

(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  
15 novembre 2018 (15.11.2018)

WIPO | PCT

(10) Numéro de publication internationale  
WO 2018/206890 A1

(51) Classification internationale des brevets :  
H02K 9/19 (2006.01) B60K 11/02 (2006.01)

(21) Numéro de la demande internationale :  
PCT/FR2018/051134

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

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :  
1754073 10 mai 2017 (10.05.2017) FR

(71) Déposants : RENAULT S.A.S [FR/FR] ; 13-15 quai Alphonse Le Gallo, 92100 BOULOGNE-BILLANCOURT (FR). NISSAN MOTOR CO.LTD [JP/JP] ; 2, Takara-cho, Kanagawa-ku, Yokohama-shi, Kanagawa, 221-0023 (JP).

(72) Inventeurs : MIKATI, Karim ; 49 RUE DES BELLES FEUILLES, PARIS, 75116 (LB). BERNARDIN, Fabrice ; 43 ROUTE DE PONTOISE, 78740 VAUX SUR SEINE (FR). BORIE, Julien ; 11 RUE GEORGES ENESCO, 78280 GUYANCOURT (FR). CARBON, Alain ; 23 RUE DE LA SENETTE, 78955 CARRIERES SOUS POISSY (FR). BOISADAN, Fabrice ; 30 RUE VELPEAU, 92160 ANTONY (FR).

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

(54) Title: SYSTEM FOR THE OIL COOLING OF AN ELECTRICAL MACHINE

(54) Titre : SYSTÈME DE REFROIDISSEMENT À HUILE D'UNE MACHINE ÉLECTRIQUE

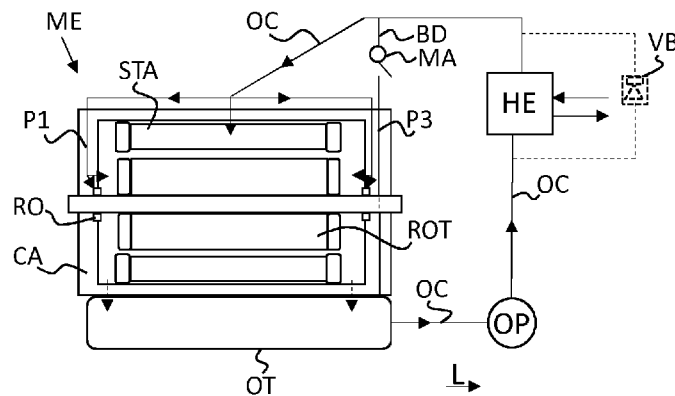


Fig.2

(57) Abstract: The invention relates to a system for the oil cooling of an electrical machine (ME), comprising: a cooling circuit (OC) for bringing a cooling liquid into contact with the active parts of the electrical machine (ME); a tank (OT) for collecting the cooling liquid after it has cooled the active parts; a pump (OP) for re-injecting the cooling liquid upstream of the active parts; and a heat exchanger (HE). The cooling circuit (OC) comprises a branch pipe (BD) which diverts part of the cooling liquid upstream of the active parts such as to flow into the tank (OT) without passing through the active parts, the liquid volume of the tank (OT) being maintained constant. The cooling system comprises means (MA) for opening and closing the branch pipe (BD) according to a threshold temperature.

(57) Abrégé : Système de refroidissement à huile d'une machine électrique L'invention concerne un système de refroidissement d'une machine électrique (ME) comportant : -un circuit de refroidissement (OC) pour mettre en contact un liquide de refroidissement avec des parties actives de la machine électrique (ME), -un réservoir (OT) collectant le liquide de refroidissement ayant refroidi les parties actives, -une pompe (OP) réinjectant le liquide de refroidissement en amont des parties actives, -et un échangeur de chaleur (HE), le circuit de refroidissement (OC) comportant une branche de dérivation (BD) déviant une partie du liquide de refroidissement en amont



WO 2018/206890 A1

SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR,  
TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

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

**Publiée:**

- avec rapport de recherche internationale (Art. 21(3))
- avant l'expiration du délai prévu pour la modification des revendications, sera republiée si des modifications sont reçues (règle 48.2(h))

---

desdites parties actives pour la faire passer dans le réservoir (OT) sans passer par lesdites parties actives, le volume de liquide dudit réservoir (OT) étant maintenu constant, ledit système de refroidissement comportant des moyens (MA) d'ouverture ou de fermeture de ladite branche de dérivation (BD) en fonction d'un seuil de température.

## **Système de refroidissement à huile d'une machine électrique**

5 La présente invention se rapporte de manière générale aux domaines de l'électrotechnique et de l'automobile, et concerne plus précisément un système de refroidissement d'une machine électrique refroidie par un liquide de refroidissement diélectrique de type huile.

10 Dans les systèmes de refroidissement de machines électriques de traction par circulation d'huile sur les parties actives de ces machines électriques, notamment leurs bobinages, un échangeur de chaleur est utilisé pour maintenir la température de l'huile en dessous d'un seuil de température. Cela permet de garantir l'évacuation des pertes thermiques de la machine de telle sorte que celle-ci ne surchauffe pas. On spécifie un débit d'huile assez

15 important au niveau de l'échangeur de chaleur pour récupérer une quantité de calories représentative d'une machine électrique de traction en fonctionnement. Or l'augmentation du débit d'huile à partir d'un certain régime de fonctionnement, est défavorable au fonctionnement de la machine électrique du fait de l'augmentation des pertes par frottements dus à l'huile, qui en découle.

20 Le document FR3030383 propose d'utiliser pour refroidir la machine électrique, la même huile de refroidissement que l'huile utilisée pour lubrifier un réducteur disposé en sortie de la machine électrique, ce qui permet d'augmenter la température de l'huile rapidement à bas régime et de diminuer les pertes par frottements. Cependant la quantité d'huile utilisée doit être conséquente afin de

25 maintenir un refroidissement efficace à haut régime, ce qui implique encore beaucoup de pertes par frottements.

30 Le document JP2016201959 décrit un système de refroidissement à l'huile pour machine électrique, comportant un stator et un rotor à aimants, dans lequel l'huile amenée pour refroidir le stator est déviée en partie dans un réservoir auxiliaire d'huile, séparé du réservoir principal d'huile par une valve qui

reste ouverte au démarrage du moteur thermique, afin d'accélérer le réchauffement de l'huile.

5 Un des buts de l'invention est de remédier à au moins une partie des inconvénients de la technique antérieure en fournissant un système de refroidissement d'une machine électrique, qui réalise un compromis entre un débit d'huile important pour refroidir l'huile circulant dans la machine électrique au niveau de l'échangeur de chaleur, et un débit d'huile faible pour diminuer les  
10 pertes par frottements dans la machine électrique.

A cette fin, l'invention propose un système de refroidissement d'une machine électrique comportant un stator et un rotor, ledit système de refroidissement comportant :

- un circuit de refroidissement apte à mettre en contact un liquide de refroidissement de type huile avec des parties actives de ladite machine électrique,  
15

- un réservoir apte à collecter le liquide de refroidissement ayant refroidi lesdites parties actives,

- une pompe apte à réinjecter ledit liquide de refroidissement en amont desdites parties actives,  
20

- et un échangeur de chaleur,

ledit système de refroidissement étant caractérisé en ce que ledit circuit de refroidissement comporte une branche de dérivation apte à dévier une partie du liquide de refroidissement circulant en amont desdites parties actives et à la faire passer directement dans le réservoir sans passer par lesdites parties actives, ledit système de refroidissement comportant des moyens d'ouverture et de fermeture de ladite branche de dérivation en fonction d'un seuil de  
25 température.

Grâce à l'invention, le volume d'huile injecté en amont du circuit de refroidissement sur les parties actives de la machine électrique est plus  
30 important à basse température qu'à haute température. Ainsi l'huile se réchauffe

plus vite, limitant les pertes par frottements. Le débit d'huile reste néanmoins important au niveau de l'échangeur de chaleur, ce qui rend le refroidissement efficace à haute température. Cette huile, à bas régime, est éventuellement chauffée au niveau d'un réducteur de sortie de la machine électrique avant  
5 d'être réinjectée dans celle-ci, afin de diminuer encore les pertes par frottements. Par rapport à l'art antérieur, dans l'invention le volume de liquide du réservoir est maintenu constant lors du fonctionnement de la machine électrique, c'est-à-dire qu'il n'y a qu'un réservoir d'huile, ce qui rend le système moins coûteux.

10 Selon une caractéristique avantageuse du système de refroidissement selon l'invention, lesdits moyens d'ouverture et de fermeture sont une électrovanne ou un thermostat, aptes à permettre le passage de liquide de refroidissement dans ladite branche de dérivation dès que la température du liquide de refroidissement atteint ledit seuil de température. L'utilisation de la  
15 température du liquide de refroidissement et de moyens d'ouverture et de fermeture facilement pilotables avec cette donnée de température permettent de simplifier la réalisation du système ainsi que son coût.

20 Selon une autre caractéristique avantageuse de l'invention, ladite branche de dérivation est creusée dans un fond de carter ou un carter de fermeture de ladite machine électrique. Alternativement ladite branche de dérivation est réalisée par un tuyau flexible à l'extérieur du carter de la machine électrique.

Avantageusement encore, ledit circuit de refroidissement comporte :

- un injecteur situé en périphérie du stator de ladite machine électrique,  
25 apte à arroser en liquide de refroidissement une portion centrale de la surface externe longitudinale dudit stator,
- et un injecteur fixé à un fond de carter de ladite machine électrique, apte à arroser des têtes de bobine du rotor de la machine électrique.

30 Les parties actives sont ainsi efficacement refroidies. Notamment grâce à la force centrifuge du rotor, l'huile projetée sur les têtes de bobine du rotor est également projetée sur les têtes de bobine du stator ce qui permet de refroidir

les extrémités du stator. Le cœur du stator est par ailleurs refroidi grâce à l'injecteur situé en périphérie du stator, qui par son débit permet à l'huile qu'il projette de circuler et de s'étaler autour de l'empilement de tôles du stator sans avoir le temps de pénétrer dans l'entrefer.

5           Avantageusement encore, le circuit de refroidissement comporte un passage dans un fond de carter de ladite machine électrique apte à amener du liquide de refroidissement au niveau d'un injecteur apte à arroser un roulement fixé audit fond de carter. L'huile utilisée pour le refroidissement est ainsi également utilisée pour lubrifier les roulements ce qui diminue les coûts de fabrication de la machine électrique.

10           Avantageusement encore, ledit passage est en outre apte à amener du liquide de refroidissement au niveau dudit injecteur fixé audit fond de carter et apte à arroser des têtes de bobine du rotor de la machine électrique. Cette implémentation astucieuse permet par un seul passage traversant le fond de carter dans la machine, d'alimenter l'injecteur arrosant les têtes de bobine du rotor, et de lubrifier un roulement.

15           Préférentiellement, le circuit de refroidissement comporte des injecteurs situés symétriquement par rapport à un plan perpendiculaire à l'axe longitudinal de la machine électrique et situé à mi-chemin du fond de carter de ladite machine électrique et du carter de fermeture de ladite machine électrique. Ainsi la machine électrique avec seulement trois injecteurs, deux arrosant les têtes de bobine du rotor et un arrosant le centre du stator, est efficacement refroidie à coût réduit.

20           Avantageusement, lesdits moyens d'ouverture et de fermeture sont une valve thermostatique à trois voies disposée en amont dudit échangeur de chaleur et apte à :

25           - soit faire passer ledit liquide de refroidissement sortant de la pompe en amont desdites parties actives en court-circuitant ledit échangeur de chaleur (et sans le faire passer par ladite branche de dérivation,

30           - soit faire passer ledit liquide de refroidissement dans ledit échangeur de chaleur, celui-ci étant connecté en aval à un embranchement amenant ledit

liquide de refroidissement d'une part vers lesdites parties actives de la machine électrique, et d'autre part vers ladite branche de dérivation.

Ladite valve thermostatique comporte par exemple une capsule de cire fixée à une partie fixe de ladite valve, une chambre de ladite valve séparant  
5 ladite partie fixe d'au moins une partie mobile de ladite capsule de cire, et en ce qu'une rainure ou un trou pratiqué dans ladite capsule de cire permet un passage dudit liquide de refroidissement entre ladite chambre et ledit circuit de refroidissement. Cette variante de réalisation est peu coûteuse.

L'invention concerne aussi l'ensemble système de refroidissement selon  
10 l'invention et la machine électrique associée, ainsi qu'un véhicule électrique ou hybride comportant une machine électrique de traction et un système de refroidissement de ladite machine électrique de traction selon l'invention.

15 D'autres caractéristiques et avantages apparaîtront à la lecture d'un mode de réalisation préféré décrit en référence aux figures dans lesquelles :

- la figure 1 représente un système de refroidissement d'une machine électrique selon l'invention, dans ce mode de réalisation préféré,
- la figure 2 représente un système de refroidissement selon l'invention dans  
20 une première configuration,
- la figure 3 représente un système de refroidissement selon l'invention dans une seconde configuration.,
- la figure 4 représente un système de refroidissement selon l'invention selon une variante de réalisation, dans une première configuration,
- 25 - la figure 5 représente un système de refroidissement selon l'invention selon cette variante de réalisation, dans une seconde configuration,
- la figure 6 représente une valve trois voies utilisée dans cette variante de réalisation de l'invention, dans la première configuration,
- et la figure 7 représente la valve trois voies utilisée dans cette variante de  
30 réalisation de l'invention, dans la seconde configuration.

Selon un mode préféré de réalisation de l'invention représenté à la **figure 1**, le système de refroidissement selon l'invention est apte à refroidir une machine électrique ME représentée en coupe d'un véhicule électrique ou hybride, cette machine électrique ME comportant notamment :

- un stator STA constitué principalement d'un empilement de tôles magnétiques et de bobinages en cuivre insérés dans des encoches de l'empilement de tôles,

- un rotor ROT constitué principalement dans ce mode de réalisation de l'invention, d'un empilement de tôles magnétiques formant des pôles magnétiques saillants, et de bobinages en cuivre bobinés autour de ces pôles magnétiques,

- et un arbre rotor fixé d'une part au rotor ROT et d'autre part à un carter CA de la machine électrique par l'intermédiaire de roulements RO.

Un système de refroidissement à l'huile selon l'invention est utilisé pour refroidir les parties actives de la machine électrique ME, que sont le rotor ROT et le stator STA. Pour cela, le système de refroidissement comporte notamment :

- un circuit de refroidissement OC permettant de mettre en contact de l'huile avec les parties actives de la machine électrique ME ;

- un réservoir d'huile OT qui collecte l'huile ayant refroidi les parties actives de la machine électrique ME et descendue par gravité dans le réservoir d'huile OT situé en bas de la machine électrique ME ;

- une pompe OP qui réinjecte l'huile contenue dans le réservoir d'huile OT en amont des parties actives de la machine électrique ME ;

- et un échangeur HE eau-huile qui refroidit l'huile reçue depuis la pompe OP avant qu'elle soit réinjectée en amont des parties actives de la machine électrique ME.

Le circuit de refroidissement OC comporte pour cela une portion formée de tubes en sortir de l'échangeur HE, qui amène l'huile refroidie au niveau de quatre entrées situées en partie supérieure de la machine électrique ME :

- 5

- Une première entrée est située sur un fond de carter de la machine électrique ME, ce fond de carter formant une paroi verticale du carter CA de la machine électrique ME, dans un plan orthogonal par rapport à la direction longitudinale L de la machine électrique ME. Cette première entrée amène une partie de l'huile refroidie au niveau de l'échangeur jusqu'à un passage P1 ménagé dans le fond de carter et menant d'une part à un injecteur IB situé en vis-à-vis d'un des roulements RO de l'arbre rotor de la machine électrique ME, et d'autre part à un injecteur IR situé en vis-à-vis des têtes de bobines du rotor.

10

Ce passage P1 est sensiblement vertical jusqu'à l'injecteur IB et comporte en amont de cet injecteur IB une branche latérale menant à l'injecteur IR fixé au fond de carter.
- 15

- Une deuxième entrée amène une partie de l'huile refroidie au niveau de l'échangeur jusqu'à un passage P3 creusé circulairement dans la carter CA de la machine électrique ME et menant directement au réservoir d'huile OT sans passer par les parties actives de la machine électrique ME. Ce passage P3 est semi-circulaire et en partie masqué sur la **figure 1** par le stator STA et le rotor ROT qu'il contourne. Il fait partie de la branche de dérivation de l'huile au sens de l'invention.
- 20

- Une troisième entrée amène une partie de l'huile refroidie au niveau de l'échangeur HE jusqu'à un injecteur IS situé sensiblement au milieu de la partie longitudinale supérieure du carter CA de la machine électrique ME.
- 25

- Une quatrième entrée amène une partie de l'huile refroidie au niveau de l'échangeur HE jusqu'à un passage P2 ménagé dans le carter de fermeture de la machine électrique ME. Ce carter de fermeture forme une deuxième paroi verticale du carter CA disposée symétriquement au fond de carter par rapport à un plan orthogonal à l'axe longitudinal L de la machine électrique ME et coupant l'arbre rotor sensiblement

30

en son milieu. Ce passage P2 mène une partie de l'huile en amont des parties actives de la machine électrique ME, d'une part à un autre

injecteur IB situé en vis-à-vis d'un des roulements RO de l'arbre rotor de la machine électrique ME, et d'autre part à un autre injecteur IR situé en vis-à-vis des têtes de bobines du rotor. Ce passage P2 est creusé plus ou moins verticalement dans le carter de fermeture en suivant la forme de celui-ci, jusqu'à l'injecteur IB, et comporte en amont de cet injecteur IB une branche latérale menant à l'injecteur IR fixé au carter de fermeture.

La disposition sensiblement symétrique des injecteur IS, IR et IB par rapport à un plan orthogonal à l'axe longitudinal L de la machine électrique ME et coupant l'arbre rotor en son milieu, permet un refroidissement et une lubrification homogène de la machine électrique ME. Notamment la disposition et le débit de l'injecteur IS permet d'arroser l'empilement de tôles du stator de sorte que l'huile s'étale sur la surface externe de cet empilement de tôles sans entrer profondément dans celui-ci. Ainsi le cœur du stator est refroidi sans que l'huile pénètre dans l'entrefer de la machine électrique ME.

Il est à noter que dans cette demande le terme « sensiblement » signifie « à peu de chose près », dans une fourchette de 10% par rapport à la direction ou à la position définie ainsi.

L'huile issue des injecteurs IS et IR, ayant refroidi le stator STA et le rotor ROT, descend par gravité dans le réservoir d'huile OT. En parallèle, l'huile issue des injecteurs IB de lubrification descend également par gravité dans le réservoir d'huile. Le débit des injecteurs de lubrification est réglé de manière à ce qu'il soit plus faible que le débit des injecteurs de refroidissement.

Le circuit de refroidissement OC amène par un système de crépine et de tuyaux, l'huile du réservoir jusqu'à la pompe OP qui elle-même est connectée par un tuyau amenant l'huile pompée à l'échangeur HE huile-eau.

Comme représenté à la **figure 2**, qui montre la circulation de l'huile dans un fonctionnement à basse température de la machine électrique ME, la branche de dérivation BD du circuit de refroidissement OC comporte le passage P3 ainsi qu'en amont du passage P3, une électrovanne MA. Dans ce mode de

fonctionnement de la machine électrique ME, la température de l'huile est inférieure à un seuil de température, fixé ici à 40°C (Celsius). En variante ce seuil fait partie d'une fourchette de température allant de 30°C à 50°C. L'électrovanne MA est pilotée par une unité de commande électronique de telle sorte qu'au-dessous de ce seuil de température, elle est en position ouverte. Ainsi, lorsque la température de l'huile est au-dessous de ce seuil, toute l'huile amenée en amont des parties actives de la machine électrique ME est utilisée pour refroidir et lubrifier la machine électrique ME, assurant un réchauffement rapide de l'huile pour éviter de fortes pertes par frottements.

10 Il est de plus à noter que dans cette variante de réalisation de la **figure 2**, en sortie de l'échangeur HE, une branche en Y amène l'huile d'une part vers les entrées d'huile permettant d'amener celle-ci vers les injecteurs de refroidissement et de lubrification, et d'autre part vers la branche de dérivation BD, qui est réalisée ici dans le carter de la machine électrique, mais  
15 alternativement est réalisable par un tuyau flexible extérieur à ce carter.

Dans un autre mode de fonctionnement de la machine électrique ME à haute température, représenté à la **figure 3**, la température de l'huile est supérieure à 40°C. Au-dessus de ce seuil de température, l'électrovanne MA est pilotée par l'unité de commande électronique de telle sorte qu'au-dessus de ce seuil de température, elle est en position fermée. Ainsi, lorsque la température de l'huile est au-dessus de ce seuil, une partie de l'huile amenée en amont des parties actives de la machine électrique ME est déviée directement dans le réservoir d'huile OT sans passer par les parties actives de la machine électrique ME. Cette portion d'huile déviée forme préférentiellement 50 à 60% du débit d'huile en sortie de l'échangeur HE. Ainsi à haute température, dans cette machine de traction, 2 litres par minutes circulent dans les parties actives et environ 2 à 3 litres par minutes dans la branche de dérivation. Ainsi le refroidissement au niveau de l'échangeur est amélioré et on évite le passage en mode dégradé de la machine électrique qui limiterait le couple disponible pour le conducteur.

De plus, la **figure 3** présente une variante de réalisation du circuit de refroidissement OC : une unique entrée dans la machine électrique est utilisée pour amener l'huile vers les parties actives. Cette entrée, située sur le carter ou le carter de fermeture, amène l'huile à un embranchement de deux passages:

5 un passage vertical dans le carter de fermeture pour alimenter un premier injecteur de refroidissement du rotor et un premier injecteur de lubrification d'un premier roulement, et un passage horizontal vers la portion principale cylindrique du carter pour alimenter l'injecteur du stator puis un deuxième injecteur de refroidissement du rotor et un deuxième injecteur de lubrification

10 d'un deuxième roulement. Différents diamètres des injecteurs de refroidissement du rotor et de lubrification des roulements assurent différents débits pour refroidir le rotor et pour lubrifier les roulements.

La **figure 4** présente une variante de réalisation du système de refroidissement selon l'invention, dans laquelle les moyens MA d'ouverture et de fermeture de la branche de dérivation BD sont une valve thermostatique à trois voies. Cette valve est disposée, dans cette variante de réalisation de l'invention, en amont de l'échangeur de chaleur HE et permet :

15

-soit de faire passer l'huile sortant de la pompe OP en amont des parties actives en court-circuitant l'échangeur de chaleur HE et sans la faire passer par la branche de dérivation BD,

20

-soit de faire passer l'huile dans l'échangeur de chaleur HE, celui-ci étant connecté en aval à un embranchement amenant l'huile d'une part vers les parties actives de la machine électrique ME, et d'autre part vers la branche de dérivation BD.

25

Cette variante de réalisation permet de court-circuiter l'échangeur de chaleur HE sans utiliser une valve VB de court-circuit de l'échangeur HE, représentée en pointillés sur les **figures 2 et 3** et qui permet d'accélérer la montée en température de l'huile au démarrage de la machine électrique ME de traction.

30

Ainsi dans une première configuration dans cette **figure 4** correspondant à un fonctionnement à basse température de la machine électrique ME, la température de l'huile étant inférieure à un seuil de température, fixé ici à 40°C, la valve MA laisse passer l'huile uniquement dans la branche qui court-circuite l'échangeur HE et amène l'huile aux parties actives de la machine, sans passer par la branche de dérivation BD. Ainsi, lorsque la température de l'huile est au-dessous de ce seuil, toute l'huile amenée en amont des parties actives de la machine électrique ME est utilisée pour refroidir et lubrifier la machine électrique ME, et n'est pas refroidie par l'échangeur HE, ce qui assure un réchauffement rapide de l'huile pour éviter de fortes pertes par frottements.

Dans une seconde configuration de cette variante de réalisation représentée à la **figure 5**, correspondant à un fonctionnement de la machine électrique ME à haute température, la température de l'huile est supérieure à 40°C. Au-dessus de ce seuil de température, la valve MA laisse passer l'huile uniquement vers l'échangeur HE. L'échangeur HE refroidit ainsi l'huile et la fait passer en sortie dans l'embranchement qui distribue l'huile d'une part en amont des parties actives de la machine ME et d'autre part dans la branche de dérivation BD. Ainsi, lorsque la température de l'huile est au-dessus de ce seuil, une partie de l'huile amenée en amont des parties actives de la machine électrique ME est déviée directement dans le réservoir d'huile OT sans passer par les parties actives de la machine électrique ME. Le refroidissement au niveau de l'échangeur HE est donc amélioré et on évite le passage en mode dégradé de la machine électrique qui limiterait le couple disponible pour le conducteur.

La **figure 6** représente la valve thermostatique MA, ici une valve thermostatique à capsule de cire MP, dans la première configuration de la variante de réalisation correspondant à la **figure 4**. La température de l'huile étant inférieure au seuil de 40°C, la capsule de cire MP, fixée à la partie fixe FP de la valve MA, n'est pas dilatée, et bloque le passage de l'huile vers

l'échangeur HE tout en permettant le passage de l'huile vers la branche qui court-circuite l'échangeur pour amener l'huile directement en amont des parties actives de la machine électrique ME.

5           La **figure 7** représente la valve thermostatique MA, dans la seconde configuration de la variante de réalisation correspondant à la **figure 5**. La température de l'huile étant supérieure au seuil de 40°C, la capsule de cire MP, fixée à la partie fixe FP de la valve MA, est dilatée, et bloque le passage de l'huile vers la branche qui court-circuite l'échangeur HE pour amener l'huile  
10 directement en amont des parties actives de la machine électrique ME, tout en permettant le passage de l'huile vers l'échangeur de chaleur HE. Lors de la dilatation de la capsule de cire MP, la pression dans la chambre CV de la valve MA varie. La différence de pression entre l'huile dans cette chambre CV et dans le circuit d'huile OC est susceptible d'empêcher le mouvement de la capsule de  
15 cire MP. Afin de résoudre ce problème, une rainure est pratiquée dans la capsule de cire MP afin de ré-équilibrer la pression entre la chambre CV de la valve MA et le circuit d'huile OC au niveau de l'arrivée d'huile AO dans la valve MA. Cette rainure GR permet un fin passage d'huile entre la chambre CV et le circuit d'huile OC. En variante un trou traversant est pratiqué dans la capsule de  
20 cire MP, permettant un passage de l'huile entre la chambre CV et le circuit d'huile OC.

Il est à noter que bien que dans ce mode préféré de réalisation, le liquide de refroidissement utilisé soit de l'huile, tout autre liquide de refroidissement  
25 diélectrique approprié au refroidissement des parties actives de la machine électrique est bien entendu utilisable dans le cadre de l'invention. D'autres modes de réalisation sont également envisageables, dans lesquels les moyens de fermeture et d'ouverture de la branche de dérivation sont par exemple un thermostat au lieu d'une électrovanne, ou une vanne trois voies en aval de  
30 l'échangeur, ou dans lesquels la température pilotant ces moyens de fermeture et d'ouverture est une température mesurée du rotor et/ou du stator ( deux

températures seuils étant considérées dans ce cas, la branche de dérivation étant opérationnelle dès que le rotor ou le stator atteint sa température critique associée). De plus il est à noter que l'invention est applicable également aux machines électriques dont le rotor est à aimants permanents, les injecteurs IR arrosant dans ce cas les faces latérales des aimants du rotor plutôt que les têtes de bobine du rotor.

## REVENDEICATIONS

1. Système de refroidissement d'une machine électrique (ME) comportant un stator (STA) et un rotor (ROT), ledit système de refroidissement comportant :
- 5 - un circuit de refroidissement (OC) apte à mettre en contact un liquide de refroidissement de type huile avec des parties actives de ladite machine électrique (ME),
- un réservoir (OT) apte à collecter le liquide de refroidissement ayant refroidi
- 10 lesdites parties actives,
- une pompe (OP) apte à réinjecter ledit liquide de refroidissement en amont desdites parties actives,
- et un échangeur de chaleur (HE),
- ledit système de refroidissement étant caractérisé en ce que ledit circuit de refroidissement (OC) comporte une branche de dérivation (BD) apte à dévier
- 15 une partie du liquide de refroidissement circulant en amont desdites parties actives et à la faire passer directement dans le réservoir (OT) sans passer par lesdites parties actives, ledit système de refroidissement comportant des moyens (MA) d'ouverture et de fermeture de ladite branche de dérivation (BD)
- 20 en fonction d'un seuil de température, lesdits moyens (MA) d'ouverture et de fermeture étant une électrovanne ou un thermostat, aptes à permettre le passage de liquide de refroidissement dans ladite branche de dérivation (BD) dès que la température du liquide de refroidissement atteint ledit seuil de température.
- 25
2. Système de refroidissement selon la revendication 1, caractérisé en ce que ladite branche de dérivation (BD) est creusée dans un fond de carter ou un carter de fermeture de ladite machine électrique (ME).

3. Système de refroidissement selon la revendication 1, caractérisé en ce que ladite branche de dérivation est réalisée par un tuyau flexible à l'extérieur du carter de ladite machine électrique.
- 5 4. Système de refroidissement selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que ledit circuit de refroidissement comporte :
- un injecteur (IS) situé en périphérie du stator (STA) de ladite machine électrique (ME), apte à arroser en liquide de refroidissement une portion centrale de la surface externe longitudinale dudit stator (STA),
  - 10 - et un injecteur (IR) fixé à un fond de carter de ladite machine électrique (ME), apte à arroser des têtes de bobine du rotor (ROT) de la machine électrique (ME).
5. Système de refroidissement selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que le circuit de refroidissement (OC) comporte un passage
- 15 (P1) dans un fond de carter de ladite machine électrique apte à amener du liquide de refroidissement au niveau d'un injecteur (IB) apte à arroser un roulement (RO) fixé audit fond de carter.
6. Système de refroidissement selon les revendications 4 et 5, caractérisé en ce
- 20 que ledit passage (P1) est en outre apte à amener du liquide de refroidissement au niveau dudit injecteur (IR) fixé audit fond de carter et apte à arroser des têtes de bobine du rotor (ROT) de la machine électrique (ME).
7. Système de refroidissement selon l'une quelconque des revendications 4 à
- 25 6, caractérisé en ce que le circuit de refroidissement (OC) comporte des injecteurs (IR, IS, IB) situés symétriquement par rapport à un plan perpendiculaire à l'axe longitudinal (L) de la machine électrique (ME) et situé à mi-chemin du fond de carter de ladite machine électrique (ME) et du carter de fermeture de ladite machine électrique (ME).

8. Système de refroidissement selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, caractérisé en ce que lesdits moyens (MA) d'ouverture et de fermeture sont une valve thermostatique à trois voies disposée en amont dudit échangeur de chaleur (HE) et apte à :

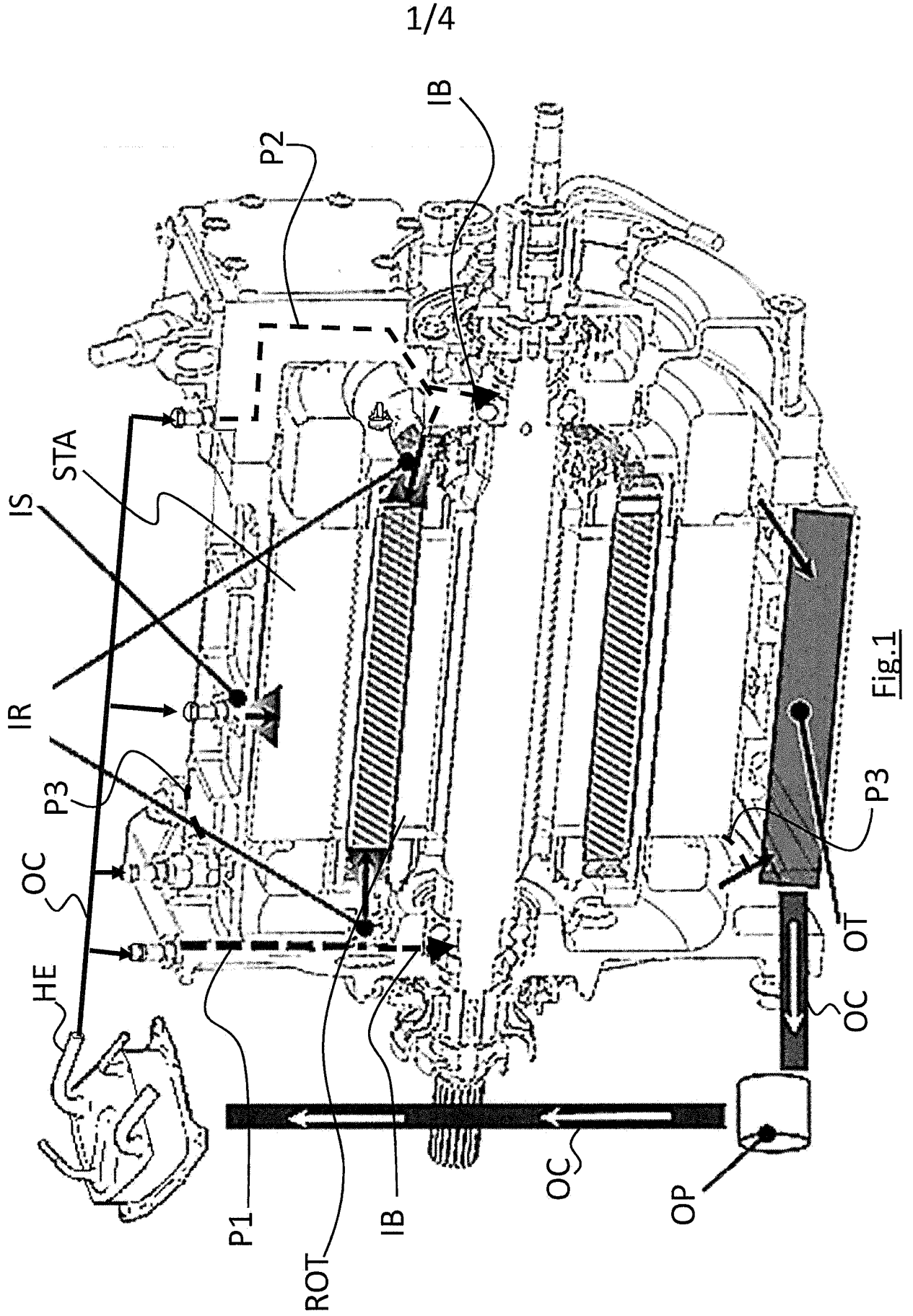
5                    - soit faire passer ledit liquide de refroidissement sortant de la pompe (OP) en amont desdites parties actives en court-circuitant ledit échangeur de chaleur (HE) et sans le faire passer par ladite branche de dérivation (BD),

                      - soit faire passer ledit liquide de refroidissement dans ledit échangeur de chaleur (HE), celui-ci étant connecté en aval à un embranchement amenant ledit  
10 liquide de refroidissement d'une part vers lesdites parties actives de la machine électrique (ME), et d'autre part vers ladite branche de dérivation (BD).

9. Système de refroidissement selon la revendication 8, caractérisé en ce que ladite valve thermostatique comporte une capsule de cire fixée à une partie fixe  
15 (FP) de ladite valve, une chambre (CV) de ladite valve séparant ladite partie fixe (FP) d'au moins une partie mobile de ladite capsule de cire, et en ce qu'une rainure ou un trou (GR) pratiqué dans ladite capsule de cire permet un passage dudit liquide de refroidissement entre ladite chambre (CV) et ledit circuit (OC) de refroidissement.

20

10. Véhicule électrique ou hybride comportant une machine électrique (ME) de traction et un système de refroidissement de ladite machine électrique (ME) de traction selon l'une quelconque des revendications 1 à 9.



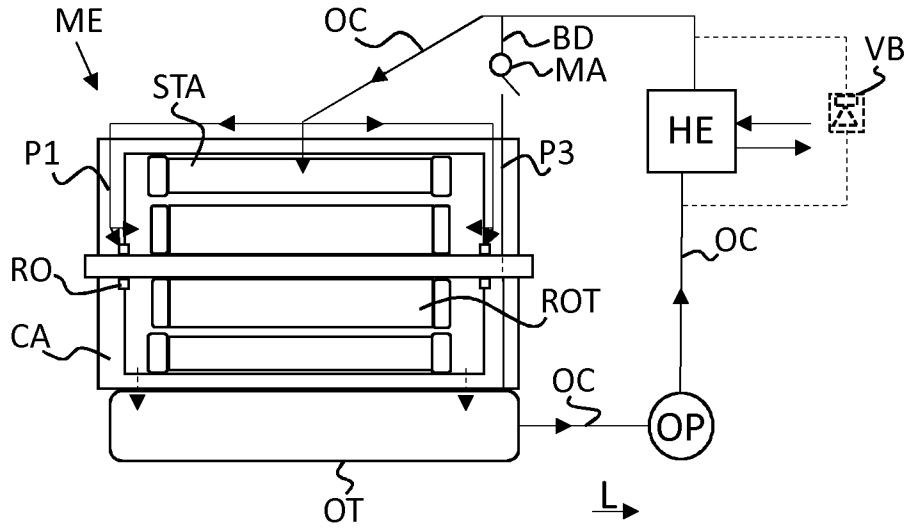


Fig.2

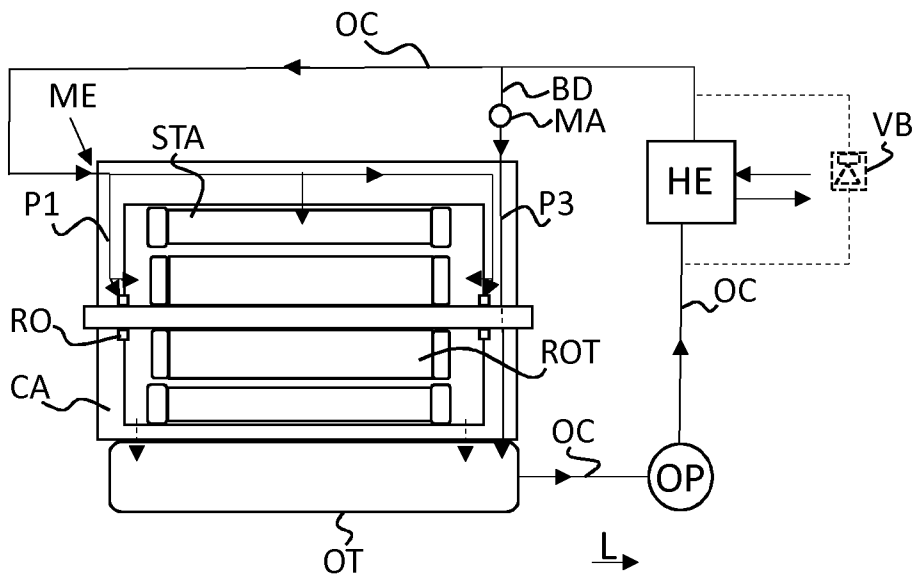


Fig.3

3/4

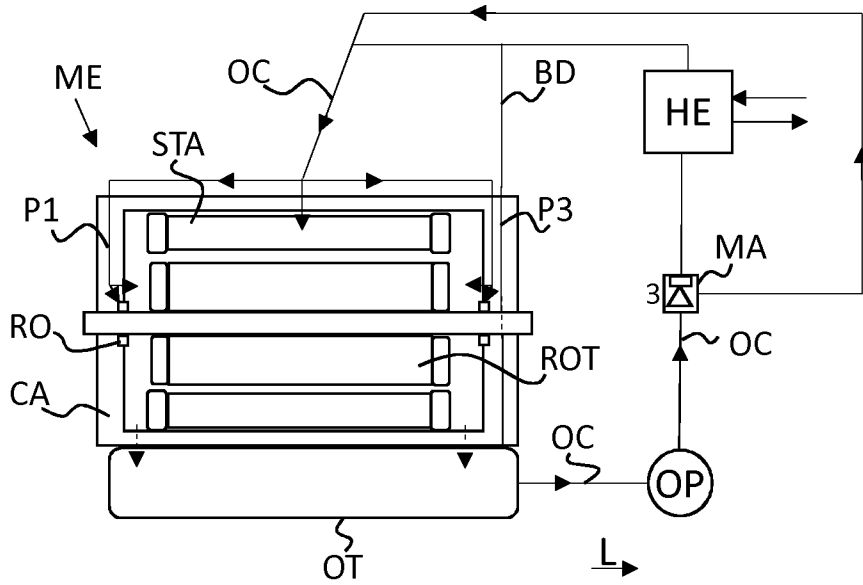


Fig.4

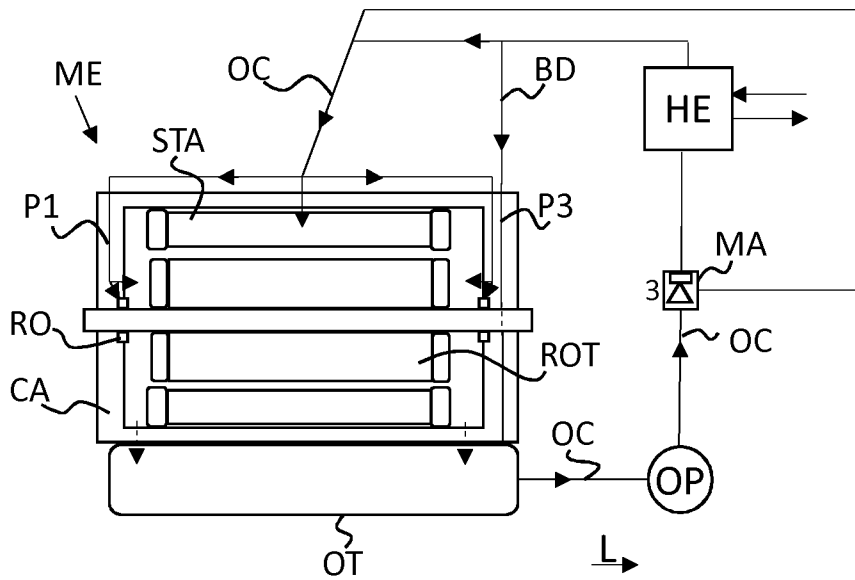


Fig.5

4/4

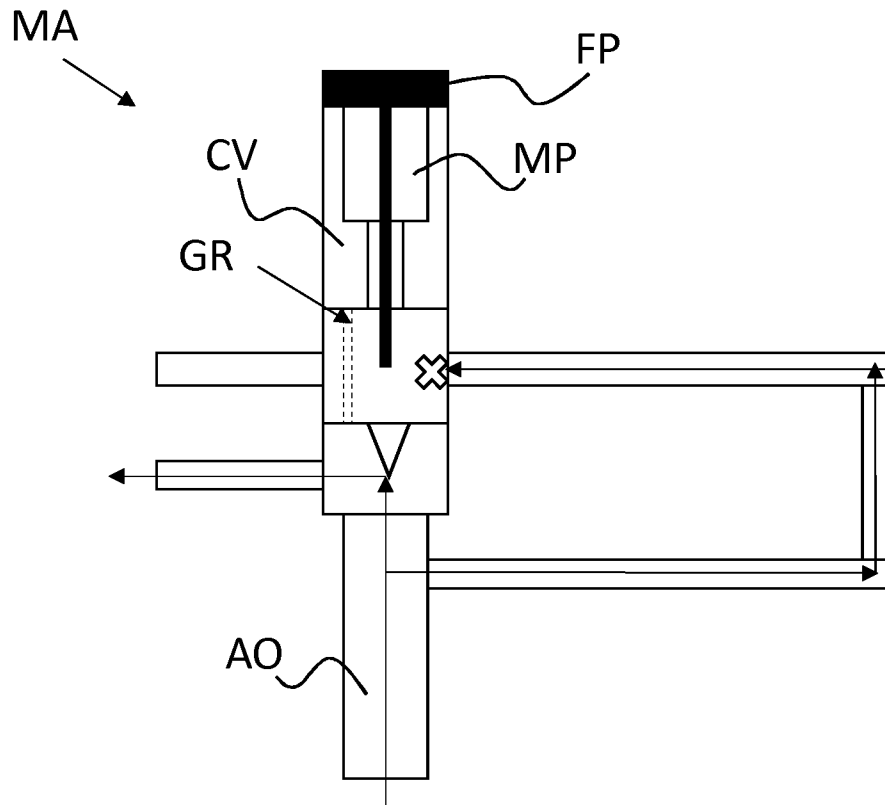


Fig.6

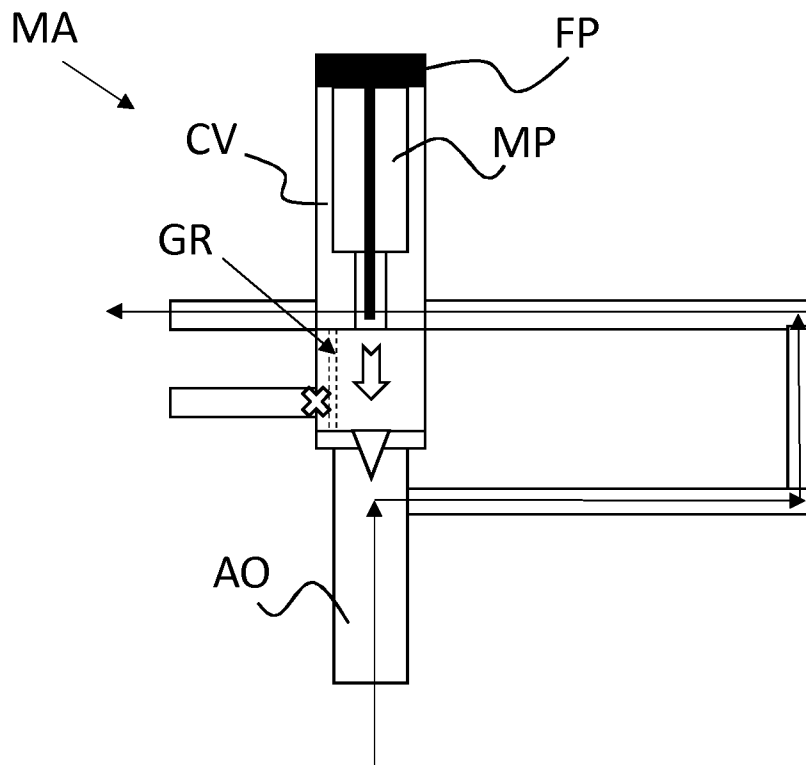


Fig.7

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No  
PCT/FR2018/051134

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
INV. H02K9/19 B60K11/02  
ADD.  
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**  
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
H02K B60K

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

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

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 2016 201959 A (MITSUBISHI MOTORS CORP) 1 December 2016 (2016-12-01)	1,2,10
Y	abstract; figures 1,2	4,5
Y	----- JP 2012 191719 A (HITACHI CONSTRUCTION MACHINERY; HITACHI INDUSTRY EQUIPMENT SYSTEMS CO) 4 October 2012 (2012-10-04) abstract; figure 1	4
Y	----- WO 2009/060276 A2 (TOYOTA MOTOR CO LTD [JP]; MURATA SATOSHI [JP]) 14 May 2009 (2009-05-14) paragraph [0042]; figure 2	5

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

\* Special categories of cited documents :

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
- "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search <b>1 August 2018</b>	Date of mailing of the international search report <b>09/10/2018</b>
---	---

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

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.  
PCT/FR2018/051134

Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

- 1.  Claims Nos.:  
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:
  
- 2.  Claims Nos.:  
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:
  
- 3.  Claims Nos.:  
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

See supplemental sheet

- 1.  As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
- 2.  As all searchable claims could be searched without effort justifying additional fees, this Authority did not invite payment of additional fees.
- 3.  As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:
  
- 4.  No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

2-7, 10 (in full); 1 (in part)

Remark on Protest

- The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, the payment of a protest fee.
- The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.
- No protest accompanied the payment of additional search fees.

This International Searching Authority found multiple inventions or groups of inventions in this international application, as follows:

1. Claims: 2-7, 10 (in full); I (in part)

The invention relates to a system for cooling an electric machine, comprising a solenoid valve or a thermostat as an opening and closing means.

2. Claims: 8-10 (in full); I (in part)

The invention relates to a system for cooling an electric machine, comprising a three-way thermostatic valve as an opening and closing means.

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No PCT/FR2018/051134
---

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
JP 2016201959	A	01-12-2016	NONE	
JP 2012191719	A	04-10-2012	JP 5496937 B2	21-05-2014
			JP 2012191719 A	04-10-2012
WO 2009060276	A2	14-05-2009	JP 2009118666 A	28-05-2009
			WO 2009060276 A2	14-05-2009

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/FR2018/051134

<b>A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE</b> INV. H02K9/19                      B60K11/02 ADD.		
Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB		
<b>B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE</b>		
Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement) H02K B60K		
Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche		
Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si cela est réalisable, termes de recherche utilisés) EPO-Internal		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS</b>		
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	JP 2016 201959 A (MITSUBISHI MOTORS CORP) 1 décembre 2016 (2016-12-01)	1,2,10
Y	abrégé; figures 1,2 -----	4,5
Y	JP 2012 191719 A (HITACHI CONSTRUCTION MACHINERY; HITACHI INDUSTRY EQUIPMENT SYSTEMS CO) 4 octobre 2012 (2012-10-04) abrégé; figure 1 -----	4
Y	WO 2009/060276 A2 (TOYOTA MOTOR CO LTD [JP]; MURATA SATOSHI [JP]) 14 mai 2009 (2009-05-14) alinéa [0042]; figure 2 -----	5
<input type="checkbox"/> Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents <span style="margin-left: 200px;"><input checked="" type="checkbox"/> Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe</span>		
* Catégories spéciales de documents cités:		
"A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent "E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date "L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée) "O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens "P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée	"T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention "X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément "Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier "&" document qui fait partie de la même famille de brevets	
Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée	Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale	
1 août 2018	09/10/2018	
Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale	Fonctionnaire autorisé	
Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Türk, Severin	

**Cadre n° II Observations - lorsqu'il a été estimé que certaines revendications ne pouvaient pas faire l'objet d'une recherche (suite du point 2 de la première feuille)**

Le rapport de recherche internationale n'a pas été établi en ce qui concerne certaines revendications conformément à l'article 17.2)a) pour les raisons suivantes :

1.  Les revendications n<sup>os</sup> se rapportent à un objet à l'égard duquel l'administration chargée de la recherche internationale n'est pas tenue de procéder à la recherche, à savoir :
  
2.  Les revendications n<sup>os</sup> parce qu'elles se rapportent à des parties de la demande internationale qui ne remplissent pas suffisamment les conditions prescrites pour qu'une recherche significative puisse être effectuée, en particulier :
  
3.  Les revendications n<sup>os</sup> parce qu'elles sont des revendications dépendantes et ne sont pas rédigées conformément aux dispositions de la deuxième et de la troisième phrases de la règle 6.4.a).

**Cadre n° III Observations - lorsqu'il y a absence d'unité de l'invention (suite du point 3 de la première feuille)**

L'administration chargée de la recherche internationale a trouvé plusieurs inventions dans la demande internationale, à savoir:

voir feuille supplémentaire

1.  Comme toutes les taxes additionnelles exigées ont été payées dans les délais par le déposant, le présent rapport de recherche internationale porte sur toutes les revendications pouvant faire l'objet d'une recherche.
  
2.  Comme toutes les revendications qui se prêtent à la recherche ont pu faire l'objet de cette recherche sans effort particulier justifiant des taxes additionnelles, l'administration chargée de la recherche internationale n'a sollicité le paiement d'aucunes taxes de cette nature.
  
3.  Comme une partie seulement des taxes additionnelles demandées a été payée dans les délais par le déposant, le présent rapport de recherche internationale ne porte que sur les revendications pour lesquelles les taxes ont été payées, à savoir les revendications n<sup>os</sup>.
  
4.  Aucune taxes additionnelles demandées n'ont été payées dans les délais par le déposant. En conséquence, le présent rapport de recherche internationale ne porte que sur l'invention mentionnée en premier lieu dans les revendications; elle est couverte par les revendications n<sup>os</sup> 2-7, 10 (complètement); 1 (en partie)

- Remarque quant à la réserve**
- Les taxes additionnelles étaient accompagnées d'une réserve de la part du déposant et, le cas échéant, du paiement de la taxe de réserve.
  - Les taxes additionnelles étaient accompagnées d'une réserve de la part du déposant mais la taxe de réserve n'a pas été payée dans le délai prescrit dans l'invitation.
  - Le paiement des taxes additionnelles n'était assorti d'aucune réserve.

**SUITE DES RENSEIGNEMENTS INDIQUES SUR PCT/ISA/ 210**

L'administration chargée de la recherche internationale a trouvé plusieurs (groupes d') inventions dans la demande internationale, à savoir:

1. revendications: 2-7, 10(complètement); 1(en partie)

Cette invention concerne un système de refroidissement d'une machine électrique comportant comme moyen d'ouverture et de fermeture une électrovanne ou un thermostat.

---

2. revendications: 8-10(complètement); 1(en partie)

Cette invention définit un système de refroidissement d'une machine électrique comportant comme moyen d'ouverture et de fermeture une valve thermostatique à trois voies.

---

**RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE**

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/FR2018/051134

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
JP 2016201959 A	01-12-2016	AUCUN	
JP 2012191719 A	04-10-2012	JP 5496937 B2 JP 2012191719 A	21-05-2014 04-10-2012
WO 2009060276 A2	14-05-2009	JP 2009118666 A WO 2009060276 A2	28-05-2009 14-05-2009