

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
COURBEVOIE

①1 N° de publication :
(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

3 028 112

②1 N° d'enregistrement national : **14 60639**

⑤1 Int Cl⁸ : **H 02 P 6/18** (2016.01), **F 04 D 25/06, 27/00, H 02 K 11/00**

⑫

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②2 Date de dépôt : 04.11.14.

③0 Priorité :

④3 Date de mise à la disposition du public de la demande : 06.05.16 Bulletin 16/18.

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

⑥0 Références à d'autres documents nationaux apparentés :

Demande(s) d'extension :

⑦1 Demandeur(s) : **TECHNOFAN Société anonyme** — FR.

⑦2 Inventeur(s) : **ROLLIN PASCAL** et **BOURSE WENCESLAS**.

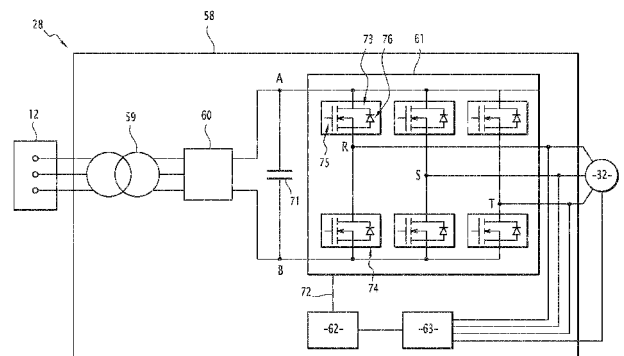
⑦3 Titulaire(s) : **TECHNOFAN Société anonyme**.

⑦4 Mandataire(s) : **LAVOIX**.

⑤4 **VENTILATEUR EMBARQUE A BORD D'UN AERONEF ET AERONEF ASSOCIE.**

⑤7 La présente invention concerne un ventilateur embarqué à bord d'un aéronef, comprenant :

- une machine (32) électrique synchrone triphasée;
- un module (58) d'alimentation propre à raccorder la machine électrique (32) à une source de tension (12), caractérisé :
 - en ce que le module d'alimentation (58) comporte en outre une unité (63) d'observation raccordée à l'unité de pilotage (62), l'unité d'observation (63) étant apte à mesurer la force électromotrice sur chacune des phases de la machine électrique (32), et à fournir ces mesures à l'unité de pilotage (62); et
 - en ce que l'unité de pilotage (62) est apte à analyser les mesures fournies pour déterminer la position du rotor par rapport au stator.



FR 3 028 112 - A1



Ventilateur embarqué à bord d'un aéronef et aéronef associé

La présente invention concerne un ventilateur et un aéronef comportant le ventilateur.

5 Il est connu dans l'état de la technique l'utilisation de ventilateurs embarqués à bord de divers types d'aéronefs, et notamment à bord des avions.

De manière générale, les ventilateurs embarqués servent au refroidissement de différents équipements embarqués comme par exemple des calculateurs embarqués, ou bien d'autres types de dispositifs équipant ces aéronefs comme ceux utilisés par exemple
10 pour la climatisation de la cabine.

Pour ce faire, un tel ventilateur embarqué comporte une machine électrique tournante alimentée par un réseau d'alimentation électrique de l'aéronef et une roue de ventilation solidaire du rotor de la machine tournante. La roue de ventilation est formée par exemple d'une hélice et est disposée dans un conduit d'air débouchant sur l'extérieur
15 de l'aéronef.

La machine électrique tournante est par exemple une machine synchrone triphasée à aimant permanent alimentée via un onduleur adapté. Plus particulièrement, un tel onduleur est apte à fournir un courant électrique triphasé en fonction notamment de la position du rotor par rapport au stator de la machine électrique tournante.

20 L'information sur la position du rotor par rapport au stator permet notamment d'adapter le courant alternatif sur chacune des phases à l'alimentation de la machine électrique tournante de façon optimale.

De manière générale, l'information sur la position est fournie par un système de capteurs de position distribués à proximité du rotor. Un exemple d'un tel système de
25 capteurs est un ensemble composé de capteurs à effet Hall ou d'un synchro-résolveur.

Cependant, les ventilateurs embarqués munis d'un tel système de capteurs sont relativement encombrants et leur production présente un certain nombre de contraintes.

La présente invention a pour but de proposer un ventilateur embarqué compact dont la production est particulièrement simple.

30 À cet effet, l'invention a pour objet un ventilateur embarqué à bord d'un aéronef comprenant une machine électrique synchrone triphasée avec un neutre disponible comportant un rotor à aimant permanent et un stator, la machine électrique étant apte à induire une force électromotrice de forme sensiblement sinusoïdale sur chacune de ses phases, un module d'alimentation propre à raccorder la machine électrique à une source
35 de tension, le module d'alimentation comportant un onduleur apte à fournir un courant alternatif triphasé adapté pour alimenter la machine électrique, et une unité de pilotage

apte à piloter le fonctionnement de l'onduleur en fonction de la position du rotor par rapport au stator. Le module d'alimentation comporte en outre une unité d'observation raccordée à l'unité de pilotage, l'unité d'observation étant apte à mesurer la force électromotrice sur chacune des phases de la machine électrique, et à fournir ces mesures à l'unité de pilotage. L'unité de pilotage est apte à analyser les mesures fournies pour déterminer la position du rotor par rapport au stator.

Le ventilateur selon l'invention peut comprendre l'une ou plusieurs des caractéristiques suivantes, prise(s) isolément ou selon toute(s) combinaison(s) techniquement possible(s) :

- 10 - le courant alternatif triphasé fourni par l'onduleur présente un signal de forme sensiblement trapézoïdale sur chacune des phases, les signaux étant décalés l'un par rapport à l'autre à une valeur sensiblement égale à 120° .
- l'unité d'observation est apte à générer un signal de position rotor correspondant au signe de la force électromotrice sur chacune des phases de la machine électrique.
- 15 - l'unité de pilotage est apte à déterminer des points angulaires de chacun des signaux de position rotor générés par l'unité d'observation, le signal de position rotor correspondant changeant sa valeur.
- l'unité de pilotage est apte à analyser les points angulaires de chacun des signaux de position rotor pour déterminer au moins six positions différentes du rotor par rapport au stator.
- 20 - la source de tension est apte à fournir un courant alternatif triphasé.
- le module d'alimentation comporte en outre un redresseur raccordé entre la source de tension et l'onduleur pour convertir le courant alternatif triphasé fourni par la source de tension en un courant continu.
- 25 - le module d'alimentation comporte en outre un autotransformateur raccordé entre la source de tension et le redresseur pour modifier les valeurs de tension et/ou d'intensité du courant alternatif triphasé fourni par la source de tension.
- la source de tension est apte à fournir un courant continu, avantageusement un courant continu haute tension, et
- 30 - l'unité de pilotage est apte en outre à piloter la vitesse de rotation du rotor par rapport au stator.

L'invention a également pour objet un aéronef comportant un réseau d'alimentation électrique apte à fournir un courant électrique et un ventilateur tel que décrit précédemment, le ventilateur étant alimenté par le réseau d'alimentation.

La présente invention sera mieux comprise à la lecture de la description qui va suivre, donnée uniquement à titre d'exemple, et faite en se référant aux dessins annexés, sur lesquels :

- la figure 1 est une vue schématique d'un aéronef selon l'invention ;

5 - la figure 2 est une vue schématique partiellement en coupe d'un ventilateur selon l'invention, le ventilateur comportant une machine électrique tournante et une unité de pilotage ;

- la figure 3 est une section transversale de la machine électrique tournante de la figure 2 suivant la ligne III-III' ;

10 - la figure 4 est un schéma simplifié de la structure électronique du ventilateur de la figure 2 ; et

- la figure 5 est un ensemble de courbes correspondant à des signaux de position rotor et à des forces électromotrices en fonction du temps illustrant le fonctionnement de l'unité de pilotage de la figure 2.

15 Dans la suite de la présente description, l'expression « sensiblement égal à » s'entend comme une relation d'égalité à plus ou moins 10%, et l'expression « sensiblement sinusoïdal » s'entend comme une relation d'équivalence à une fonction sinus à plus ou moins 10 %.

20 L'aéronef 10 de la figure 1 comporte un réseau 12 d'alimentation électrique, un équipement 14 embarqué, un conduit 16 d'air débouchant sur l'extérieur de l'aéronef 10, et un ventilateur 20 selon l'invention disposé au moins partialement dans le conduit d'air 16 et propre à engendrer un flux d'air dans le conduit 16.

L'aéronef 10 est par exemple un avion de ligne.

25 Le réseau d'alimentation électrique 12 est un réseau électrique haute tension apte à fournir un courant alternatif triphasé de tension sensiblement égale à 115V ou à 200V et d'intensité sensiblement égale à 10A.

Le réseau d'alimentation électrique 12 comprend au moins trois bornes de raccordement permettant de raccorder le ventilateur 20 à chaque phase.

30 Selon une autre variante de réalisation, le réseau d'alimentation 12 est un réseau électrique du type DC (de l'anglais « Direct Current ») apte à fournir un courant continu.

Avantageusement, le réseau d'alimentation 12 est un réseau électrique du type HVDC (de l'anglais « High Voltage Direct Current ») apte à fournir un courant continu haute tension.

35 Selon cette variante de réalisation, le réseau d'alimentation électrique 12 comprend au moins une borne de raccordement permettant de raccorder le ventilateur 20.

L'équipement embarqué 14 comprend tout équipement de l'aéronef 10 dont le refroidissement est nécessaire pendant au moins certaines phases d'exploitation de l'aéronef 10. Un exemple d'un tel équipement est un ordinateur embarqué.

5 Le conduit d'air 16 est adapté pour permettre la circulation d'air dans sa partie intérieure.

Sur la figure 1, le conduit d'air 16 s'étend sensiblement suivant un axe longitudinal X de déplacement de l'aéronef 10.

10 Le conduit d'air 16 comporte une entrée 22 d'air disposée dans la partie avant de l'aéronef 10, une sortie 23 d'air disposée dans la partie arrière de l'aéronef 10 et un tronçon de forme cylindrique dans lequel un échangeur 24 de chaleur est disposé transversalement.

L'entrée d'air 22 et la sortie d'air 23 sont adaptées pour permettre la circulation d'un flux d'air dans la partie intérieure du conduit 16.

15 L'échangeur de chaleur 24, visible sur la figure 2, est raccordé thermiquement à l'équipement embarqué 14 et permet de refroidir cet équipement 14 lorsqu'il est exposé à un flux d'air circulant dans le conduit d'air 16.

Le ventilateur 20 est illustré plus en détail sur la figure 2.

20 Suivant cette figure 2, le ventilateur 20 comporte une partie 26 mécanique disposée dans le tronçon cylindrique du conduit d'air 16 et une partie 28 électronique raccordée à la partie mécanique et disposée à l'intérieur et/ou à l'extérieur du conduit d'air 16.

La partie mécanique 26 comporte une machine 32 électrique tournante possédant un arbre 33 rotatif, et une roue 34 de ventilation solidaire de l'arbre rotatif 33.

25 La roue de ventilation 34 comporte un moyeu 36 de révolution. Le moyeu 36 porte un ensemble de pales 38 dont l'extrémité libre suit sensiblement le profil de la surface intérieure du tronçon cylindrique du conduit d'air 16.

La roue de ventilation 34 est par exemple une hélice.

30 La machine électrique tournante 32 est une machine électrique synchrone triphasée comportant un rotor 40 à aimant permanent et un stator 42. Le rotor 40 est de forme générale cylindrique. Le stator 42 s'étend autour du rotor 40. Le neutre de la machine électrique tournante 32 est disponible, c'est-à-dire le neutre n'est pas connecté au réseau d'alimentation électrique 12.

35 Le stator 42 présente un carter 44. Le carter 44 comporte une embase 46 et une paroi latérale cylindrique 48. L'embase 46 est prolongée axialement vers l'avant par la paroi latérale cylindrique 48. La paroi latérale cylindrique 48 forme la surface extérieure de la machine électrique tournante 32.

Le carter 44 abrite une partie active 50 du stator 42. La partie active 50 est fixée sur la surface latérale intérieure de la paroi latérale cylindrique 48.

En référence à la figure 3, la partie active 50 du stator 42 forme un anneau 51 cylindrique et comporte trois ensembles 52R, 52S, 52T d'enroulements sur la surface interne de cet anneau 51.

Chaque ensemble d'enroulements 52R, 52S, 52T est alimenté par une phase R, S, T de courant alternatif comme ceci sera expliqué par la suite suivant la figure 5.

Chaque ensemble d'enroulements 52R, 52S, 52T présente par exemple une bobine enroulée autour d'armatures formées de matériaux ferromagnétiques de la machine électrique tournante 32.

Les bobines sont distribuées, comme connu en soi, sur la surface interne de l'anneau cylindrique 51 de façon à engendrer un champ électromagnétique à distribution spatiale sinusoïdale autour du rotor 40, lorsqu'un courant alternatif parcourt chacune de ces bobines.

Les centres des bobines sont espacés angulairement l'un par rapport à l'autre d'une valeur sensiblement égale à 120° .

Suivant la figure 2, le rotor 40 s'étend longitudinalement au centre d'un entrefer 53. Il est monté rotatif par rapport au stator 42 par l'intermédiaire de moyens 54, 55 rotatifs fixés au carter 44. Ces moyens rotatifs 54, 55 sont par exemple des roulements à billes.

Le rotor 40 est solidaire d'arbre rotatif 33.

Le rotor 40 présente une surface externe de forme cylindrique comprenant un ensemble d'éléments magnétiques 56, tels que des barres de matériau aimanté.

Les éléments magnétiques 56 sont distribués et/ou aimantés de façon à créer un champ magnétique à distribution spatiale sinusoïdale autour du rotor 40.

La surface externe du rotor 40 comporte ainsi au moins deux points 57A, 57B dans lesquels le champ magnétique engendré par les éléments magnétique 56 est sensiblement égal à zéro. Ces points 57A, 57B seront désignés dans la suite par « points de repère ».

Lorsqu'un courant alternatif parcourt chacune de bobines, l'interaction du stator 42 et du rotor 40 induit une force électromotrice FEM correspondant à un signal électrique de forme sensiblement sinusoïdale sur chacune des phases R, S, T de la machine électrique tournante 32.

La force électromotrice FEM correspond notamment à une tension induite par la rotation du rotor 40 aimanté, en regard des bobines du stator 42. La force électromotrice FEM tend notamment à s'opposer au courant circulant dans chaque phase R, S, T

lorsque la machine électrique tournante 32 est alimentée, et est appelé également la force « contre-électromotrice FCEM ».

La partie électronique 28 assure la liaison électrique de la partie mécanique 26 et, notamment la machine électrique tournante 32, au réseau d'alimentation électrique 12.

5 En référence à la figure 4 illustrant un schéma simplifié de la structure électronique de la partie électronique 28, la partie électronique 28 comprend un module 58 d'alimentation permettant d'adapter le courant alternatif triphasé fourni par le réseau 12 à la machine électrique tournante 32.

10 Selon la variante de réalisation décrite précédemment, le module 58 d'alimentation permet d'adapter le courant continu fourni par le réseau 12 à la machine électrique tournante 32. Avantagusement, le module 58 d'alimentation permet d'adapter le courant continu haute tension fourni par le réseau 12 à la machine électrique tournante 32.

15 Le module d'alimentation 58 comporte un autotransformateur 59, un redresseur 60, un onduleur 61, une unité 62 de pilotage de l'onduleur 61 et une unité 63 d'observation de la machine électrique tournante 32.

L'autotransformateur 59, connu en soi, est raccordé entre le réseau d'alimentation électrique 12 et le redresseur 60 pour modifier les valeurs de tension et/ou d'intensité du courant alternatif triphasé fourni par le réseau d'alimentation électrique 12.

20 Le redresseur 60, connu en soi, est raccordé entre l'autotransformateur 59 et l'onduleur 61 pour convertir le courant alternatif triphasé issu de l'autotransformateur 59 en un courant continu.

L'unité d'observation 63 est raccordée à chacune des phases R, S, T de la machine électrique tournante 32 ainsi qu'au neutre de la machine électrique tournante 32, et permet de mesurer la force électromotrice FEM sur chacune de ces phases R, S, T.

25 L'unité d'observation 63 comporte un système de détection associé aux phases R, S, T de la machine électrique tournante 32 pour mesurer la tension sur chaque phase R, S, T par rapport au neutre de la machine électrique tournante 32, et des moyens d'extraction permettant de déduire de mesures de tension, le changement de signe de la force électromotrice FEM I_R , I_S , I_T sur la phase R, S, T correspondante.

30 L'unité d'observation 63 est apte en outre à générer trois signaux P_R , P_S , P_T de position rotor correspondant au signe de la force électromotrice FEM I_R , I_S , I_T respectivement sur les phases R, S, T de la machine électrique tournante 32.

35 L'onduleur 61 est raccordé entre le redresseur 60 et la machine électrique tournante 32, et permet d'adapter le courant continu fourni par le redresseur 60 à l'alimentation de la machine électrique tournante 32.

L'onduleur 61 comporte trois branches de commutation correspondant aux trois phases R, S, T de la machine électrique tournante 32. Ces trois branches sont montées en parallèle entre des bornes d'entrée A et B correspondant aux bornes de sortie du redresseur 60.

5 L'onduleur 61 comporte en outre un condensateur 71 monté en parallèle aux trois branches de commutation.

Chaque branche comporte deux interrupteurs 73, 74 montés en série et entre lesquels est formé un point R, S, T d'alimentation triphasée de la machine électrique tournante 32. Chaque interrupteur comporte un transistor 75 et une diode 76 montés en
10 parallèle.

Chaque transistor 75 comporte une grille reliée à l'unité de pilotage 62 via un circuit 72 de commande pour commuter ce transistor 75 entre une position ouverte et une position fermée. En position fermée, le transistor 75 de chaque interrupteur 73, 74 est apte à laisser passer un courant respectivement de la borne A vers l'une des bornes des phases R, S, T, ou de l'une des bornes des phases R, S, T vers la borne B. En position
15 ouverte, le transistor 75 ne laisse passer aucun courant.

Chaque transistor 75 est par exemple un transistor bipolaire à grille isolée, comme par exemple un transistor de type IGBT connu en soi.

La diode 76 de chaque interrupteur 73, 74 est propre à laisser passer un courant respectivement de la borne B vers l'une des bornes des phases R, S, T, ou de l'une des bornes des phases R, S, T vers la borne A. Lorsque les transistors 75 sont tous ouverts, les diodes 76 forment un pont redresseur.
20

L'onduleur 61 est par exemple un onduleur à commandes par largeur d'impulsion.

L'unité de pilotage 62 est raccordée à l'onduleur 61 via le circuit de commande 72 et permet de piloter le fonctionnement de l'onduleur 61.
25

L'unité de pilotage 62 se présente par exemple sous la forme d'un logiciel exécuté par un processeur de type adapté.

L'unité de pilotage 62 est raccordée en outre à l'unité d'observation 63 et apte à recevoir de cette unité d'observation 63 les signaux P_R , P_S , P_T de position rotor générés par l'unité d'observation 63.
30

Pour chaque signal de position rotor P_R , P_S , P_T , l'unité de pilotage 62 est apte en outre à déterminer des points angulaires dans lesquels ce signal s'annule.

Les points angulaires correspondent ainsi à une position angulaire du rotor 40 dans laquelle l'un de ses points de repère 57A, 57B est aligné radialement avec le centre de la bobine alimentée par la phase R, S, T associée au signal de position rotor P_R , P_S , P_T correspondant.
35

L'unité de pilotage 62 est apte ainsi par calcul à déduire la position du rotor 40 par rapport au stator 42 dans chaque instant.

En utilisant l'information sur la position du rotor 40, l'unité de pilotage 62 est apte à générer des signaux de commande de l'onduleur 61 pour alimenter la machine électrique tournante 32, selon une ou plusieurs techniques connues en soi.

Plus particulièrement, l'unité de pilotage 62 est apte à générer au moins six signaux de commande pour commuter la position de l'ensemble des transistors 75 entre la position fermée et la position ouverte. Cette commutation s'effectue par exemple par modulation de largeur d'impulsion.

Les signaux de commande générés par l'unité de pilotage 62 permettent à l'onduleur 61 de fournir à la machine électrique tournante 32 un courant alternatif triphasé. Ce courant alternatif triphasé présente trois signaux électriques de forme sensiblement trapézoïdale, décalés l'un par rapport à l'autre d'une valeur sensiblement égale 120° . Le point initial de chacun de ces signaux électriques est déterminé en fonction de la position du rotor 40.

Selon un aspect complémentaire de l'invention, l'unité de pilotage 62 permet de faire varier la vitesse de rotation de la machine électrique tournante 32. À cet effet, elle est propre à modifier les signaux de commande de manière adaptée, selon une ou plusieurs techniques connues en soi.

Le fonctionnement du ventilateur 20 va désormais être expliqué.

Initialement, le ventilateur 20 est déconnecté du réseau d'alimentation 12.

Lorsque le refroidissement de l'équipement embarqué 14 est nécessaire, le ventilateur 20 est connecté au réseau d'alimentation 12.

Un courant électrique triphasé issu du réseau d'alimentation 12 est d'abord transformé par l'autotransformateur 59, et ensuite converti à un courant continu par le redresseur 60.

Puis, le courant continu est converti par l'onduleur 61 en un courant alternatif triphasé pour alimenter la machine électrique tournante 32 et en particulier, le stator 42.

Au démarrage de la machine électrique tournante 32, le fonctionnement de l'onduleur 61 est piloté par l'unité de pilotage 62 selon l'une des techniques de démarrage connues en soi, comme par exemple la technique de démarrage « pas à pas ».

Lorsque la machine électrique tournante 32 est démarrée, la rotation du rotor 40 induit une force électromotrice FEM I_R, I_S, I_T sur chacune des phases R, S, T de la machine électrique tournante 32.

La force électromotrice FEM I_R, I_S, I_T est mesurée par l'unité d'observation 63.

L'unité d'observation 61 génère en outre les signaux de position rotor P_R , P_S , P_T et transmet ces signaux à l'unité de pilotage 62.

L'unité de pilotage 62 détermine les points angulaires dans lesquels les signaux de position rotor P_R , P_S , P_T s'annulent.

5 L'unité de pilotage 62 détermine en outre la position du rotor 40 à chaque instant en utilisant les points angulaires. Pour ce faire, l'unité de pilotage 62 analyse pour chaque point angulaire, le signe du signal de position rotor P_R , P_S , P_T correspondant à ce point angulaire juste avant le point angulaire. Ceci permet alors de déterminer lequel parmi les points de repère 57A, 57B du rotor 40 est aligné dans cet instant avec le centre de la bobine correspondant à ce signal de position rotor P_R , P_S , P_T .

10 Finalement, en fonction de la position du rotor 40, l'unité de pilotage 62 génère des signaux de commande permettant de piloter le fonctionnement de l'onduleur 61.

La figure 5 illustre le fonctionnement de l'unité de pilotage 62 pour deux tours électriques complets du rotor 40.

15 Ainsi, sur cette figure 5, les courbes I_R , I_S et I_T correspondent aux trois forces électromotrices mesurées respectivement sur les phases R, S et T de la machine électrique tournante 32 par l'unité d'observation 63.

Chacune de ces courbes I_R , I_S et I_T a une forme sinusoïdale par construction de la machine électrique tournante.

20 Les courbes P_R , P_S , P_T correspondent aux signaux de position rotor P_R , P_S , P_T générés par l'unité d'observation 63. Ainsi, chacune de ces courbes prend la valeur numérique égale à 1 lorsque la force électromotrice I_R , I_S et I_T correspondante est positive, à -1 lorsque la force électromotrice I_R , I_S et I_T correspondante est négative, et à 0 lorsque la force électromotrice I_R , I_S et I_T correspondante est nulle.

25 Les courbes C_R , C_S , C_T correspondent aux formes du courant fourni par l'onduleur 61 à la machine électrique tournante 32 respectivement sur les phases R, S, T.

Les points 0° , 180° , 360° et 540° correspondent aux points angulaires de la courbe P_R . Ainsi, dans ces points, l'un de points de repère 57A, 57B du rotor 40 est aligné radialement avec le centre de la bobine correspondant à l'ensemble d'enroulements 52R.

30 Les points 60° , 240° , 420° et 600° correspondent aux points angulaires de la courbe P_T . Ainsi, dans ces points, l'un de points de repère 57A, 57B du rotor 40 est aligné radialement avec le centre de la bobine correspondant à l'ensemble d'enroulements 52T.

35 Les points 120° , 300° , 480° et 660° correspondent aux points angulaires de la courbe P_S . Ainsi, dans ces points, l'un de points de repère 57A, 57B du rotor 40 est aligné radialement avec le centre de la bobine correspondant à l'ensemble d'enroulements 52S.

En fonction des changements de valeurs de P_R , P_S , P_T , six positions différentes du rotor peuvent être identifiées pour une rotation du rotor de la machine électrique 32.

On conçoit alors que la présente invention comporte un certain nombre d'avantages.

5 Ainsi, selon l'invention, la machine électrique tournante 32 est pilotée sans capteurs de position du rotor 40 ce qui rend sa structure plus compacte et simple à fabriquée. Ceci permet en outre de réduire le temps de montage du ventilateur 20 dans un conduit d'air et de simplifier la certification pour le domaine aéronautique.

10 La position du rotor 40 est déduite des mesures de la force électromotrice FEM sur chacune de phase R, S, T de la machine électrique tournante 32. Ces mesures sont très précises ce qui permet d'adapter au mieux le fonctionnement de l'onduleur 61 pour alimenter la machine électrique tournante 32.

15 Finalement, l'absence de certains composants classiquement utilisés pour ce type de ventilateurs, comme par exemple une roue phonique ou une plaque capteur de position, permet de rendre le ventilateur 20 selon l'invention relativement peu coûteux.

REVENDEICATIONS

1.- Ventilateur (20) embarqué à bord d'un aéronef (10), comprenant :

5 - une machine (32) électrique synchrone triphasée avec un neutre disponible comportant un rotor (40) à aimant permanent et un stator (42), la machine électrique (32) étant apte à induire une force électromotrice (FEM) de forme sensiblement sinusoïdale sur chacune de ses phases ;

10 - un module (58) d'alimentation propre à raccorder la machine électrique (32) à une source de tension (12), le module d'alimentation (58) comportant un onduleur (61) apte à fournir un courant alternatif triphasé adapté pour alimenter la machine électrique (32), et une unité (62) de pilotage apte à piloter le fonctionnement de l'onduleur (61) en fonction de la position du rotor (40) par rapport au stator (42) ;

caractérisé :

15 - en ce que le module d'alimentation (58) comporte en outre une unité (63) d'observation raccordée à l'unité de pilotage (62), l'unité d'observation (63) étant apte à mesurer la force électromotrice (FEM) sur chacune des phases de la machine électrique (32), et à fournir ces mesures à l'unité de pilotage (62) ; et

20 - en ce que l'unité de pilotage (62) est apte à analyser les mesures fournies pour déterminer la position du rotor (40) par rapport au stator (42).

25 2.- Ventilateur (20) selon la revendication 1, caractérisé en ce que le courant alternatif triphasé fourni par l'onduleur (61) présente un signal de forme sensiblement trapézoïdale sur chacune des phases, les signaux étant décalés l'un par rapport à l'autre à une valeur sensiblement égale à 120°.

30 3.- Ventilateur (20) selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que l'unité d'observation (63) est apte à générer un signal (P_R , P_S , P_T) de position rotor correspondant au signe de la force électromotrice (FEM) sur chacune des phases de la machine électrique (32).

35 4.- Ventilateur (20) selon la revendication 3, caractérisé en ce que l'unité de pilotage (62) est apte à déterminer des points angulaires de chacun des signaux de position rotor (P_R , P_S , P_T) générés par l'unité d'observation (63), le signal de position rotor (P_R , P_S , P_T) correspondant changeant sa valeur.

5.- Ventilateur (20) selon la revendication 4, caractérisé en ce que l'unité de pilotage (62) est apte à analyser les points angulaires de chacun des signaux de position rotor (P_R , P_S , P_T) pour déterminer au moins six positions différentes du rotor (40) par rapport au stator (42).

5

6.- Ventilateur (20) selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que la source de tension (12) est apte à fournir un courant alternatif triphasé.

10

7.- Ventilateur (20) selon la revendication 6, caractérisé en ce que le module d'alimentation (58) comporte en outre un redresseur (60) raccordé entre la source de tension (12) et l'onduleur (61) pour convertir le courant alternatif triphasé fourni par la source de tension (12) en un courant continu.

15

8.- Ventilateur (20) selon la revendication 7, caractérisé en ce que le module d'alimentation (58) comporte en outre un autotransformateur (59) raccordé entre la source de tension (12) et le redresseur (60) pour modifier les valeurs de tension et/ou d'intensité du courant alternatif triphasé fourni par la source de tension (12).

20

9.- Ventilateur (20) selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que la source de tension (12) est apte à fournir un courant continu, avantageusement un courant continu haute tension.

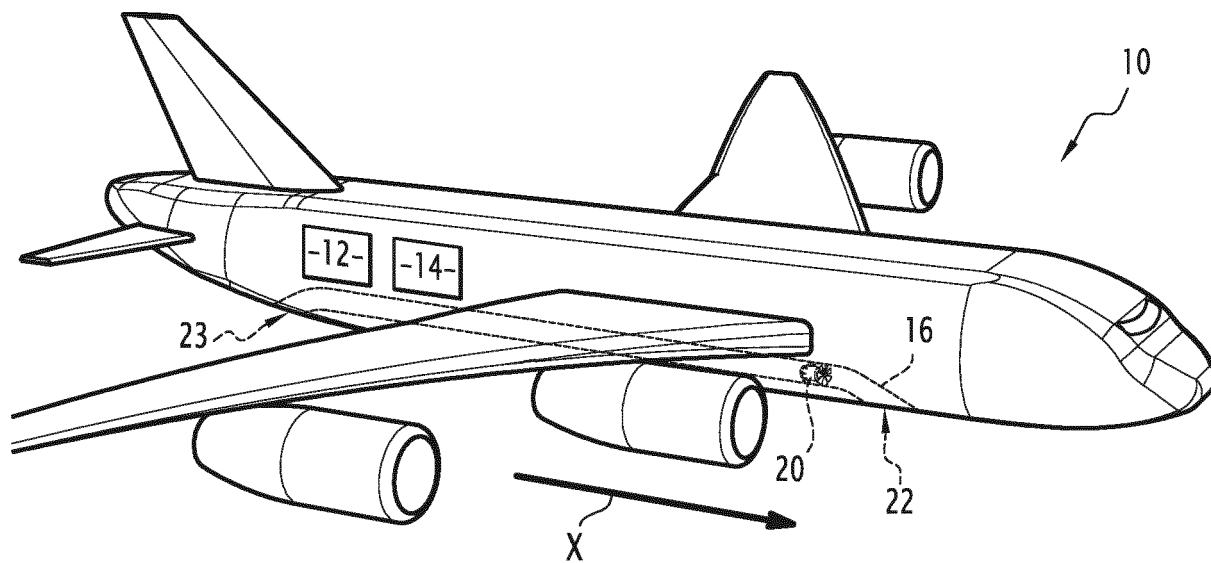
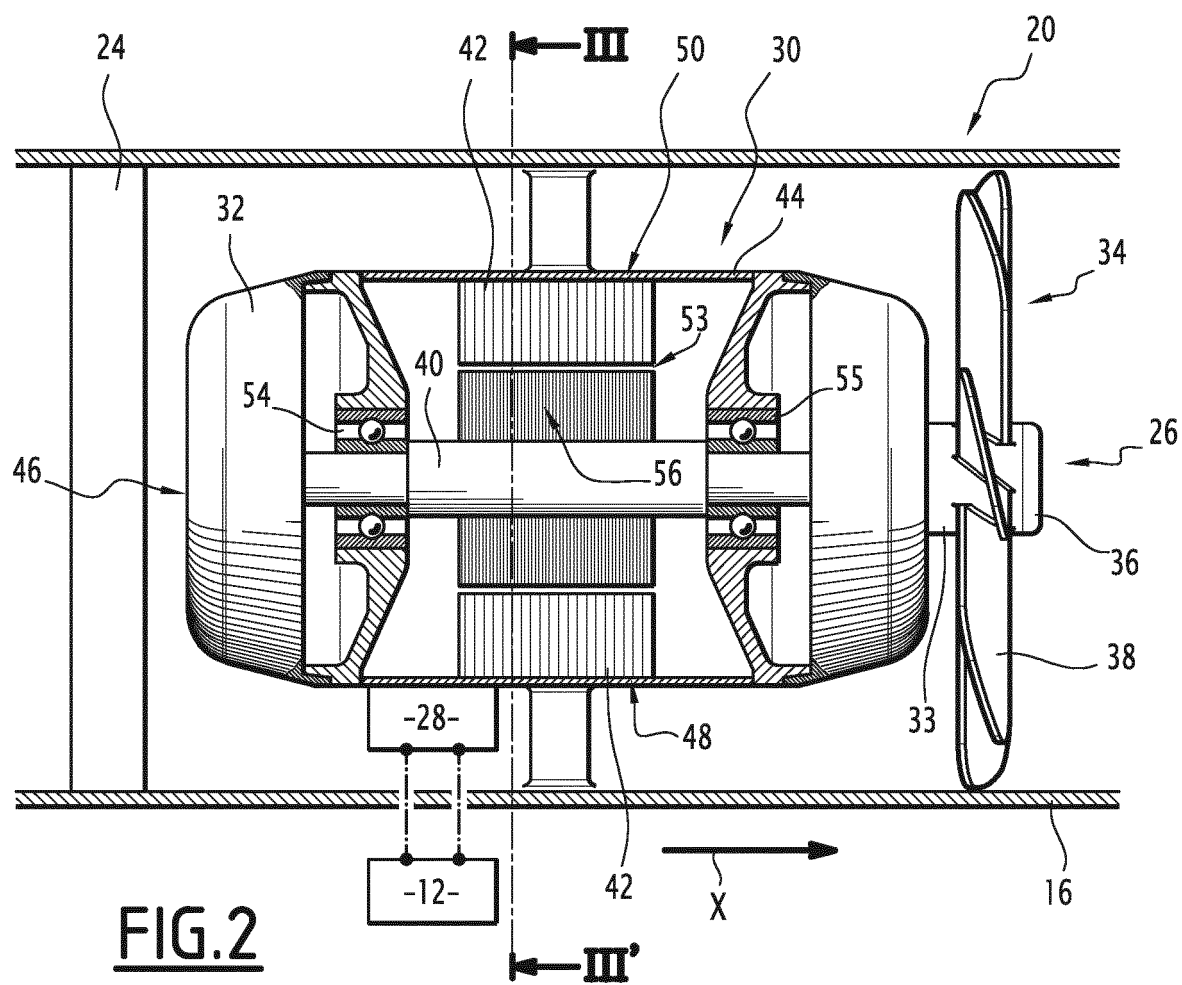
25

10.- Ventilateur (20) selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, caractérisé en ce que l'unité de pilotage (62) est apte en outre à piloter la vitesse de rotation du rotor (40) par rapport au stator (42).

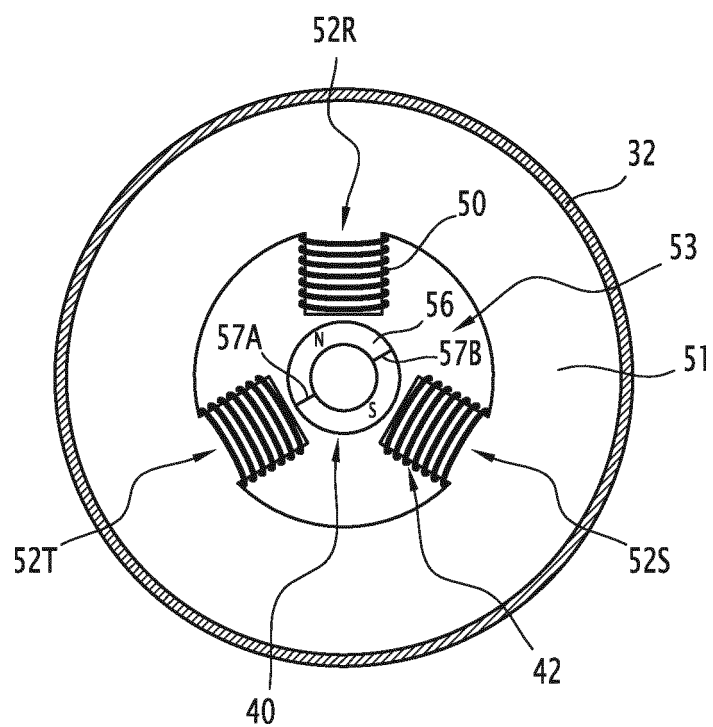
30

11.- Aéronef (10) comportant un réseau (12) d'alimentation électrique apte à fournir un courant électrique et un ventilateur (20) selon l'une quelconque des revendications 1 à 10, le ventilateur (20) étant alimenté par le réseau d'alimentation électrique (12).

1/4

**FIG. 1****FIG. 2**

2/4

**FIG.3**

3/4

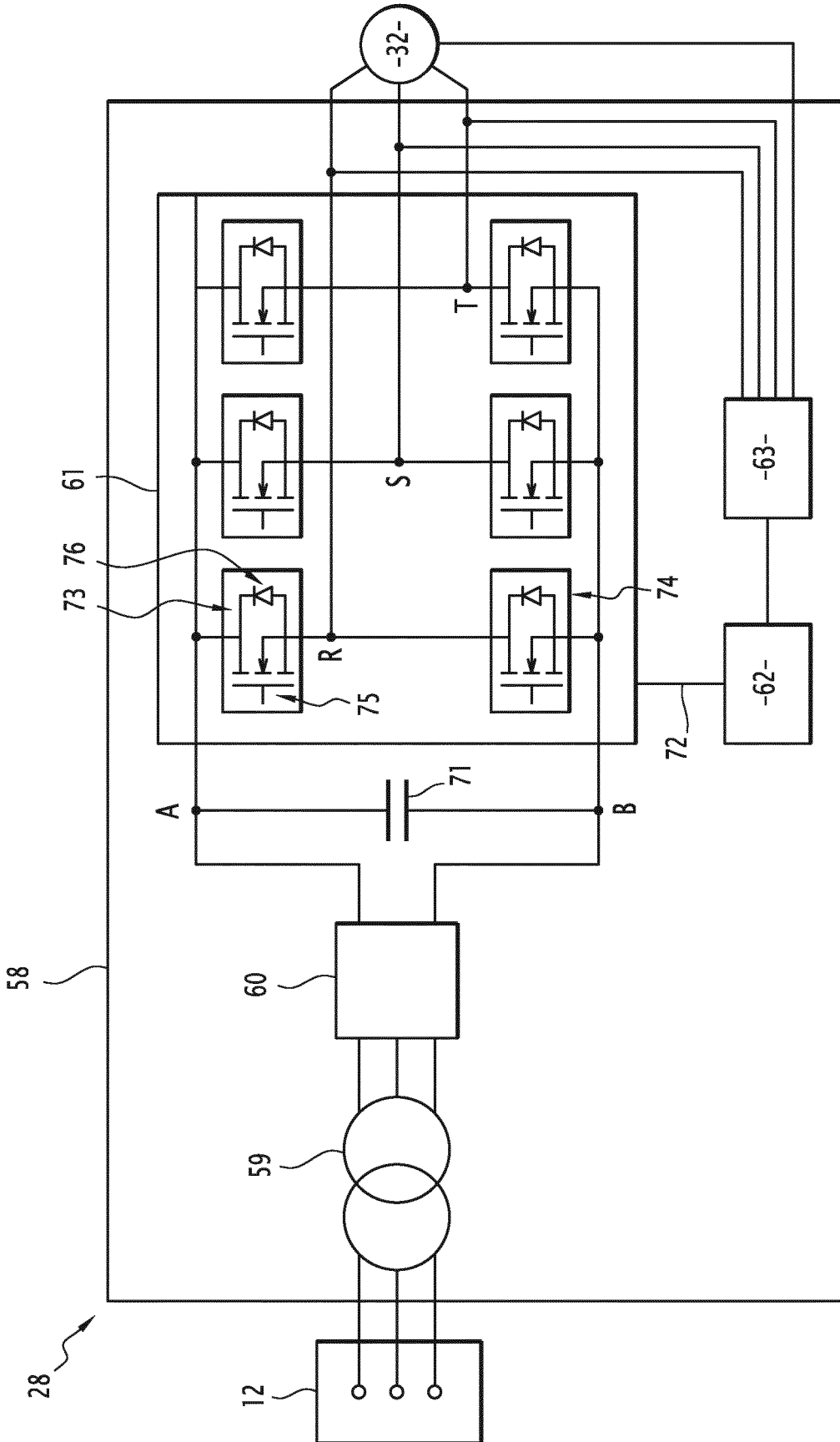


FIG.4



**RAPPORT DE RECHERCHE
PRÉLIMINAIRE**

établi sur la base des dernières revendications
déposées avant le commencement de la recherche

N° d'enregistrement
national

FA 805378
FR 1460639

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
X	US 4 743 815 A (GEE DAVID E [US] ET AL) 10 mai 1988 (1988-05-10) * colonne 1 - colonne 5; figures 1,2,3 * -----	1-11	H02P6/18 F04D25/06 F04D27/00 H02K11/00
X	US 5 739 652 A (SRIRAM TILLASTHANAM V [US]) 14 avril 1998 (1998-04-14) * colonne 1 - colonne 4; figures 1,2,3 * -----	1-11	
X	WO 01/05023 A1 (KRITON MEDICAL INC [US]) 18 janvier 2001 (2001-01-18)	1-5	
A	* figures 1,5 * -----	6-11	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)
			H02P B64D
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
1 juillet 2015		Fraissé, Stéphane	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS		T : théorie ou principe à la base de l'invention	
X : particulièrement pertinent à lui seul		E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure	
Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un		à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date	
autre document de la même catégorie		de dépôt ou qu'à une date postérieure.	
A : arrière-plan technologique		D : cité dans la demande	
O : divulgation non-écrite		L : cité pour d'autres raisons	
P : document intercalaire		
		& : membre de la même famille, document correspondant	

1

EPO FORM 1503 12.99 (P04C14)

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 1460639 FA 805378**

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

Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du **01-07-2015**

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

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 4743815	A	10-05-1988	AUCUN	

US 5739652	A	14-04-1998	AUCUN	

WO 0105023	A1	18-01-2001	AU 771931 B2	08-04-2004
			AU 6953200 A	30-01-2001
			CA 2377982 A1	18-01-2001
			EP 1194998 A1	10-04-2002
			JP 4652644 B2	16-03-2011
			JP 2003509987 A	11-03-2003
			US 7138776 B1	21-11-2006
			US 2007252542 A1	01-11-2007
			WO 0105023 A1	18-01-2001
