE.

73 Titulaire(s) : .

74 Mandataire : CASALONGA ET JOSSE.

54 DISPOSITIF DE REFROIDISSEMENT D'UN MOTEUR A COMBUSTION INTERNE.

57 Dispositif de refroidissement d'un moteur 3 à combustion interne pouvant équiper notamment un véhicule automobile comprenant un radiateur 6, un réservoir 8 du type vase d'expansion, et une pompe 1 de circulation d'un fluide de refroidissement dans le radiateur 6 et dans le réservoir 8. Le volume du réservoir 8 est constant et le débit de la pompe 1 est adapté à la quantité d'énergie calorifique devant être évacuée du moteur 3 à combustion interne, le débit variant dans une proportion inférieure à la variation du régime du moteur 3 à combustion interne.



Dispositif de refroidissement d'un moteur à combustion interne.

La présente invention concerne le domaine des dispositifs de refroidissement d'un moteur à combustion interne équipant notamment un véhicule automobile. L'invention concerne plus particulièrement un dispositif de refroidissement fonctionnant en phase liquide par
5 réchauffement d'un fluide caloporteur avec la possibilité de fonctionner également en phase vapeur par évaporation du fluide caloporteur qui est porté à ébullition dans le moteur.

Il est indispensable de munir les moteurs à combustion interne de systèmes de refroidissement efficaces en raison de leur
10 rendement, qui, pour les moteurs multicylindres, est aujourd'hui de l'ordre de 30%. La majeure partie de l'énergie apportée par la combustion est ainsi dissipée sous forme de chaleur qui doit être évacuée. Un défaut d'évacuation de la chaleur produit des dommages graves dans celui-ci : serrage des pistons dans les cylindres, déformation de la culasse et fuite au niveau des joints, fissuration de
15 la chambre de combustion, etc. Le refroidissement d'un moteur à combustion interne est généralement assuré par convection forcée d'un fluide de refroidissement tel que l'air, l'huile ou l'eau additionnée de glycol en contact avec les parois extérieures des chambres de
20 combustion du moteur.

De façon connue, les systèmes de refroidissement utilisent une circulation forcée d'eau et de glycol dans un circuit en boucle fermée. Une pompe entraînée par le moteur au moyen d'une courroie fait circuler l'eau qui absorbe la chaleur des parties chaudes du moteur
25 principalement dans une chambre d'eau agencée dans le bloc moteur

autour des cylindres, puis est refroidie à son tour dans un radiateur, avant de retourner au moteur. Toutefois, ce type de refroidissement présente quelques inconvénients. En effet, le débit de la pompe à eau est sensiblement proportionnel à la vitesse à laquelle elle est entraînée et par conséquent à la vitesse de rotation du moteur lui-même. On dimensionne la pompe de manière qu'elle assure à la fois le refroidissement du moteur à forte charge thermique et l'efficacité du radiateur de chauffage de l'habitacle, même à faible vitesse du véhicule (et donc à faible régime moteur). Lorsque c'est le critère de chauffage de l'habitacle qui conditionne le dimensionnement de la pompe, on peut alors parvenir à un débit dans le circuit de refroidissement excédentaire par rapport aux besoins de refroidissement du moteur à pleine vitesse du véhicule, puisque le débit de la pompe est augmenté de la même proportion que l'accroissement du régime de rotation du moteur. Ce débit trop important induit une perte de l'énergie produite par le moteur et augmente inutilement la consommation de carburant. De plus, ce débit provoque un accroissement de la pression dans le circuit de refroidissement et oblige à concevoir des composants du circuit de refroidissement capables de supporter cette pression.

Par ailleurs, en certains points du circuit de refroidissement, notamment dans les zones à fort flux de chaleur de la chambre d'eau, les températures au droit des parois peuvent atteindre des valeurs suffisamment élevées pour provoquer une ébullition locale non contrôlée. Cette ébullition non contrôlée génère la formation de poches de vapeur séparant le liquide des parois, qui empêchent alors le refroidissement correct de ces parois et provoquent l'apparition de points chauds susceptibles d'entraîner la destruction du moteur.

Pour ces raisons, d'autres systèmes ont été étudiés et notamment des systèmes de refroidissement diphasiques du type eau-vapeur.

On connaît, par exemple, le document FR-A 2 721 655 qui propose un circuit de refroidissement diphasique muni d'un vase d'expansion à volume variable, à membrane souple. Ce type de refroidissement permet d'utiliser de faibles débits d'eau à condition de

laisser se développer une ébullition dans le moteur et de prévoir un volume d'expansion suffisant pour éviter de pressuriser de façon excessive le circuit. Toutefois, ce type de refroidissement nécessite un volume d'expansion important et un vase d'expansion à volume variable relativement onéreux. De plus, l'ébullition prévue dans le
5 moteur peut provoquer une réaction d'inquiétude et d'insécurité chez l'utilisateur.

La présente invention a pour objet de remédier aux inconvénients des systèmes décrits ci-dessus et de proposer un système
10 de refroidissement économique, et permettant une réduction de la consommation d'énergie.

Le dispositif de refroidissement, selon l'invention, est destiné à un moteur à combustion interne pouvant équiper notamment un véhicule automobile comprenant un radiateur, un réservoir du type
15 vase d'expansion, et une pompe de circulation d'un fluide de refroidissement dans le radiateur et dans le réservoir. Le volume du réservoir est constant et le débit de la pompe est adapté à la quantité d'énergie calorifique devant être évacuée du moteur à combustion interne, le débit variant dans une proportion inférieure à la variation
20 du régime du moteur à combustion interne.

On utilise ainsi un réservoir bon marché avec un débit de pompe à pleine vitesse relativement réduit. En effet, la surpression nécessaire pour vaincre les pertes de charge dans un circuit de refroidissement est généralement proportionnelle au débit élevé à la
25 puissance N , avec $N > 1$ et assez couramment $1,5 < N < 2$. Lorsque le débit est réduit, ce n'est plus cette perte de charge hydraulique qui conditionne la pression absolue maximale de façon prépondérante. C'est davantage le volume d'air et donc le volume total du réservoir qui conditionne la pression maximale atteinte dans le circuit. C'est
30 donc un paramètre de dimensionnement important à ajuster en fonction des contraintes, notamment la place disponible sous capot et des objectifs technico-économiques : par exemple, plus le vase est grand, plus la pression maximale sera basse et plus le coût dû à la résistance à la pression des composants sera réduit.

35 Avantageusement, le débit de la pompe est indépendant du

régime du moteur à combustion interne.

Dans un mode de réalisation de l'invention, la pompe est entraînée par un moteur électrique à vitesse constante ou variable.

5 Dans un autre mode de réalisation de l'invention, la pompe est entraînée par le moteur à combustion interne au moyen d'un dispositif d'entraînement à rapport variable.

10 Dans un autre mode de réalisation de l'invention, la pompe est entraînée par le moteur à combustion interne, le débit de la pompe variant dans une proportion inférieure à la variation du régime à laquelle elle est entraînée.

Avantageusement, le dispositif comprend un aérotherme destiné au chauffage de l'habitacle du véhicule, ledit aérotherme étant disposé en série avec le moteur à combustion interne et non pas en parallèle comme sur de nombreux circuits classiques. Ainsi, 15 l'aérotherme bénéficie du débit maximum dans le circuit, même lorsque la branche contenant le radiateur est ouverte : on peut ainsi assurer une bonne prestation de chauffage en toutes circonstances. L'aérotherme étant situé après le radiateur et le thermostat, cela supprime tout risque de présence de vapeur dans l'aérotherme. En 20 effet, la présence de vapeur dans l'aérotherme est potentiellement dangereuse, celui-ci étant en général placé à proximité des pieds du conducteur du véhicule. On accroît ainsi la sécurité de fonctionnement du dispositif de refroidissement.

25 Dans un mode de réalisation de l'invention, le dispositif comprend un aérotherme destiné au chauffage de l'habitacle du véhicule, ledit aérotherme étant disposé entre la pompe à eau et le moteur à combustion interne.

30 Dans un autre mode de réalisation de l'invention, le dispositif comprend un aérotherme destiné au chauffage de l'habitacle du véhicule, ledit aérotherme étant disposé entre le réservoir à volume fixe et la pompe à eau.

35 Dans un mode de réalisation de l'invention, le dispositif comprend un thermostat disposé entre le radiateur et le réservoir à volume fixe et capable de commander la dérivation du fluide circulant dans le radiateur au moyen d'une conduite disposée entre le moteur à

combustion interne et le thermostat. On peut ainsi couper la circulation du fluide dans le radiateur lorsque le moteur est encore froid ce qui permet une élévation rapide de la température de celui-ci et une réduction de la consommation de carburant et de la pollution due au fonctionnement d'un moteur froid.

La disposition du thermostat après le radiateur plutôt qu'avant celui-ci fait que le thermostat est généralement en contact le liquide plutôt qu'avec la vapeur ce qui améliore son fonctionnement. Les températures d'ouverture et de fermeture du thermostat sont à déterminer judicieusement pour chaque couple moteur-radiateur-ventilateur, de façon que l'ensemble radiateur-ventilateur-thermostat permette la condensation totale de la vapeur dans le radiateur ainsi qu'un degré de sous-saturation à l'entrée de la pompe suffisant pour éviter la cavitation, dans les situations où il peut y avoir production de vapeur dans le moteur.

De préférence, la pression absolue du fluide de refroidissement à la sortie du moteur à combustion interne est limitée à 1,4 bar. Cette pression permet d'obtenir une température d'ébullition d'un liquide de refroidissement composé d'eau et de 35% de glycol de 113° qui est suffisante dans la plupart des cas pour fonctionner sans ébullition du liquide.

Grâce à l'invention, on obtient un système de refroidissement qui permet une diminution de la consommation de carburant du moteur, l'utilisation d'un vase d'expansion peu onéreux, et l'utilisation de composants de circuit de refroidissement dont la tenue à la pression est plus faible que celle d'un circuit classique qui voit une pression de l'ordre de 2,5 bars de pression absolue. La réduction du débit de la pompe peut permettre d'utiliser une pompe plus légère, voire une pompe entraînée par un moteur électrique et dont la disposition à proximité du moteur à combustion interne n'est plus liée à la présence d'une courroie d'entraînement.

L'invention sera mieux comprise à l'étude de la description détaillée d'un mode de réalisation particulier pris à titre d'exemple nullement limitatif et illustré par le dessin annexé sur lequel :

la figure unique est une vue schématique d'un dispositif de

refroidissement conforme à l'invention.

Le système de refroidissement illustré sur la figure unique, comprend une pompe 1 qui entraîne en mouvement un liquide de refroidissement dans le circuit de refroidissement. A la sortie de la pompe 1, le liquide de refroidissement passe dans un aérotherme 2 qui permet un échange de chaleur entre le liquide de refroidissement et de l'air en provenance de l'extérieur du véhicule et destiné au chauffage de son habitacle. A la sortie de l'aérotherme 2, le liquide de refroidissement est envoyé dans le moteur 3 à combustion interne, essence ou diesel, à l'intérieur duquel il passe dans une chambre d'eau prévue à proximité des cylindres du moteur 3 et en contact avec les parois extérieures desdits cylindres.

A la sortie du moteur 3, le liquide de refroidissement passe soit dans un circuit 4 soit dans un circuit 5. Le circuit 4 comprend un radiateur 6 qui permet le refroidissement du liquide de refroidissement et la condensation de vapeur s'il y en a par transfert de la chaleur à un flux d'air traversant le radiateur 3 qui est en général disposé à proximité de la face avant du véhicule. A la sortie du radiateur 6, le liquide de refroidissement rejoint une vanne 7 thermostatique. Le circuit 5 rejoint directement la vanne 7 en évitant au liquide de refroidissement de passer dans le radiateur 6. A la sortie de la vanne 7, le liquide de refroidissement passe dans un vase d'expansion 8 à volume fixe réalisé en général en matériau plastique. A la sortie du vase d'expansion 8, le liquide de refroidissement rejoint l'entrée de la pompe 1. Le système de refroidissement comprend également un thermocontact 9 disposé entre le vase d'expansion 8 et la pompe 1 et qui est capable de commander un ventilateur 10 destiné à accroître la vitesse du flux d'air traversant le radiateur 6.

En fonctionnement, lors du démarrage du moteur 3, le liquide de refroidissement est à la température ambiante. Le liquide de refroidissement circule, grâce à la pompe 1, dans l'aérotherme 2, dans le moteur 3, dans le circuit 5, dans la vanne 7, dans le vase d'expansion 8 jusqu'à son retour à l'entrée de la pompe 1. Tant que le liquide de refroidissement reste à une température inférieure à une température donnée, par exemple 70°, la vanne 7 thermostatique ouvre

le circuit 5 et ferme le circuit 4 empêchant ainsi la circulation du fluide de refroidissement dans le radiateur 6. On obtient ainsi une mise en température plus rapide du moteur 3, ce qui réduit la durée de fonctionnement à basse température qui présente des inconvénients de consommation de carburant et d'émission de divers polluants.

Dès que la température du fluide de refroidissement dépasse le seuil de température de la vanne 7, celle-ci ouvre le circuit 4 et ferme le circuit 5. Le fluide de refroidissement circule alors dans le radiateur 6 qui assure un refroidissement efficace dudit fluide.

L'ouverture et la fermeture peuvent être progressives entre deux niveaux de température. Par un choix adapté à chaque moteur de ces deux niveaux de température, la fermeture complète du circuit 5 est assurée avant tout risque d'apparition de vapeur en sortie du moteur 3, ce qui risquerait de dégrader ou d'endommager la pompe 1 par cavitation.

Lorsque la température du fluide de refroidissement dépasse une deuxième température donnée par exemple 100°, à la sortie du vase d'expansion 8, le thermocontact 9 commande alors la mise en route du ventilateur électrique 10. On améliore ainsi le refroidissement du liquide de refroidissement dans le radiateur 6 lorsque les conditions de fonctionnement du moteur 3 sont telles que le flux d'air circulant naturellement dans le radiateur 6 n'est pas suffisant pour assurer son refroidissement, par exemple dans un embouteillage ou en montagne.

Il est bien entendu possible de rajouter à ce circuit de refroidissement des branches supplémentaires spécifiques à certains moteurs, par exemple un réchauffeur de gazoil pour un moteur Diesel ou un échangeur de température entre l'huile et l'eau. On peut prévoir divers types de pompes à eau. Par exemple, la pompe à eau peut être entraînée par moteur électrique alimenté par le réseau électrique du véhicule. Il est possible de fonctionner à vitesse constante, donc à débit constant indépendant du régime du moteur à combustion interne. Ceci est une solution peu coûteuse. On peut aussi piloter le débit de la pompe à eau grâce à un microprocesseur de commande de son moteur électrique en fonction de divers facteurs tels que le régime moteur, la

vitesse du véhicule, la température du liquide de refroidissement etc. Cette solution permet d'adapter de façon précise le débit de la pompe à eau aux besoins du moteur et de l'aérotherme pour le chauffage de l'habitacle.

5 On peut également prévoir une pompe à eau de type classique entraînée par le moteur à combustion interne par l'intermédiaire d'un dispositif d'entraînement à rapport variable. Dans ce cas, on dimensionne la pompe en fonction de l'aérotherme de chauffage de l'habitacle. On dimensionne alors le dispositif d'entraînement en
10 fonction des points de fonctionnement du moteur à charge thermique maximale (couple élevé, vitesse véhicule faible) et à plein régime, le véhicule étant à vitesse maximale. On réduit ainsi de façon importante la vitesse de rotation de la pompe à eau lors du fonctionnement du moteur à plein régime. On accroît sa durée de vie et on réduit la
15 puissance perdue prélevée sur le moteur à combustion interne.

 On peut encore prévoir une pompe à eau entraînée directement par le moteur à combustion interne, au moyen d'une courroie, cette pompe présentant une caractéristique de
20 fonctionnement telle que son débit varie dans une proportion inférieure à la variation du régime à laquelle elle est entraînée. On obtient, là encore, une réduction significative de la puissance prélevée inutilement sur le moteur à combustion interne.

Exemple

 Pour un moteur donné, on aura le point de fonctionnement
25 suivant : le véhicule est à vitesse maximale par une température ambiante de 35° avec un vase d'expansion à volume fixe de 1,8 litre. Le débit de la pompe est alors de 1000 litres à l'heure avec une pression absolue en sortie du moteur de 1,4 bar et une température de 108°. La température d'ébullition du liquide de refroidissement à cette
30 pression est de 113°. Le système de refroidissement fonctionne donc sans ébullition.

 Toutefois, lors d'un roulage en montagne, le circuit de refroidissement pourra parvenir à l'ébullition, mais le vase d'expansion de 1,8 litre reste suffisant pour maintenir le liquide de refroidissement
35 à un niveau de pression de 1,5 bar qui ne conduit pas à une

température de saturation trop élevée (115°) et permet de ne pas dépasser les limites admissibles de résistance des matériaux du moteur. Ainsi, la pression est réduite par rapport aux dispositifs classiques, sa valeur maximale pouvant être ajustée par le choix du volume du vase d'expansion.

Ce circuit à bas débit et à vase d'expansion à volume fixe permet d'assurer le refroidissement du moteur en toute circonstance avec une plage de fonctionnement diphasique relativement réduite. Bien entendu, il est possible que sur d'autres véhicules, surtout ceux à moteur avec faible puissance cédée à l'eau et avec un radiateur efficace, on arrive à ce que le liquide de refroidissement ne bouille pas quel que soit le point de fonctionnement. Bien entendu, le dimensionnement du radiateur, du ventilateur et la température de déclenchement du thermocontact sont prévus de façon à permettre la condensation totale de la vapeur dans le radiateur ainsi qu'un degré de sous-saturation à l'entrée de la pompe suffisant pour éviter la cavitation de celle-ci.

Grâce à l'invention, on obtient un système de refroidissement économique, à faible consommation d'énergie et d'une grande légèreté grâce à la réduction du diamètre des conduites consécutive à la réduction du débit de liquide de refroidissement. La réduction du débit a également pour avantage de diminuer les phénomènes d'érosion qui peuvent se produire par exemple dans l'aérotherme. La diminution de la pression de fonctionnement réduit également la fatigue des matériaux constituant le circuit de refroidissement due aux pulsations de pression ainsi qu'aux pulsations de température. Enfin, le moteur fonctionne, grâce au circuit de refroidissement de l'invention, à une température d'eau plus stable lors d'un trajet mixte route-ville. En effet, lors d'un trajet sur route, le débit de liquide de refroidissement est faible et le moteur est donc soumis à une température plus élevée, plus proche de celle à laquelle il est soumis lors d'un trajet en ville.

REVENDEICATIONS

1. Dispositif de refroidissement d'un moteur (3) à combustion interne pouvant équiper notamment un véhicule automobile comprenant un radiateur (6), un réservoir (8) du type vase d'expansion, et une pompe (1) de circulation d'un fluide de refroidissement dans le radiateur et dans le réservoir, caractérisé par le fait que le volume du réservoir est constant et que le débit de la pompe est adapté à la quantité d'énergie calorifique devant être évacuée du moteur à combustion interne, le débit variant dans une proportion inférieure à la variation du régime du moteur à combustion interne.

2. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé par le fait que le débit est indépendant du régime du moteur à combustion interne.

3. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé par le fait que la pompe est entraînée par un moteur électrique à vitesse fixe ou variable.

4. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé par le fait que la pompe est entraînée par le moteur à combustion interne au moyen d'un dispositif d'entraînement à rapport variable.

5. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé par le fait que la pompe est entraînée par le moteur à combustion interne, le débit de la pompe variant dans une proportion inférieure à la variation du régime à laquelle est entraînée.

6. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé par le fait qu'il comprend un aérotherme (2) destiné au chauffage de l'habitacle du véhicule, ledit aérotherme étant disposé en série avec le moteur à combustion interne.

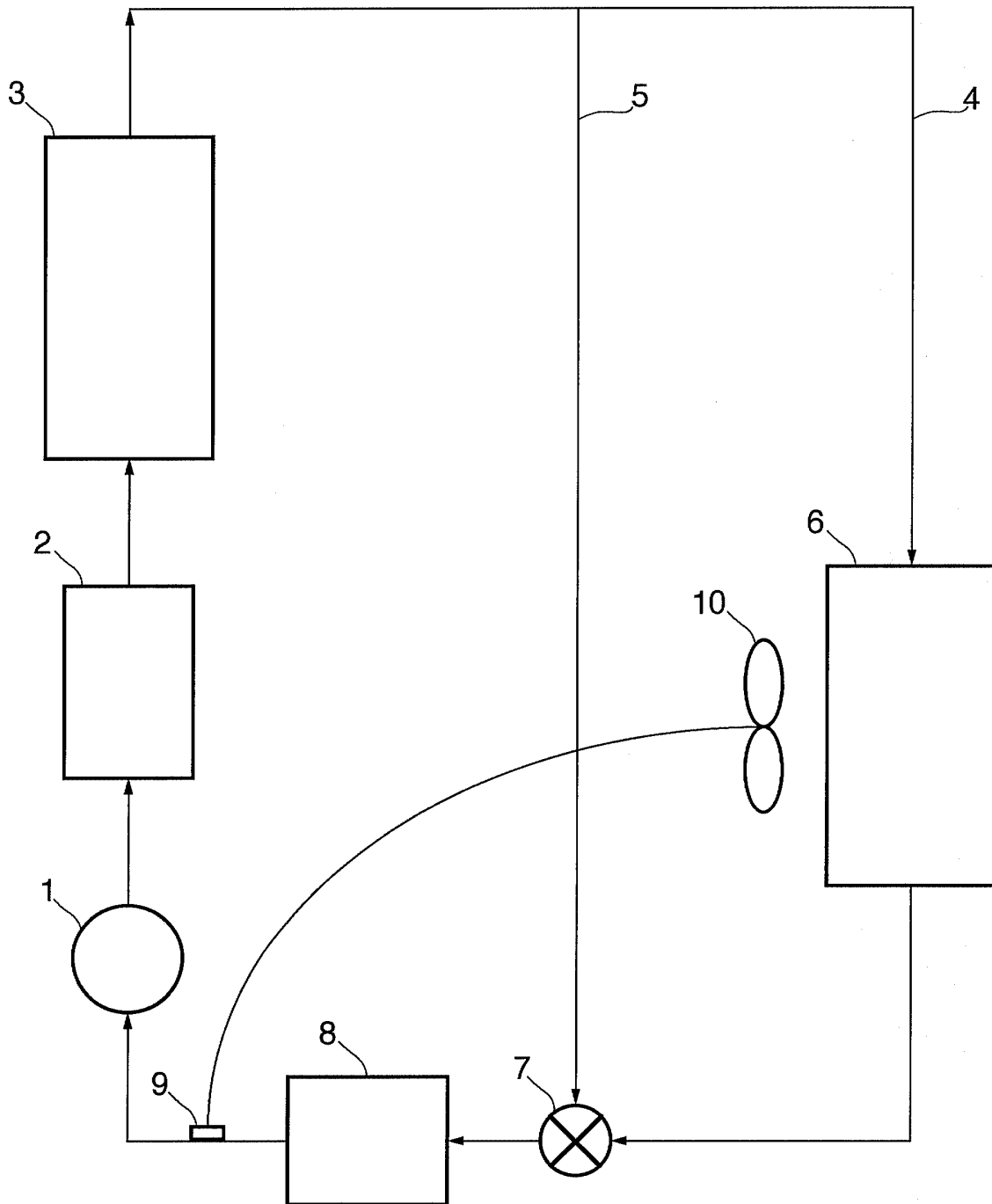
7. Dispositif selon la revendication 6, caractérisé par le fait que l'aérotherme est disposé entre la pompe à eau et le moteur à combustion interne.

8. Dispositif selon la revendication 6, caractérisé par le fait que l'aérotherme est disposé entre le réservoir à volume fixe et la

pompe à eau.

5 9. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé par le fait qu'il comprend un thermostat disposé entre le radiateur (6) et le réservoir (8) à volume fixe et capable de commander la dérivation du fluide circulant dans ledit radiateur, au moyen d'une conduite (5) disposée entre le moteur à combustion interne et le thermostat.

10 10. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé par le fait que la pression absolue du fluide de refroidissement à la sortie du moteur à combustion interne est limitée à 1,4 bar.



INSTITUT NATIONAL

RAPPORT DE RECHERCHE

PRELIMINAIRE

de la

PROPRIETE INDUSTRIELLE

établi sur la base des dernières revendications
déposées avant le commencement de la rechercheFA 531050
FR 9609658

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		Revendications concernées de la demande examinée
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	
X	EP 0 489 628 A (RENAULT)	1-3
Y	* le document en entier *	4-8

Y	DE 42 00 918 C (PORSCHÉ)	4,5
	* abrégé; figures *	

Y	EP 0 571 248 A (VALEO THERMIQUE MOTEUR)	6,7
	* le document en entier *	

Y,D	FR 2 721 655 A (RENAULT)	6,8
	* figures *	

X	EP 0 731 260 A (VOLKSWAGEN)	1-3,6
	* le document en entier *	

X	EP 0 437 772 A (BMW)	1-3,6,7
	* le document en entier *	

A	EP 0 101 339 A (RENAULT VEHICULES INDUSTRIELS)	9
	* le document en entier *	

		DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.CL.6)
		F01P
Date d'achèvement de la recherche		Examineur
7 Mars 1997		Kooijman, F
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : pertinent à l'encontre d'au moins une revendication ou arrière-plan technologique général O : divulgation non-écrite P : document intercalaire T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant		

1