



(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(43) Date de publication:
30.10.2013 Bulletin 2013/44

(51) Int Cl.:
F04D 29/54 ^(2006.01) **F01P 5/06** ^(2006.01)
F04D 19/00 ^(2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **13165560.7**

(22) Date de dépôt: **26.04.2013**

(84) Etats contractants désignés:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Etats d'extension désignés:
BA ME

(72) Inventeur: **Briand, Marcel**
29470 PLOUGASTEL DAOULAS (FR)

(74) Mandataire: **Windal-Vercasson, Gaelle I.M.**
CABINET VIDON
Technopôle Atalante
16B Rue de Jouanet - BP
35703 Rennes Cedex 7 (FR)

(30) Priorité: **26.04.2012 FR 1253889**

(71) Demandeur: **SDMO Industries**
29200 Brest (FR)

(54) **Ventilateur axial avec redresseur à effet centripète ayant un moyeux de diamètre réduit**

(57) L'invention concerne un dispositif de refroidissement, par exemple pour groupe électrogène, comprenant un ventilateur axial comprenant des pales mobiles en rotation, aptes à entraîner un fluide de refroidissement, au travers d'une buse de ventilation, vers un élément à refroidir.

Selon l'invention, un tel dispositif de refroidissement comprend des ailettes fixes disposées en regard des pales mobiles dans la buse de ventilation, aptes à transformer une composante de vitesse tangentielle du fluide de refroidissement entraîné par le ventilateur axial :

- d'une part, en une vitesse radiale du fluide dirigée vers le centre du dispositif de refroidissement, de façon à créer un redressement centripète du flux de fluide ;
- d'autre part, en une vitesse axiale dudit fluide dirigée vers un axe de rotation dudit ventilateur, de façon à obtenir un redressement du flux de fluide dans une direction axiale.

Les ailettes fixes sont reliées à leur extrémité radialement interne par un moyeux dont le diamètre est inférieur au diamètre du moyeux des pales mobiles.

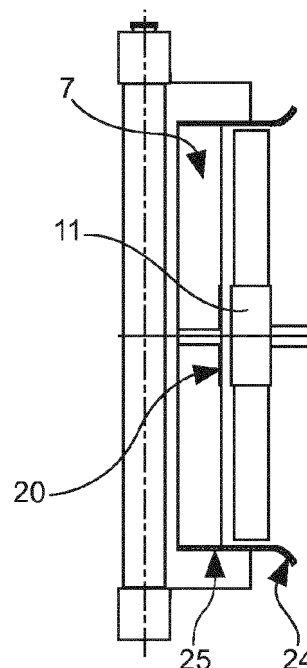


Fig. 11A

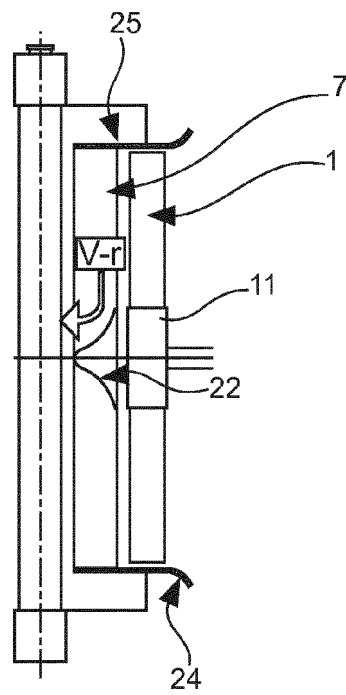


Fig. 11B

Description

1. Domaine de l'invention

[0001] Le domaine de l'invention est celui des systèmes de refroidissement à base de ventilateurs. Plus précisément, l'invention concerne un dispositif de refroidissement comprenant un ou plusieurs ventilateurs axiaux, permettant d'entraîner un fluide de refroidissement (par exemple une masse d'air) vers un élément dont on cherche à abaisser la température.

[0002] L'invention trouve notamment, mais non exclusivement, des applications dans le domaine du refroidissement des moteurs thermiques, par exemple lorsqu'ils sont intégrés dans un groupe électrogène.

2. Art antérieur et ses inconvénients

[0003] Les ventilateurs axiaux, ou hélicoïdaux, sont couramment utilisés pour le refroidissement d'installations industrielles. Leur principe de fonctionnement repose sur la mise en rotation d'une hélice, comprenant une pluralité de pales mobiles, qui permet d'entraîner axialement un fluide de refroidissement, selon l'axe de rotation de l'hélice, vers un équipement que l'on souhaite refroidir. De tels ventilateurs fonctionnent avec tout type de fluide compressible, mais le plus souvent avec l'air ambiant. Ils permettent ainsi de souffler de l'air frais vers l'équipement à refroidir.

[0004] Le débit d'air d'un tel ventilateur axial se fait dans une buse de ventilation, permettant l'écoulement de l'air frais vers l'équipement à refroidir.

[0005] Deux problèmes principaux se posent cependant lors de l'utilisation de tels ventilateurs axiaux.

[0006] Lorsque le ventilateur est en fonctionnement, ses pales mobiles entrent en rotation et ont tendance à agir sur la masse de fluide dans laquelle elles tournent pour l'entraîner à son tour en rotation. Cette mise en rotation du fluide environnant diminue la vitesse relative des pales par rapport au fluide, ce qui se traduit par une diminution du rendement du ventilateur.

[0007] Le document de brevet FR 2 784 423 propose une solution à ce premier problème, sous la forme d'une conduite d'air destinée à un ventilateur électrique comprenant des pales mobiles et des éléments d'interconnexion s'étendant entre un élément annulaire extérieur et un élément annulaire intérieur coaxiaux aux pales mobiles. De tels éléments d'interconnexion dévient l'écoulement de l'air vers la direction axiale. Ainsi, le flux d'air est placé dans la direction attendue pour traverser le radiateur, de sorte qu'on favorise la pénétration de l'air dans le faisceau de radiateur.

[0008] Un tel effet est également connu de l'utilisation de pales fixes ou contrarotatives dans les turbines, turbo-propulseurs ou réacteurs.

[0009] Un deuxième problème rencontré lors de l'utilisation de ventilateurs axiaux est que l'effet centrifuge lié à la rotation des pales du ventilateur a pour effet d'aug-

menter le débit, et donc la pression sur le pourtour du ventilateur; à l'inverse, une zone de basse pression est générée au centre de la zone de refoulement.

[0010] Plus précisément, lors de la mise en rotation des pales mobiles, il se forme, en aval du ventilateur par rapport au sens de déplacement du fluide, un cône inactif, constituant une zone « morte » dans laquelle la pression et le débit de ventilation sont faibles, voire nuls.

[0011] Un tel cône inactif est illustré en **figure 1**, qui est issue d'un calcul de CFD (pour « Computer Fluid Dynamic », en français « Mécanique des Fluides Numérique »), et illustre la distribution des vitesses de fluide dans l'environnement du ventilateur.

[0012] Dans l'exemple de la figure 1, le ventilateur 1, lorsque ses pales entrent en rotation, aspire de l'air, qui est transmis, via une buse de ventilation 2, vers un équipement que l'on cherche à refroidir, en l'occurrence un radiateur de refroidissement 3.

[0013] Comme illustré sur cette figure, il se forme, en aval du ventilateur 1 par rapport au sens 5 de déplacement du flux d'air, un cône inactif 4, dont la base se situe à la base des pales du ventilateur 1, et dont le sommet peut être plus ou moins éloigné du ventilateur, en fonction des caractéristiques et des dimensions de ce dernier.

Dans ce cône inactif 4, la vitesse de déplacement de l'air est quasi nulle. Dans certains cas, le débit d'air dans le cône inactif 4 peut même être négatif, si la pression en aval du radiateur de refroidissement 3 est supérieure à celle de cette zone morte : il se produit alors un phénomène de recyclage, de sorte que de l'air chaud situé en aval du radiateur repasse dans la zone morte du cône 4, ce qui entraîne une perte d'efficacité du système constitué du ventilateur 1 et du radiateur 3.

[0014] Comme on le voit sur la **figure 2**, le radiateur 3 reçoit donc de l'air frais pulsé par le ventilateur 1 sur toute sa surface, à l'exception de la zone centrale 6 située dans le cône inactif 4.

[0015] Toute la surface du radiateur de refroidissement 3 n'est donc pas utilisée de façon optimale pour l'échange thermique, ce qui entraîne une perte en dimensions utiles, et donc une baisse du rendement de l'ensemble constitué par le ventilateur 1 et le radiateur 3.

[0016] Pour résoudre ce problème, une solution consiste à éloigner le radiateur 3 (ou plus généralement l'équipement que l'on cherche à refroidir), du ventilateur 1. En effet, en plaçant le radiateur suffisamment loin du ventilateur, on parvient à extraire le radiateur de l'influence du cône inactif 4.

[0017] Cependant, une telle solution nuit à la compacité du système et, dans certains contextes, conduit à une augmentation inacceptable des dimensions de l'ensemble. C'est le cas notamment des groupes électrogènes, dans lesquels le moteur thermique est refroidi au moyen d'un ou plusieurs radiateurs de refroidissement associés à un ou plusieurs ventilateurs axiaux, et qui doivent répondre à de sévères contraintes d'encombrement.

[0018] On notera par ailleurs que la conduite d'air pré-

sentée dans le document de brevet FR 2 784 423 précité n'apporte pas de solution à ce problème d'apparition d'une zone morte.

[0019] Il existe donc un besoin d'une technique de refroidissement par ventilateur axial permettant de pallier ces différents inconvénients de l'art antérieur. Plus précisément, il existe un besoin d'une telle technique permettant d'améliorer le rendement de l'hélice de ventilation d'un ventilateur axial.

[0020] Il existe également un besoin d'une telle technique qui permette de réduire l'influence néfaste du cône inactif situé en aval d'un ventilateur axial, sans accroître l'encombrement global du système de refroidissement.

[0021] Il existe également un besoin d'une telle technique qui soit fiable et peu coûteuse à mettre en oeuvre.

[0022] Il existe aussi un besoin d'une telle technique qui n'augmente pas, voire réduise, le niveau sonore du système de refroidissement.

3. Exposé de l'invention

[0023] L'invention répond, dans tout ou partie de ses aspects, à l'un au moins de ces besoins en proposant un dispositif de refroidissement pour groupe électrogène comprenant au moins un ventilateur axial comprenant au moins deux pales mobiles en rotation, aptes à entraîner un fluide de refroidissement, au travers d'une buse de ventilation, vers un élément à refroidir. Un tel dispositif de refroidissement comprend au moins deux ailettes fixes disposées en regard desdites pales mobiles dans ladite buse de ventilation.

[0024] Selon l'invention, de telles ailettes fixes présentent une forme incurvée apte à transformer une composante de vitesse tangentielle dudit fluide de refroidissement entraîné par ledit ventilateur axial :

- d'une part, en une vitesse radiale dudit fluide dirigée vers le centre dudit dispositif de refroidissement ;
- d'autre part, en une vitesse axiale dudit fluide dirigée vers un axe de rotation dudit ventilateur.

[0025] Ainsi, l'invention repose sur une approche tout à fait nouvelle et inventive du refroidissement par ventilateur axial. En effet, de telles ailettes fixes, disposées dans la buse de ventilation du ventilateur produisent deux effets combinés : d'une part, elles permettent un redressement centripète du flux du fluide de refroidissement, de façon à supprimer le cône inactif et assurer un débit de fluide au travers de la zone morte située derrière le moyeu du ventilateur, et d'autre part, elles permettent de contrer la mise en rotation du fluide de refroidissement provoquée par l'effet d'entraînement des pales du ventilateur. Leur présence dans la buse de ventilation, c'est-à-dire en aval du ventilateur par rapport au sens de déplacement du fluide de refroidissement, permet donc d'accroître le rendement du ventilateur.

[0026] On notera que, par ailettes fixes, on entend ici, et dans toute la suite de ce document, des ailettes fixes

en rotation, par opposition aux pales du ventilateur. On pourrait cependant envisager que de telles ailettes fixes soient réglables ou orientables, par exemple pour modifier un angle d'inclinaison de tout ou partie des ailettes par rapport à la direction de déplacement du fluide.

[0027] De telles ailettes peuvent prendre diverses formes aptes à redresser le flux d'air, ou plus généralement de fluide, du ventilateur, des plus simples au plus complexes. Cependant, la forme incurvée des ailettes fixes est définie de sorte qu'à toute position relative des pales mobiles du ventilateur, une ou plusieurs ailettes fixes présente un angle relatif capable de transformer la vitesse tangentielle du fluide propulsé en vitesse radiale dirigée vers le centre d'une part, et de transformer la vitesse tangentielle en vitesse axiale pour redresser le flux et favoriser la pénétration de l'air dans le faisceau de radiateur, d'autre part.

[0028] Selon un premier aspect de l'invention, les pales mobiles étant fixées en leur extrémité proximale sur un moyeu central, les ailettes fixes sont reliées en leur extrémité proximale à un dispositif de liaison de diamètre inférieur ou égal au diamètre du moyeu central du ventilateur.

[0029] Il est en effet nécessaire de prévoir des moyens de fixation des ailettes fixes les unes par rapport aux autres et, idéalement, de rigidifier leur assemblage, soumis au flux de fluide. On prévoit donc un dispositif de liaison de ces ailettes fixes. Par ailleurs, le ventilateur présente un moyeu central, sur lequel sont fixées les pales mobiles, qui constitue une zone inactive en ce qui concerne le débit d'air ou de fluide. Afin de ne pas aggraver le phénomène d'apparition de cette zone inactive, et de ne pas dégrader l'effet de redressement centripète produit par les ailettes fixes, on choisit donc avantageusement de limiter les dimensions du dispositif de liaison de façon que son diamètre extérieur reste inférieur ou égal au diamètre du moyeu central du ventilateur.

[0030] Dans un premier mode de réalisation, un tel dispositif de liaison comprend un tube sur lequel sont fixées les extrémités proximales des ailettes fixes et un disque de renfort, situé à proximité du moyeu central, le diamètre du tube étant sensiblement inférieur au diamètre du disque de renfort, et le diamètre du disque de renfort étant inférieur ou égal au diamètre du moyeu central.

[0031] Dans un deuxième mode de réalisation, un tel dispositif de liaison présente sensiblement une forme de cône ou de cône à surface incurvée, dont le diamètre diminue en s'éloignant du moyeu central vers l'élément à refroidir.

[0032] De telles formes se prêtent particulièrement à une réalisation de pièce en moulage plastique, ce qui s'avère avantageux. En outre, une telle forme de cône ou de cône à surface incurvée (comme illustré sur les figures annexées) facilite la réorientation du flux centripète vers la direction axiale voulue et recherchée pour faire passer l'air de refroidissement au travers du faisceau, dans la zone centrale du radiateur.

[0033] Selon un autre aspect de l'invention, les ailettes

fixes sont de forme incurvée et présentent une courbure comprise dans un plan sensiblement perpendiculaire à un axe de rotation des pales mobiles, appelé plan de rotation.

[0034] Ainsi, de telles ailettes fixes génèrent un effet centripète sur le fluide de refroidissement pulsé par les pales mobiles du ventilateur, qui tend à ramener du fluide de refroidissement vers la zone centrale située en aval du ventilateur. De cette façon, la présence de ces ailettes fixes empêche la création du cône inactif décrit précédemment en relation avec l'art antérieur.

[0035] Selon une caractéristique avantageuse de l'invention, de telles ailettes fixes présentent un sens de courbure apte à orienter une partie dudit fluide entraîné par lesdites pales mobiles vers l'axe de rotation dudit ventilateur. De telles ailettes peuvent être de forme simple, et donc peu coûteuses. Elles permettent d'utiliser l'effet dynamique du flux d'air ou de fluide pour orienter une partie du flux vers la zone centrale en aval du ventilateur.

[0036] Selon une caractéristique avantageuse de l'invention, lesdites ailettes fixes présentent, en leur extrémité distale, un angle non nul avec ledit axe de rotation. Ainsi, l'angle formé entre la corde des ailettes et l'axe de rotation est non nul.

[0037] Une telle inclinaison des extrémités distales des ailettes permet d'optimiser la répartition de la pression d'air générée par le ventilateur de part et d'autre des ailettes fixes, et d'éviter la formation de zones de basse pression en arrière des ailettes fixes. Elle permet également de réduire le bruit généré par le passage des pales mobiles du ventilateur en regard des ailettes fixes, qui induit la création d'une onde de pression.

[0038] De façon avantageuse, l'angle formé entre la corde de l'ailette en son extrémité distale et l'axe de rotation est sensiblement égal à 45°. Un tel angle permet en effet d'optimiser la répartition des pressions en amont et en aval des ailettes fixes, et donc d'éviter un effet de cavitation. D'autres valeurs de cet angle peuvent également être adoptées, en fonction notamment de la forme des ailettes fixes et des contraintes de fonctionnement imposées au dispositif de refroidissement. Une valeur optimale de cet angle pourra être déterminée par exemple par calcul de CFD ou par mise au point au cours d'essais de performances.

[0039] De manière préférentielle, lesdites ailettes fixes sont vrillées. Ainsi, elles tournent sur elles-mêmes, sur l'ensemble de leur longueur, de façon à accroître le phénomène de redressement de flux de fluide et à améliorer la répartition de la pression d'air et donc du débit sur la surface du radiateur. On notera cependant que ces ailettes font, de préférence, moins d'un demi tour complet sur elles-mêmes. Un tel vrillage peut être progressif et augmenter du centre des ailettes vers leur extrémité distale.

[0040] Selon un autre aspect avantageux de l'invention, un tel dispositif de refroidissement comprend un nombre N d'ailettes fixes différent du nombre P de pales

mobiles du ventilateur, afin d'éviter la génération de bruit par la superposition d'ondes de pression acoustiques générée au passage de chaque pale mobile devant une ailette fixe.

[0041] Préférentiellement, le nombre N d'ailettes fixes et le nombre P de pales mobiles du ventilateur sont deux nombres premiers entre eux, afin de réduire autant que possible le phénomène de résonance susceptible de générer des nuisances sonores. Par exemple, dans le cas d'un ventilateur à neuf pales mobiles, on dispose sept ailettes fixes dans la buse de ventilation.

[0042] Dans un mode de réalisation avantageux de l'invention, un tel dispositif de refroidissement comprend des ailettes fixes identiques équidistantes, par exemple au nombre de sept. Le fait que les ailettes soient identiques et équidistantes permet d'obtenir un redressement homogène du flux d'air ou de fluide sur l'ensemble de l'empreinte du ventilateur.

[0043] Selon un autre aspect de l'invention, lesdites ailettes fixes sont reliées en leur extrémité distale à un élément sensiblement annulaire de diamètre supérieur au diamètre dudit ventilateur axial, ledit élément sensiblement annulaire présentant une forme évasée sur une portion s'étendant en amont dudit ventilateur axial, de façon à créer un effet Venturi sur ledit fluide de refroidissement.

[0044] Une telle forme contribue à l'amélioration de l'efficacité du ventilateur.

[0045] Selon un aspect avantageux de l'invention, ledit élément à refroidir est un radiateur de refroidissement d'un système de refroidissement de moteur thermique. En effet, les systèmes de refroidissement de moteurs thermiques sont généralement équipés d'un ou plusieurs radiateurs de refroidissement, utilisant l'air ambiant pour refroidir les différents fluides qui circulent dans les radiateurs (eau de refroidissement du bloc moteur, air de suralimentation, huile, combustible, etc.). Le refroidissement des radiateurs se fait par air pulsé par un ou plusieurs ventilateurs axiaux soufflant de l'air frais au travers du faisceau de radiateur. Dans ces systèmes, la contrainte d'encombrement est généralement une contrainte forte, de sorte qu'il est difficile de suivre les préconisations des constructeurs de ventilateurs, qui préconisent de placer le radiateur aussi loin que possible du ventilateur (par exemple, selon certaines spécifications, à une distance au moins égale à une fois et demie le diamètre du ventilateur), afin de l'extraire de la zone d'influence du cône inactif. L'invention s'applique donc de manière particulièrement avantageuse dans ce contexte.

[0046] L'invention concerne également un groupe électrogène comprenant un moteur thermique et un alternateur relié audit moteur thermique et apte à transformer en énergie électrique une énergie reçue dudit moteur thermique.

[0047] Selon l'invention, un tel groupe électrogène comprend au moins un dispositif de refroidissement tel que décrit précédemment.

[0048] L'invention concerne également un groupe

électrogène caractérisé en combinaison par tout ou partie des caractéristiques mentionnées ci-dessus ou ci-après.

4. Présentation des figures

[0049] D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront plus clairement à la lecture de la description suivante, donnée à titre de simple exemple illustratif et non limitatif, en relation avec les dessins, parmi lesquels :

- la figure 1, déjà commentée en relation avec l'art antérieur, illustre la distribution des vitesses de fluide dans l'environnement d'un ventilateur axial, et plus précisément la formation d'un cône inactif en aval du ventilateur;
- la figure 2, également commentée en relation avec l'art antérieur, illustre la zone centrale d'un radiateur, disposé en aval du ventilateur axial, affectée par le cône inactif de la figure 1 ;
- la figure 3 décrit certains éléments d'un système de refroidissement de moteur thermique d'un groupe électrogène ;
- la figure 4 illustre le dispositif de la figure 3 dans lequel ont été ajoutées des ailettes fixes, conformément à l'invention ;
- la figure 5 détaille l'ensemble constitué de la buse de ventilation et des ailettes fixes de la figure 4 ;
- les figures 6A à 6I illustrent plus en détails la forme et les dimensions des ailettes fixes de la figure 5, dans un exemple particulier de réalisation de l'invention. Plus précisément :

- les figures 6A et 6B présentent les vues de face et de derrière des ailettes fixes ;
- la figure 6C illustre la vue de droite des ailettes de la figure 6A ;
- la figure 6D présente une vue en coupe A-A des ailettes de la figure 6B ;
- la figure 6E présente une vue en coupe B-B des ailettes de la figure 6B ;
- la figure 6F présente une vue en coupe D-D des ailettes de la figure 6D ;
- les figures 6G et 6H offrent deux vues en perspective des ailettes fixes, avec des détails sur le moyeu central des ailettes d'une part, et sur leur zone d'attache distale d'autre part ;
- la figure 6I offre un détail de la section des ailettes de la figure 6C.

- la figure 7 illustre la nouvelle distribution des vitesses d'air de la figure 1, après introduction d'ailettes fixes dans le dispositif de la figure 3, conformément à l'invention ;
- les figures 8A et 8B illustrent les composantes de vitesse du fluide de refroidissement au niveau des pales mobiles du ventilateur et des ailettes fixes ;

- la figure 9 présente une autre vue du dispositif de l'invention, permettant d'illustrer l'angle α formé par la corde des ailettes fixes et l'axe de rotation des pales mobiles ;
- les figures 10, 11A et 11B présentent différents exemples d'assemblage des ailettes fixes de l'invention ;
- la figure 12 présente un exemple de mode de réalisation, dans lequel les ailettes fixes présentent un angle d'inclinaison nul par rapport à l'axe de rotation des pales mobiles du ventilateur sur toute leur longueur;
- la figure 13 présente un exemple de réalisation des ailettes fixes et d'un élément annulaire auquel elles sont solidarisiées ;
- les figures 14, 15 et 16 présentent un exemple de système de refroidissement selon l'invention, dans lequel un ventilateur axial est entouré par une buse de ventilation (figure 14), dans lequel des ailettes fixes sont disposées dans la buse (figure 15), et dans lequel un élément annulaire formé autour du ventilateur dans la buse présente en entrée une forme de venturi (figure 16).

5. Description d'un mode de réalisation de l'invention

[0050] On présente désormais, en relation avec la **figure 3**, un mode de réalisation de l'invention, dans lequel le dispositif de refroidissement de l'invention fait partie d'un système de refroidissement de moteur thermique d'un groupe électrogène.

[0051] On rappelle tout d'abord qu'un groupe électrogène est un dispositif autonome permettant de produire de l'énergie électrique à partir d'un moteur thermique. Un groupe électrogène permet ainsi, soit de pallier une coupure du réseau électrique public, soit d'alimenter des appareils électriques dans des zones dépourvues d'accès au réseau électrique public.

[0052] Un groupe électrogène comprend de manière connue :

- un bâti,
- un moteur thermique monté sur le bâti,
- un alternateur monté sur le bâti et relié au moteur thermique pour pouvoir transformer l'énergie reçue du moteur thermique en énergie électrique,
- un boîtier de commande et de raccordement relié à l'alternateur,
- au moins une entrée d'air dans le bâti pour alimenter le moteur thermique.

[0053] En fonctionnement, le moteur thermique monte en température, et il est important de prévoir, dans le groupe électrogène, un système de refroidissement adéquat, afin de maintenir sa température dans une plage acceptable pour conserver un fonctionnement correct. Un tel système de refroidissement permet également d'éviter la détérioration du moteur et d'autres compo-

sants du groupe électrogène, qui pourrait être causée par l'élévation de la température liée aux rejets thermiques de ses composants.

[0054] Comme exposé précédemment, un tel système de refroidissement comprend généralement un radiateur 3, dans lequel circule un fluide à refroidir (eau de refroidissement du bloc moteur, air de suralimentation, huile, combustible, etc.). Un ventilateur axial 1 souffle de l'air frais au travers du faisceau de radiateur 3. Le débit d'air de ce ventilateur 1 se fait dans une buse de ventilation 2, qui sert de collecteur d'alimentation pour le radiateur 3.

[0055] Comme illustré en figure 8A, l'air est propulsé tangentiellement et radialement en direction de l'extérieur, par l'effet centrifuge généré par la vitesse de rotation des pales mobiles. La vitesse V de l'air en sortie de pale comprend donc une composante tangentielle V_t et une composante radiale V_r (effet centrifuge), comme illustré sur la figure 8A. Il résulte de cette composante radiale de la vitesse de l'air un débit beaucoup plus important, ainsi qu'une pression plus importante, dans les zones périphériques du ventilateur. Inversement, le débit et la pression sont faibles, voire nuls ou même négatifs dans la zone centrale de rejet (cône mort).

[0056] Afin de maintenir la température de fonctionnement du groupe électrogène dans une plage acceptable, tant pour conserver un bon rendement que pour éviter la détérioration de ses composants, il est important que le ventilateur soit aussi efficace que possible. Conformément à l'invention, et comme illustré sur la figure 4, on introduit donc dans la buse de ventilation 2 un ensemble d'ailerres fixes 7, qui forment un système contrarotatif empêchant la mise en rotation de l'air par les pales mobiles du ventilateur 1. En bloquant la mise en rotation de la masse d'air, on améliore ainsi la vitesse relative des pales du ventilateur par rapport à l'air, et donc le rendement du ventilateur.

[0057] Par ailleurs, les groupes électrogènes étant soumis à des contraintes d'encombrement sévères (ils doivent rester compacts pour satisfaire l'utilisateur), il n'est pas possible de résoudre le problème de l'apparition d'un cône inactif en aval du ventilateur 1 en reculant le radiateur 3. Conformément à l'un des aspects de l'invention, et comme illustré sur la figure 4, on choisit donc la forme des ailerres fixes 7, formées et/ou montées dans la buse de ventilation 2, de façon à ramener le flux d'air déplacé par les pales en rotation du ventilateur 1 vers la zone centrale correspondant, selon l'art antérieur, à la zone de formation du cône inactif. Ce faisant, on annule donc l'effet de ce cône inactif. Plus précisément, selon cet aspect de l'invention, on choisit des ailerres fixes de forme incurvée, dont la courbure utilise l'effet dynamique de l'air pulsé pour en ramener une partie vers le centre par effet centripète.

[0058] Ainsi, et comme illustré en figure 8B, la forme incurvée des ailerres fixes est définie de sorte qu'à toute position relative des pales mobiles du ventilateur, l'angle d'incidence du flux d'air propulsé en sortie de la pale du ventilateur sur une ailette fixe soit tel qu'il permette de

transformer la vitesse tangentielle V_t de l'air incident, en une vitesse radiale V_r dirigée vers le centre.

[0059] Cette composante V_r de la vitesse vient s'opposer à la vitesse centrifuge V_r créée par la rotation du ventilateur (voir figure 8A) et selon la forme et l'incurvation des ailerres fixes, sa norme peut être égale ou supérieure à celle de la vitesse centrifuge V_r .

[0060] Sur la figure 8B, on notera que :

- 10 - V désigne la vitesse de l'air redressé par une ailette fixe. Sa direction est tangente à l'aillette fixe considérée ;
- V_t désigne la vitesse tangentielle de l'air en sortie de la pale mobile du ventilateur ;
- 15 - V_r désigne la composante radiale dirigée vers le centre de la vitesse de l'air redressé par les ailerres fixes.

[0061] Le résultat de l'optimisation de la forme et du nombre d'ailerres fixes permet ainsi une alimentation beaucoup plus homogène de la surface du radiateur, et une mise en pression de la zone centrale (face au moyeu de ventilateur), supprimant le cône mort et assurant un débit au travers de cette zone qui est équivalent à celui existant dans les zones externes.

[0062] Dans les cas les plus défavorables, en l'absence d'ailerres fixes jouant le rôle de redresseur centripète, la pression est tellement basse dans la zone centrale entre le ventilateur et le radiateur, qu'une faible contrepression en aval du radiateur suffit à provoquer un retour d'air chaud en amont du radiateur, au travers de cette zone : un tel recyclage de l'air dégrade fortement la performance du système de refroidissement.

[0063] La fonction centripète des ailerres fixes de l'invention corrige ce problème et apporte une homogénéité du flux d'air sur toute la surface d'échange.

[0064] Outre cet effet de redressement centripète du flux d'air, les ailerres fixes de l'invention produisent un effet complémentaire, à savoir le redressement du flux d'air en rotation, pour en faire un flux dirigé axialement, afin d'améliorer le rendement du système de refroidissement, en plaçant le flux d'air dans la direction attendue pour traverser le radiateur.

[0065] Pour ce faire, comme illustré en figure 9, les ailerres fixes sont conçues de façon à ce que l'angle α formé par la corde de l'aillette fixe et l'axe de rotation des pales mobiles du ventilateur évolue progressivement d'une valeur $\alpha=0^\circ$ à l'extrémité proximale des ailerres fixes vers une valeur α non nulle en extrémité distale des ailerres. Par exemple, $\alpha=45^\circ$ à l'extrémité distale des ailerres fixes. On notera que cette valeur peut être optimisée en fonction des géométries d'ailerres fixes et de pales mobiles utilisées, par exemple par calcul de CFD.

[0066] Cet angle α permet de redresser le flux d'air, et de transformer la vitesse tangentielle de l'air en sortie de pale mobile en vitesse axiale, pour favoriser la pénétration de l'air dans le faisceau de radiateur.

[0067] Un tel redressement du flux d'air dans la direc-

tion axiale, combiné avec l'effet de redressement centripète décrit précédemment, a pour résultat une amélioration du rendement de la fonction de ventilation.

[0068] De la mise en direction axiale du flux d'air résulte également une diminution du bruit généré par frottement de l'air contre les ailettes et autres aspérités du radiateur. Sans cet effet de redressement, l'air est animé d'un mouvement de rotation en sortie du ventilateur, et ceci, à une vitesse de rotation avoisinant celle du ventilateur. Cette vitesse tangentielle agit comme un « instrument à vent » sur le faisceau du radiateur.

[0069] On notera que la ventilation représente une contribution très importante au bruit global d'une machine de type groupe électrogène. La présence d'un redresseur selon l'invention dans la buse de ventilation d'un groupe électrogène permet de réduire de façon très significative le bruit global du groupe (par exemple une réduction de l'ordre de 3dBA sur un groupe insonorisé de 300kVA).

[0070] Sur la figure 9, l'élément référencé 9 correspond à la virole placée autour du ventilateur et destinée à améliorer le rendement. Cette virole correspond aux éléments référencés 24 et 25 sur les figures 11A et 11B.

[0071] La figure 5 présente plus en détail l'ensemble, extrait de la figure 4, comprenant la buse de ventilation 2 dans laquelle a été monté le système d'aillettes fixes 7, conformément à l'invention. Dans l'exemple particulier de la figure 5, ces ailettes sont au nombre de sept, de sorte que le nombre de pales mobiles du ventilateur 1, à savoir neuf, et le nombre d'aillettes fixes, à savoir sept, sont deux nombres premiers entre eux, ce qui permet d'éviter tout phénomène de résonance, et donc de réduire le bruit généré par l'introduction de telles ailettes fixes. Outre le critère d'encombrement, celui du niveau sonore est en effet également une contrainte forte pour les groupes électrogènes. D'autres combinaisons de nombres d'aillettes fixes d'une part et de pales mobiles d'autre part sont bien sûr possibles à souhait.

[0072] On notera que, sur la figure 5, la flèche référencée 8 indique le sens de rotation des pales mobiles du ventilateur 1 lorsque celui-ci est en fonctionnement.

[0073] Dans cet exemple particulier, les ailettes fixes sont toutes identiques et régulièrement réparties sur l'ensemble de l'empreinte du ventilateur 1. Ces ailettes, équidistantes les unes des autres, sont, dans cet exemple de réalisation, de forme particulièrement simple, puisqu'elles se présentent chacune sous forme d'un ruban, recourbé dans un plan parallèle au plan de rotation du ventilateur 1, et dont l'extrémité distale est inclinée d'environ 45° par rapport à ce plan de rotation.

[0074] Ainsi, la présence des ailettes fixes en vis-à-vis des pales mobiles du ventilateur permet de contrer la mise en rotation de l'air par effet d'entraînement des pales mobiles du ventilateur 1. Leur forme incurvée permet quant à elle de ramener le flux d'air, par effet centripète, vers l'axe de rotation du ventilateur 1, afin d'annuler l'apparition du cône inactif en aval du ventilateur. Ainsi, de telles ailettes fixes permettent de maintenir, dans la zone

centrale située en aval du ventilateur, une pression suffisante pour alimenter la zone centrale en air frais et éviter tout retour d'air chaud depuis le centre du radiateur. Enfin, l'inclinaison d'environ 45° en extrémité des ailettes permet d'optimiser la répartition de vitesse et de pression d'air sur le radiateur, en évitant la création d'une zone de dépression susceptible de se former en aval des ailettes lorsqu'une telle inclinaison n'existe pas. Une telle inclinaison de l'extrémité distale des ailettes fixes permet également de réduire le bruit susceptible d'être généré par le passage de la pale mobile du ventilateur devant l'aillette fixe, qui induit une onde de pression.

[0075] La valeur de l'angle de l'extrémité distale de l'aillette fixe par rapport au plan de rotation doit être adaptée au cas par cas, par exemple par calcul de CFD, afin de réduire autant que possible l'apparition de zones de dépression et/ou le bruit généré, en fonction des objectifs que l'on se fixe. Une telle adaptation doit également tenir compte de la forme de l'aillette fixe.

[0076] De telles ailettes fixes peuvent être réalisées en tout matériau approprié au type de fluide de refroidissement considéré. Dans le cas de l'air ambiant, ces ailettes peuvent être réalisées en métal, ou, pour un coût de production moindre, en matière plastique. L'ensemble des ailettes fixes peut ainsi être réalisé sous forme de moulage plastique, que l'on vient ensuite rapporter dans la buse de ventilation. Le coût de production peut encore être réduit en réalisant d'un seul bloc l'ensemble constitué de la buse de ventilation et des ailettes fixes.

[0077] Les figures 6A à 6I précisent les dimensions et formes des ailettes fixes 7 dans l'exemple de réalisation donné ici à titre illustratif.

[0078] La figure 7 illustre la distribution des vitesses d'air dans l'environnement du ventilateur de la figure 2, après introduction d'un ensemble d'aillettes fixes, dans la buse de ventilation. Comme on peut le noter, les ailettes fixes disposées dans la buse de ventilation permettent d'alimenter la zone centrale en air, et d'annuler le cône inactif de la figure 2. Dans cet exemple, les ailettes fixes introduites dans la buse de ventilation présentent une forme de ruban incurvé, perpendiculaire sur toute sa longueur au plan de rotation des pales mobiles du ventilateur. En d'autres termes, la corde des ailettes fixes forme, en leur extrémité distale 31, un angle nul avec l'axe de rotation. (La figure 12 illustre également un tel mode de réalisation, dans lequel la corde des ailettes fixes 7 forme un angle nul avec l'axe de rotation référencé 33, sur toute la longueur de ces ailettes fixes, i.e. de leur extrémité proximale 30 à leur extrémité distale 31.) Dans cette configuration, on remarque donc que certaines zones 10 de basse pression (phénomène de cavitation) se forment à l'arrière des ailettes fixes. Ce défaut peut être corrigé en inclinant l'extrémité distale 31 des ailettes fixes, comme évoqué précédemment en relation avec les figures 4 et 5.

[0079] Notamment, au vu de la forme et de la largeur des zones de cavitation 10, on choisit d'incliner l'extrémité des ailettes fixes d'environ 45° par rapport à l'axe

de rotation. Cet angle présente une valeur dégressive, d'environ 45° en extrémité distale des ailettes fixes, à 0° en extrémité proximale de ces ailettes. Une telle évolution de l'inclinaison des ailettes du centre vers la périphérie permet, outre d'en faciliter la construction, d'épouser la forme dégressive des zones de cavitation 10.

[0080] L'atténuation de ces zones de cavitation 10 peut être accentuée en modifiant la forme des ailettes pour leur donner un profil aérodynamique plus complexe. On peut ainsi envisager que les ailettes présentent un profil de section non symétrique, c'est-à-dire qu'elles présentent un intrados et un extrados de formes différentes.

[0081] En effet, on notera que la forme, le nombre et l'inclinaison des ailettes peuvent être optimisés par rapport à l'exemple présenté ici, de façon à optimiser le rendement du système de refroidissement considéré. Notamment, les ailettes peuvent présenter des formes plus complexes de pales d'hélices par exemple.

[0082] Dans l'exemple décrit précédemment, dans lequel les ailettes fixes présentent une forme relativement simple, la mise en oeuvre de l'invention a permis d'abaisser de 3°C la température du radiateur, tout en le maintenant à une distance du ventilateur de seulement 10 à 15 cm.

[0083] On décrit désormais plus en détail, en relation avec les figures 10, 11A et 11B, des exemples d'assemblage des ailettes fixes du redresseur de l'invention.

[0084] Comme illustré sur la figure 9 et sur les figures 11A et 11B, le ventilateur référencé 1 possède un moyeu central 11, qui est inactif en ce qui concerne le débit d'air. La base des pales du ventilateur vient s'accrocher sur ce moyeu 11.

[0085] En effet, tous les ventilateurs axiaux comportent physiquement une zone inefficace en leur centre, et par construction les pales du ventilateur sont fixées sur un moyeu central. La taille de ces moyeux varie d'une fabrication à une autre, mais leur diamètre représente environ 20% à 40% (voire 50%) du diamètre extérieur des ventilateurs.

[0086] Selon l'invention, on a donc avantageusement envisagé d'utiliser cette zone située directement derrière le moyeu du ventilateur pour fixer et rigidifier les ailettes fixes du redresseur de flux. Ainsi, cette surface peut être par exemple mise à profit pour disposer un disque 20 de renfort de liaison des ailettes fixes.

[0087] La forme utilisée dans la zone centrale du redresseur peut aller d'un disque 20 à un cône 21, ou utiliser une forme plus complexe 22 de cône à surface incurvée. Ces deux dernières formes se prêtent particulièrement à une réalisation de pièce en moulage plastique.

[0088] Ainsi, les ailettes fixes 7 peuvent être fixées en leur extrémité proximale à un tube de liaison 23, et l'ensemble peut être rigidifié au moyen du disque de renfort 20 sur lequel sont également fixées les ailettes fixes 7. En variante, les ailettes fixes 7 sont fixées en leur extrémité proximale à un cône 21, 22 qui joue le double rôle de moyen d'assemblage et de rigidification.

[0089] En leur extrémité distale, les ailettes fixes sont assemblées à un élément annulaire 25, de diamètre supérieur ou égal au diamètre du ventilateur 1. Cet élément annulaire 25 présente une portion de forme évasée 24, en amont du ventilateur, de façon créer un effet Venturi sur le flux d'air entrant dans le ventilateur 1.

[0090] On choisit de préférence le diamètre du disque 20 ou celui de la base du cône 21, 22 égal ou inférieur à celui du moyeu 11 du ventilateur 1.

[0091] L'utilisation d'un cône central 21, et spécialement avec une surface incurvée 22, facilite la réorientation du flux centripète vers la direction axiale voulue et recherchée pour faire passer l'air de refroidissement au travers du faisceau, dans la zone centrale du radiateur, ainsi qu'illustré en figure 11B.

[0092] L'optimisation de la forme centrale du redresseur peut être réalisée pour chaque application par calcul CFD ou par résultat d'expériences (chaque diamètre de ventilateur ayant son redresseur associé).

[0093] Les figures 12 et 13 présentent deux exemples de réalisation des ailettes fixes 7 de l'invention.

[0094] Dans l'exemple de la figure 12, les ailettes fixes 7 se présentent sous forme d'un ruban, qui est parallèle à l'axe de rotation 33 des pales mobiles du ventilateur, de l'extrémité proximale des ailettes 7 à leur extrémité distale 31. Les ailettes fixes 7 sont par ailleurs assemblées les unes aux autres en leur extrémité proximale 30 le long d'un bord 23, qui peut se présenter sous la forme d'un tube de faible diamètre. En leur extrémité distale 31, les ailettes fixes 7 sont fixées à un élément annulaire 25, ou à la buse de ventilation 2, par l'intermédiaire d'une patte ou d'un élément de fixation 40. Une telle patte de fixation 40 peut être formée dans l'ailette 7 au niveau de son extrémité distale 31. La patte de fixation 40 peut être reliée à l'élément annulaire 25 ou à la buse de ventilation 2. Alternativement, les pattes de fixation 40 peuvent ne pas être intégralement formées avec les ailettes fixes 7, mais rapportées sur ces ailettes au niveau de leur extrémité distale 31. Elles peuvent également être intégralement formées avec l'élément annulaire 25.

[0095] Dans l'exemple de la figure 13, l'élément annulaire 25 auquel sont reliées les ailettes fixes 7 en leur extrémité distale 31 se présente sensiblement sous la forme d'un cylindre dont l'axe de révolution correspond à l'axe de rotation des pales mobiles du ventilateur. Les ailettes fixes 7 sont ainsi disposées à l'intérieur du cylindre formé par cet élément annulaire 25. En outre, leur corde s'incline par rapport à l'axe de rotation du ventilateur, d'un angle nul en leur extrémité proximale 30 vers un angle d'environ 45° en leur extrémité distale 31. En cette extrémité distale 31, les ailettes fixes 7 sont directement solidarisées à la paroi interne de l'élément annulaire 25.

[0096] La figure 14 présente un exemple de système de refroidissement 100, qui comprend une buse de ventilation 2 entourant un ventilateur axial 1 et un radiateur 3. La figure 15 illustre le système de refroidissement de la figure 14, dans lequel on a ajouté, dans la buse de

ventilation 2, des ailettes fixes 7. Les ailettes fixes 7 peuvent être solidarisées à un élément annulaire externe 25, de telle sorte que l'élément annulaire 25 puisse être solidarisé à la buse de ventilation 2 de diverses manières, par exemple par soudure, par vissage, au moyen de rivets, par collage, par moulage, etc.

[0097] La figure 16 présente un exemple de réalisation du système de refroidissement 100, dans lequel l'élément annulaire externe 25 est également formé autour du ventilateur axial 1 et présente, au niveau de l'entrée d'air, une forme évasée de type venturi. Cette forme permet d'améliorer le flux d'air en entrée du ventilateur axial 1 et améliore l'efficacité du système de refroidissement 100. Dans certains modes de réalisation, l'élément annulaire 25 peut présenter des ouvertures entre les ailettes fixes 7, de façon à alimenter en air des zones externes du radiateur 3, notamment lorsque ce dernier présente une forme rectangulaire. Les ailettes fixes 7, à leur tour, peuvent générer suffisamment de pression dans la zone centrale 6 pour forcer l'air de refroidissement vers la zone centrale 6.

[0098] Bien que l'invention ait été présentée ici dans le contexte particulier du refroidissement de moteurs thermiques de groupes électrogènes, elle peut trouver d'autres applications avantageuses dans d'autres domaines techniques, par exemple dans le domaine automobile.

Revendications

1. Dispositif de refroidissement pour groupe électrogène comprenant au moins un ventilateur axial comprenant au moins deux pales mobiles en rotation, aptes à entraîner un fluide de refroidissement, au travers d'une buse de ventilation, vers un élément à refroidir, ledit dispositif comprenant également au moins deux ailettes fixes disposées en regard desdites pales mobiles dans ladite buse de ventilation, **caractérisé en ce que** lesdites ailettes fixes présentent une forme incurvée apte à transformer une composante de vitesse tangentielle dudit fluide de refroidissement entraîné par ledit ventilateur axial :
 - d'une part, en une vitesse radiale dudit fluide dirigée vers le centre dudit dispositif de refroidissement ;
 - d'autre part, en une vitesse axiale dudit fluide dirigée vers un axe de rotation dudit ventilateur.
2. Dispositif de refroidissement selon la revendication 1, **caractérisé en ce que**, lesdites pales mobiles étant fixées en leur extrémité proximale sur un moyeu central, lesdites ailettes fixes sont reliées en leur extrémité proximale à un dispositif de liaison de diamètre inférieur ou égal au diamètre dudit moyeu central.
3. Dispositif de refroidissement selon la revendication 2, **caractérisé en ce que** ledit dispositif de liaison comprend un tube sur lequel sont fixées les extrémités proximales desdites ailettes fixes et un disque de renfort, situé à proximité dudit moyeu central, le diamètre du tube étant sensiblement inférieur au diamètre dudit disque de renfort, et le diamètre dudit disque de renfort étant inférieur ou égal au diamètre dudit moyeu central.
4. Dispositif de refroidissement selon la revendication 2, **caractérisé en ce que** ledit dispositif de liaison présente sensiblement une forme de cône ou de cône à surface incurvée, dont le diamètre diminue en s'éloignant dudit moyeu central vers ledit élément à refroidir.
5. Dispositif de refroidissement selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce que** lesdites ailettes fixes présentent une courbure comprise dans un plan sensiblement perpendiculaire à un axe de rotation desdites pales mobiles, appelé plan de rotation.
6. Dispositif de refroidissement selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, **caractérisé en ce que** lesdites ailettes fixes présentent, en leur extrémité distale, un angle non nul avec ledit axe de rotation.
7. Dispositif de refroidissement selon la revendication 6, **caractérisé en ce que** lesdites ailettes fixes sont vrillées.
8. Dispositif de refroidissement selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, **caractérisé en ce qu'il** comprend un nombre N d'ailettes fixes et un nombre P de pales mobiles du ventilateur, N et P étant deux nombres premiers entre eux.
9. Dispositif de refroidissement selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, **caractérisé en ce que** lesdites ailettes fixes sont reliées en leur extrémité distale à un élément sensiblement annulaire de diamètre supérieur au diamètre dudit ventilateur axial, ledit élément sensiblement annulaire présentant une forme évasée sur une portion s'étendant en amont dudit ventilateur axial, de façon à créer un effet Venturi sur ledit fluide de refroidissement.
10. Groupe électrogène comprenant un moteur thermique et un alternateur relié audit moteur thermique et apte à transformer en énergie électrique une énergie reçue dudit moteur thermique, **caractérisé en ce qu'il** comprend au moins un dispositif de refroidissement selon l'une quelconque des revendications 1 à 9.

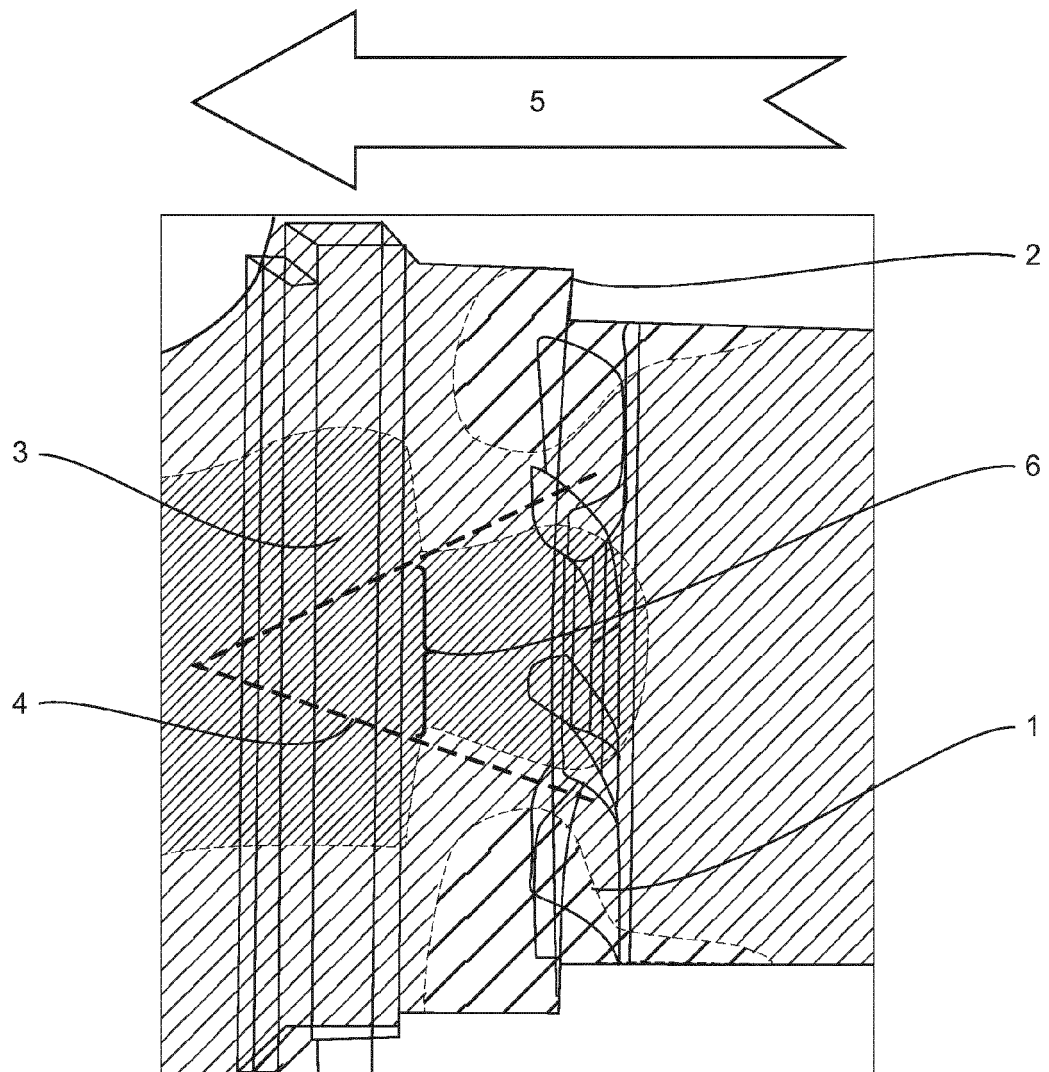


Fig. 1

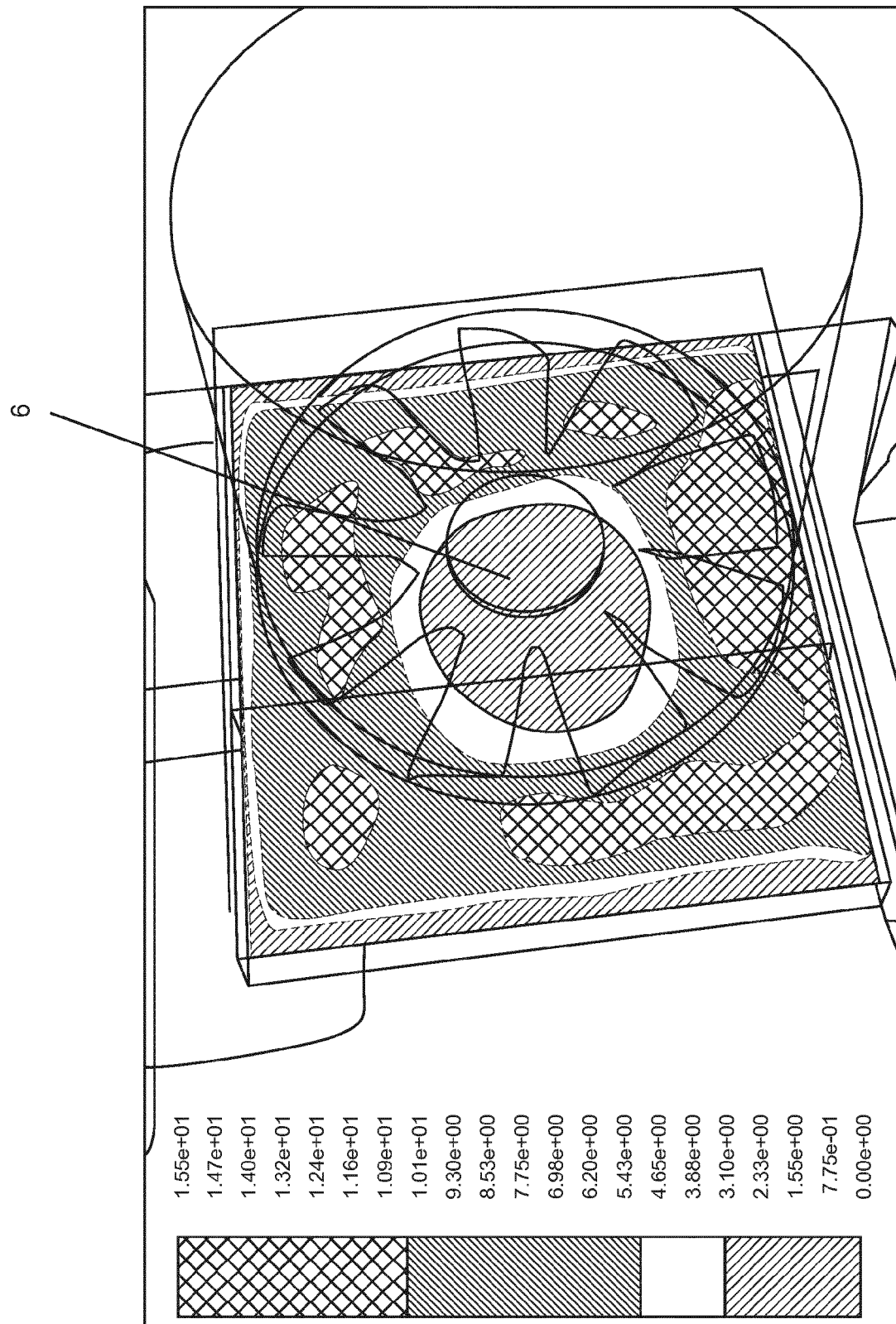


Fig. 2

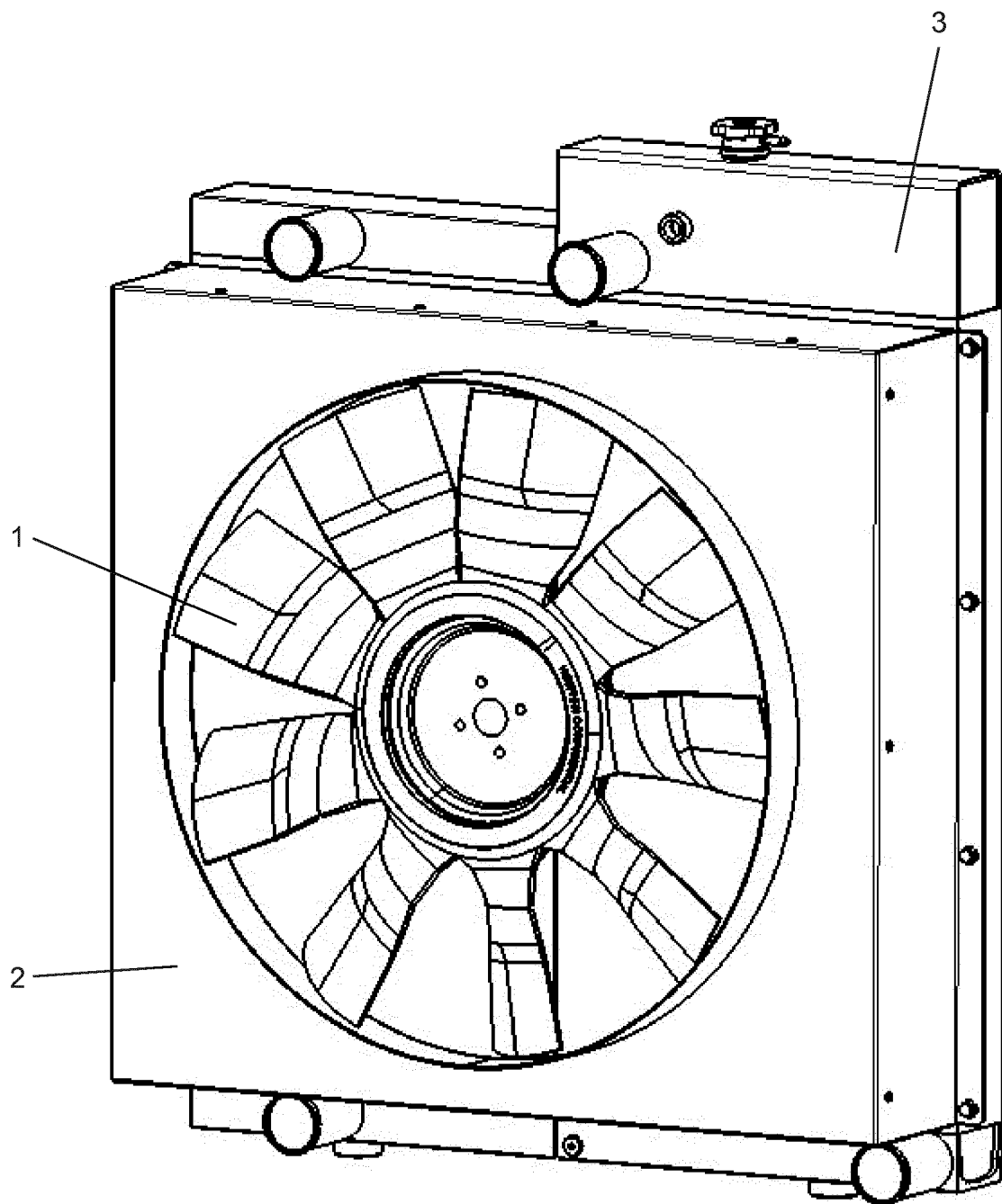


Fig. 3

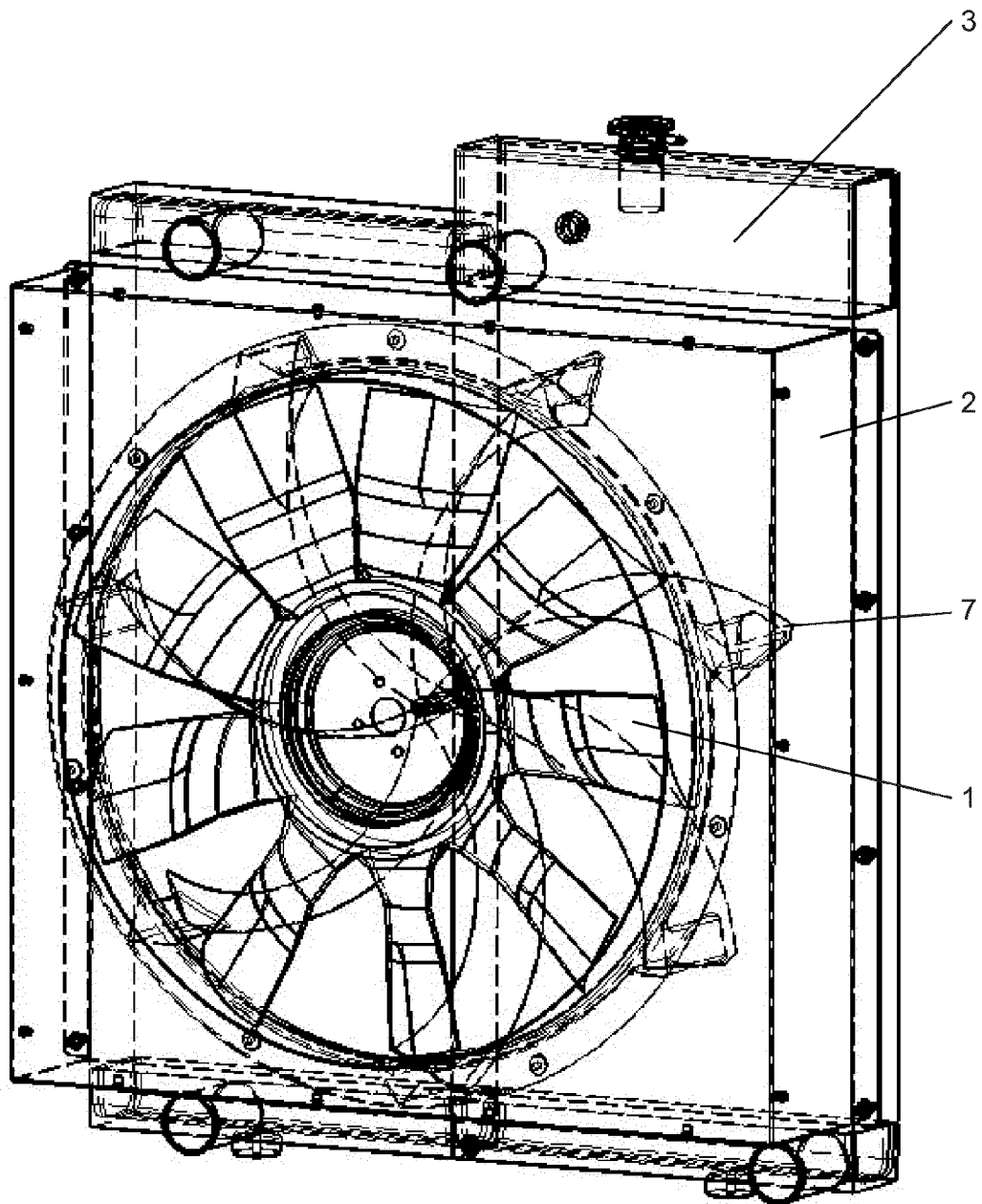


Fig. 4

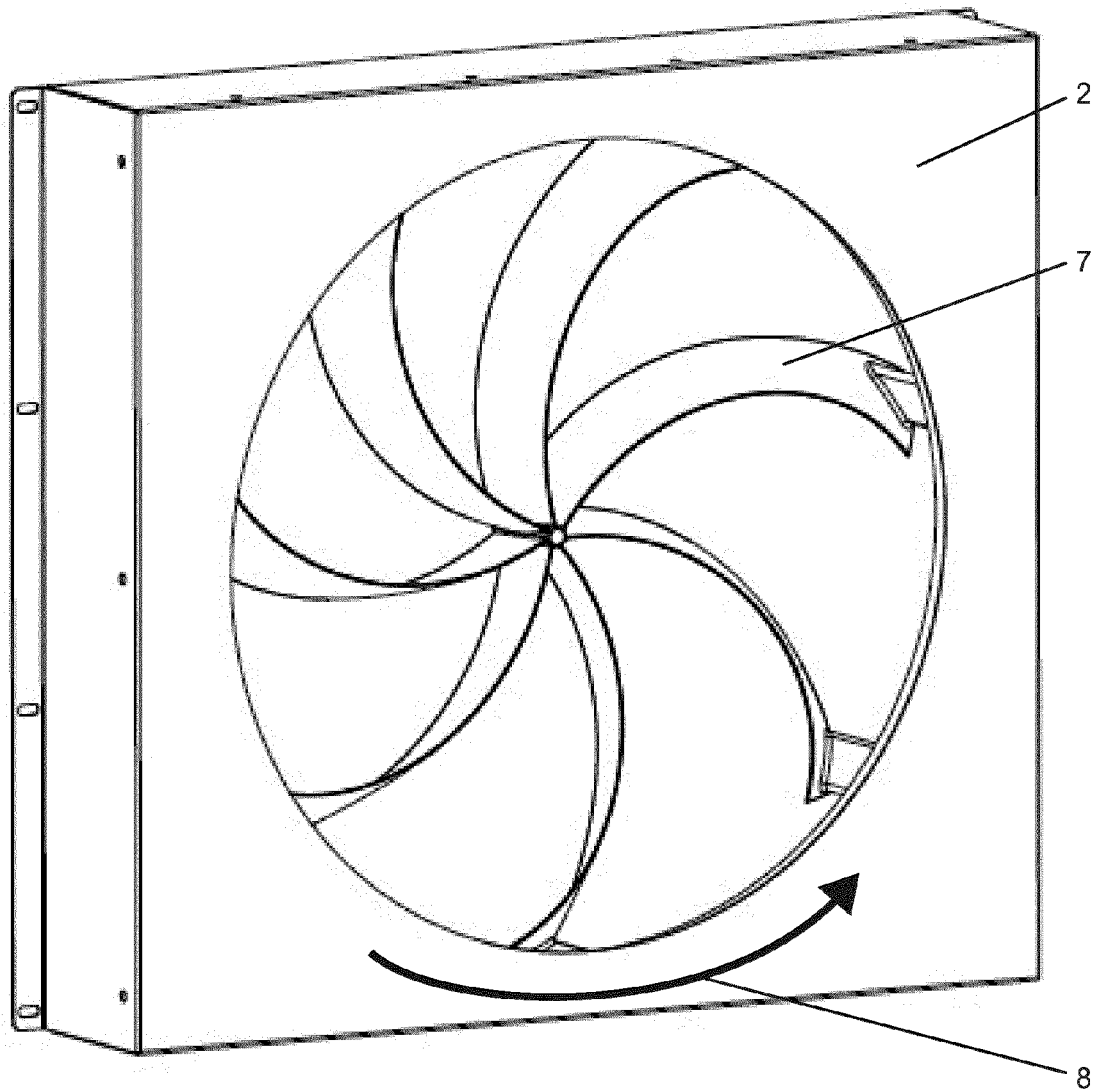


Fig. 5

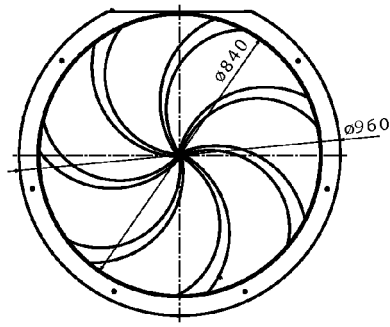


Fig. 6A

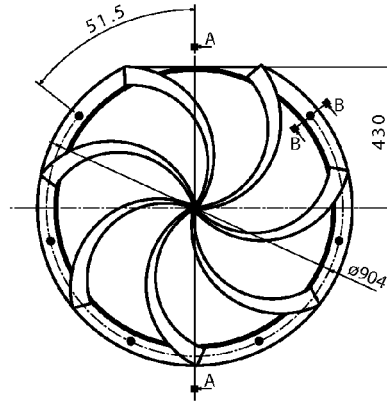


Fig. 6B



Fig. 6C



Fig. 6D

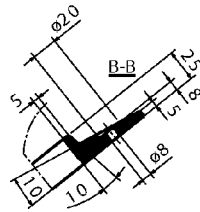


Fig. 6E

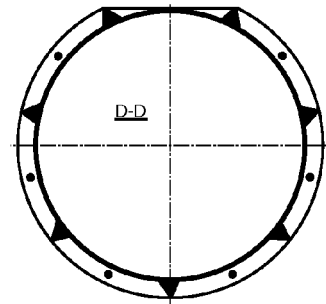


Fig. 6F

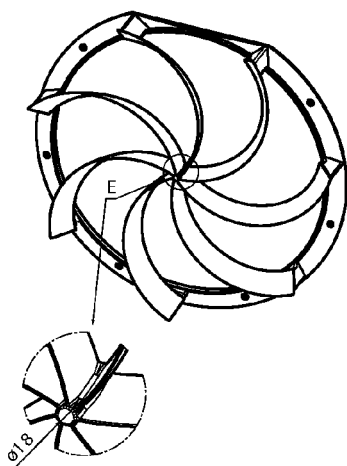


Fig. 6G

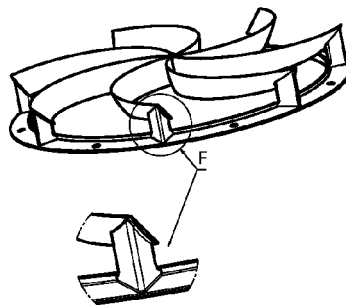


Fig. 6H

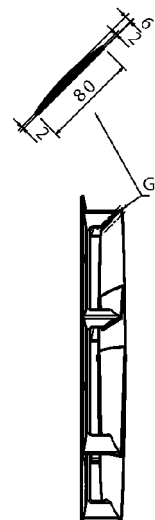


Fig. 6I

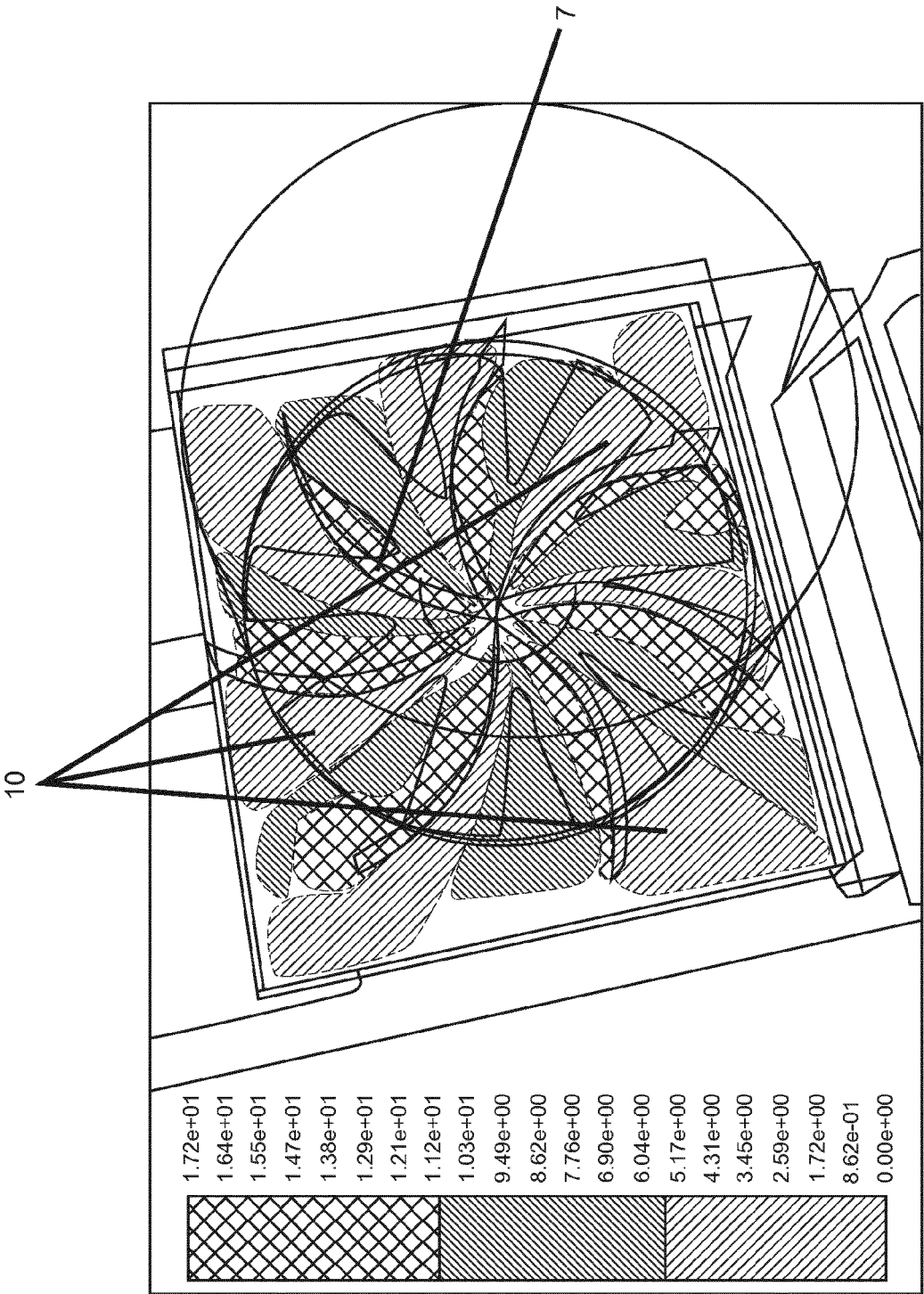


Fig. 7

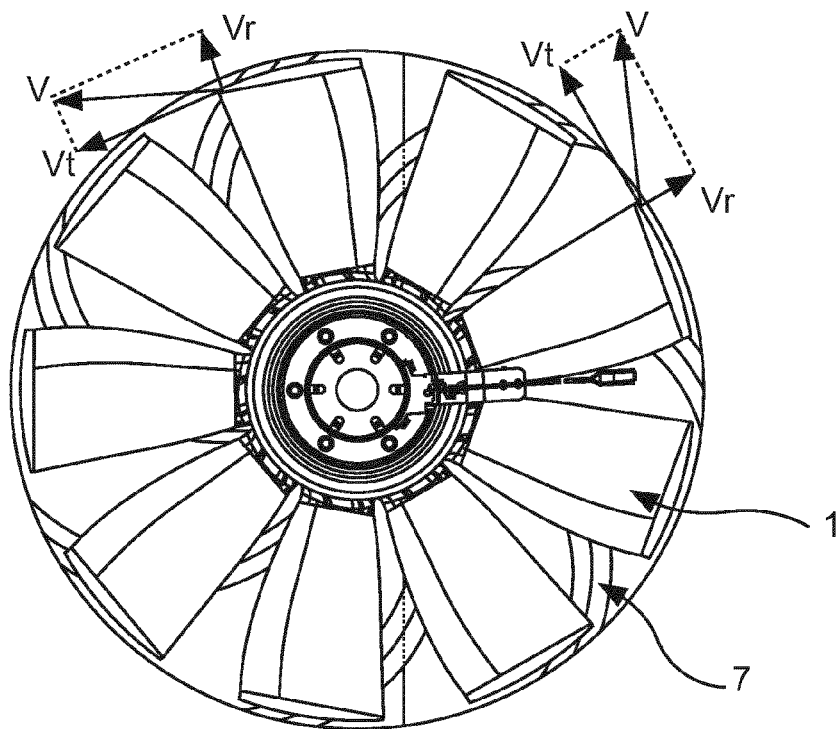


Fig. 8A

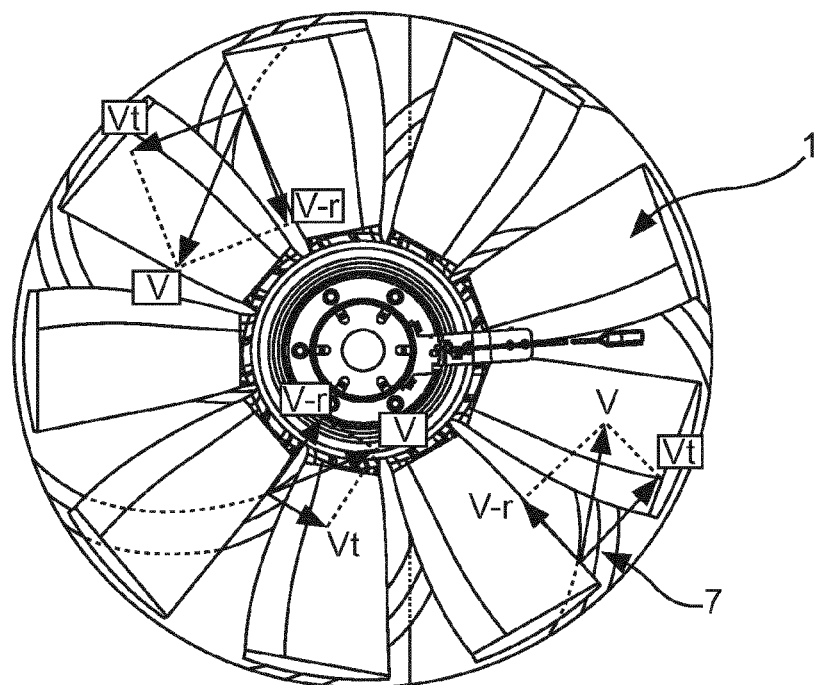


Fig. 8B

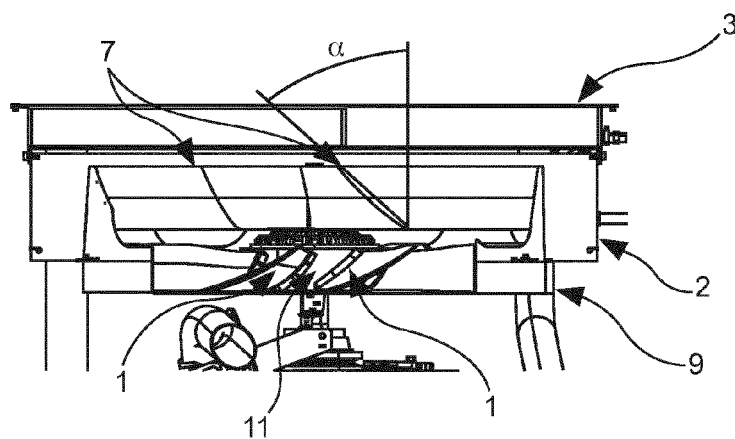


Fig. 9

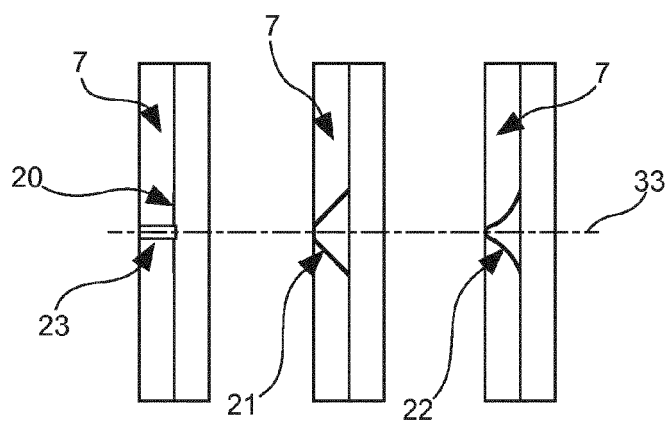


Fig. 10

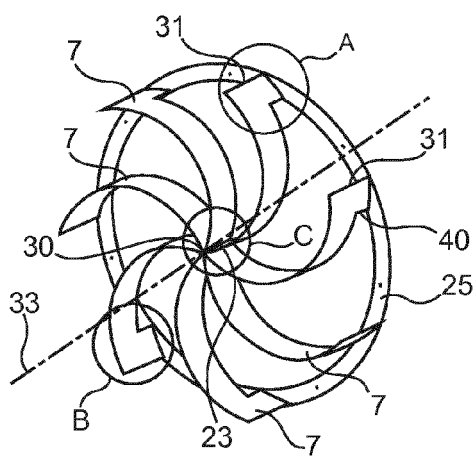


Fig. 12

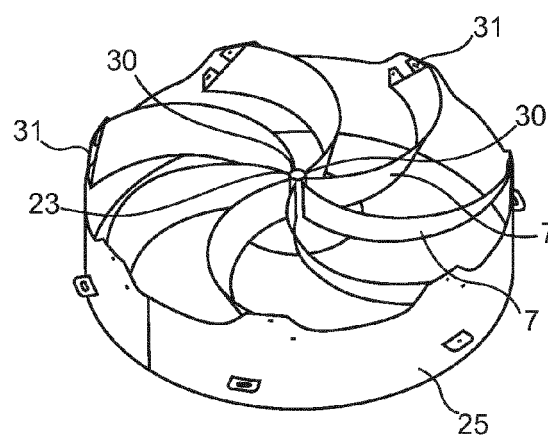


Fig. 13

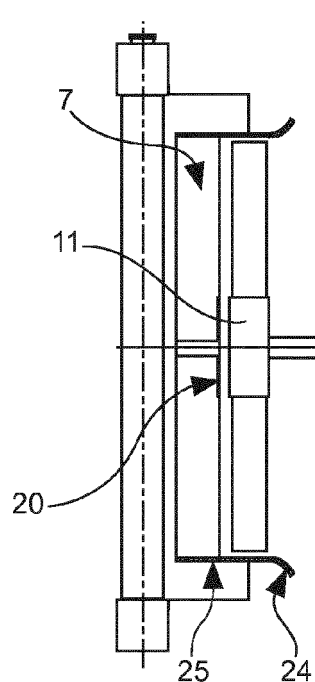


Fig. 11A

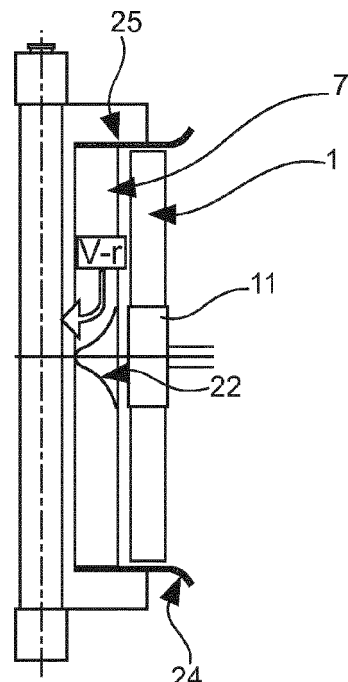


Fig. 11B

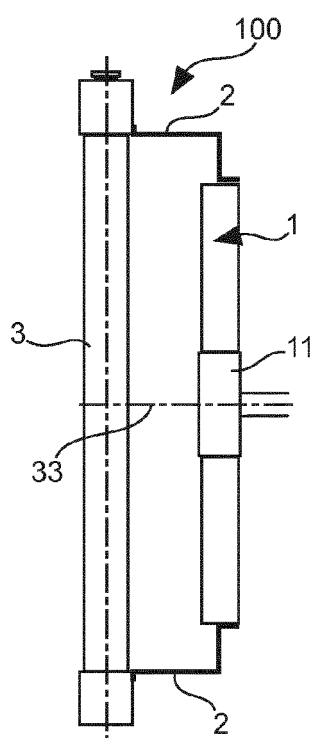


Fig. 14

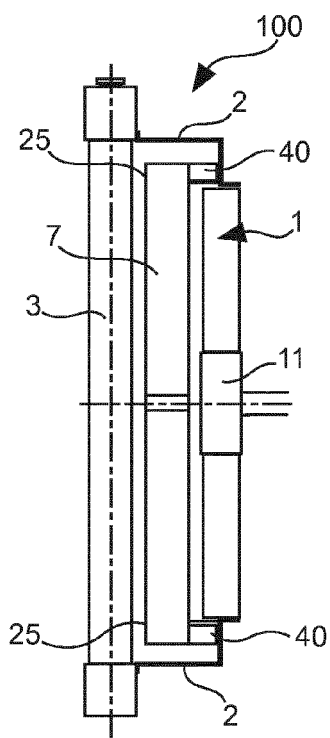


Fig. 15

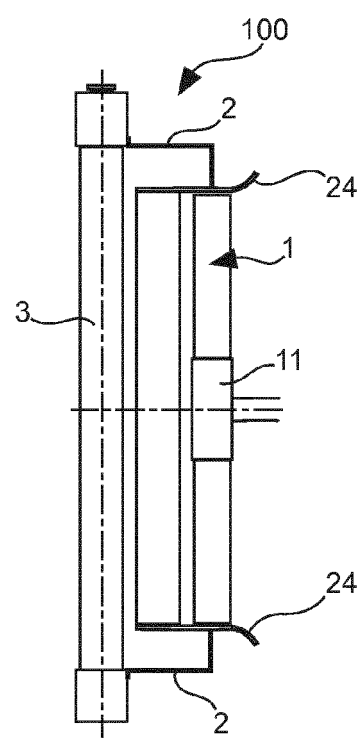


Fig. 16



RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

 Numéro de la demande
EP 13 16 5560

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (IPC)
X	EP 1 016 790 A2 (HALLA CLIMATE CONTROL CORP [KR]) 5 juillet 2000 (2000-07-05) * alinéa [0019]; figures 15,16 *	1,2,5-10	INV. F04D29/54 F01P5/06 F04D19/00
X	WO 2010/114702 A1 (AIRIUS IP HOLDINGS LLC [US]; AVEDON RAYMOND B [US]) 7 octobre 2010 (2010-10-07) * alinéas [0048] - [0051]; figures 4A, 5,6,11-17 *	1-3,9,10	
X	WO 2009/066248 A1 (SPAL AUTOMOTIVE SRL [IT]; DE FILIPPIS PIETRO [IT]) 28 mai 2009 (2009-05-28) * figures 2-6 *	1,2,4,10	
X	GB 792 369 A (AIRSCREW COMPANY & JICWOOD LTD) 26 mars 1958 (1958-03-26) * le document en entier *	1,2,4-10	
A	US 2008/101919 A1 (LEE KUN-MING [TW] ET AL) 1 mai 2008 (2008-05-01) * alinéas [0022], [0023]; figures 3,4 *	1-3,5-7, 9	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC)
A	WO 2010/022591 A1 (CHENG LIANG-HO [CN]) 4 mars 2010 (2010-03-04) * abrégé; figures 8-26 *	1-7	F04D F01P
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche La Haye		Date d'achèvement de la recherche 17 juin 2013	Examineur Brouillet, Bernard
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	

 2
EPO FORM 1503 03.82 (P04C02)

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET EUROPEEN NO.**

EP 13 16 5560

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche européenne visé ci-dessus.

Lesdits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du

Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets.

17-06-2013

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
EP 1016790	A2	05-07-2000	DE 69919672 D1	30-09-2004
			DE 69919672 T2	18-08-2005
			EP 1016790 A2	05-07-2000
			JP 3385336 B2	10-03-2003
			JP 2000205194 A	25-07-2000
			KR 20000047329 A	25-07-2000
			US 6398492 B1	04-06-2002

WO 2010114702	A1	07-10-2010	CA 2756861 A1	07-10-2010
			EP 2414740 A1	08-02-2012
			US 2010266400 A1	21-10-2010
			WO 2010114702 A1	07-10-2010

WO 2009066248	A1	28-05-2009	CN 101868364 A	20-10-2010
			EP 2219894 A1	25-08-2010
			ES 2404417 T3	27-05-2013
			US 2010291851 A1	18-11-2010
			WO 2009066248 A1	28-05-2009

GB 792369	A	26-03-1958	AUCUN	

US 2008101919	A1	01-05-2008	TW 200820881 A	01-05-2008
			US 2008101919 A1	01-05-2008

WO 2010022591	A1	04-03-2010	CN 101666320 A	10-03-2010
			WO 2010022591 A1	04-03-2010

EPO FORM P0460

Pour tout renseignement concernant cette annexe : voir Journal Officiel de l'Office européen des brevets, No.12/82

RÉFÉRENCES CITÉES DANS LA DESCRIPTION

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

Documents brevets cités dans la description

- FR 2784423 [0007] [0018]