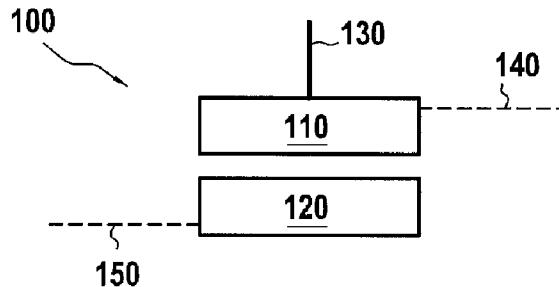




(86) **Date de dépôt PCT/PCT Filing Date:** 2013/05/14
 (87) **Date publication PCT/PCT Publication Date:** 2013/11/28
 (45) **Date de délivrance/Issue Date:** 2020/05/05
 (85) **Entrée phase nationale/National Entry:** 2014/11/18
 (86) **N° demande PCT/PCT Application No.:** FR 2013/051050
 (87) **N° publication PCT/PCT Publication No.:** 2013/175098
 (30) **Priorité/Priority:** 2012/05/21 (FR1254612)

(51) **Cl.Int./Int.Cl. H02K 17/42** (2006.01),
B64C 11/00 (2006.01), **B64C 11/44** (2006.01),
B64D 15/12 (2006.01), **B64D 41/00** (2006.01),
H01F 38/18 (2006.01)
 (72) **Inventeurs/Inventors:**
 DE WERGIFOSSE, ERIC, FR;
 DUVAL, CEDRIC, FR
 (73) **Propriétaire/Owner:**
 LABINAL POWER SYSTEMS, FR
 (74) **Agent:** LAVERY, DE BILLY, LLP

(54) **Titre : SYSTEME D'ALIMENTATION EN ENERGIE ELECTRIQUE COMPRENANT UNE MACHINE ASYNCHRONE ET MOTEUR DE PROPULSION EQUIPE D'UN TEL SYSTEME D'ALIMENTATION EN ENERGIE ELECTRIQUE**
 (54) **Title: ELECTRICAL POWERING SYSTEM COMPRISING AN ASYNCHRONOUS MACHINE AND PROPULSION ENGINE PROVIDED WITH SUCH AN ELECTRICAL POWERING SYSTEM**



(57) **Abrégé/Abstract:**

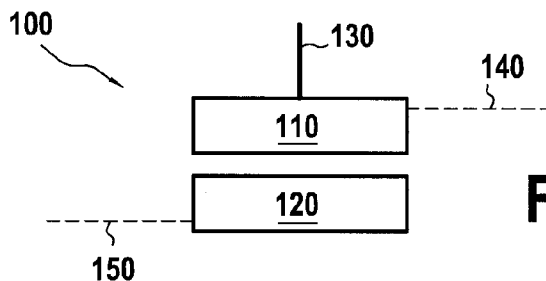
L'invention propose un système d'alimentation en énergie électrique, comprenant une machine asynchrone (100), un agencement (130) pour l'entraînement en rotation d'un rotor (110) de la machine asynchrone par un rotor d'un moteur de propulsion et une connexion électrique (140) pour l'alimentation d'au moins un équipement électrique par ledit rotor de la machine asynchrone, caractérisé en ce que la machine asynchrone (100) étant de plus équipée pour recevoir de l'énergie électrique alternative par un stator (120) de ladite machine asynchrone, elle a, sur une plage prédéterminée de vitesse d'entraînement par ledit rotor du moteur de propulsion du rotor de la machine asynchrone, un rendement de transfert d'énergie électrique dudit stator (120) audit rotor (110) privilégié par rapport au rendement de conversion d'énergie mécanique de rotation en énergie électrique.

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

(19) Organisation Mondiale de la
Propriété Intellectuelle
Bureau international(10) Numéro de publication internationale
WO 2013/175098 A1(43) Date de la publication internationale
28 novembre 2013 (28.11.2013)

WIPO | PCT

- (51) Classification internationale des brevets :
H02K 17/42 (2006.01) **H01F 38/18** (2006.01)
H02K 11/00 (2006.01) **B64C 11/00** (2006.01)
H02K 16/02 (2006.01)
- (21) Numéro de la demande internationale :
PCT/FR2013/051050
- (22) Date de dépôt international :
14 mai 2013 (14.05.2013)
- (25) Langue de dépôt : français
- (26) Langue de publication : français
- (30) Données relatives à la priorité :
1254612 21 mai 2012 (21.05.2012) FR
- (71) Déposant : **HISPANO-SUIZA** [FR/FR]; 18 Boulevard
Louis Seguin, F-92700 Colombes (FR).
- (72) Inventeurs : **DE WERGIFOSSE, Eric**; 6 chemin Pen-
chard, F-77515 Saint Augustin (FR). **DUVAL, Cédric**; 48
rue de Courbuisson, F-77920 Samois Sur Seine (FR).
- (74) Mandataires : **LEFEVRE, David** et al.; Cabinet Beau de
Lomenie, 158 rue de l'Université, F-75340 Paris Cedex 07
(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, DK, DM,
DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP,
KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD,
ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI,
NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU,
RW, SC, 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, SZ, TZ,
UG, ZM, ZW), eurasién (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,
ML, MR, NE, SN, TD, TG).
- Publiée :
— avec rapport de recherche internationale (Art. 21(3))

(54) Title : ELECTRICAL POWERING SYSTEM COMPRISING AN ASYNCHRONOUS MACHINE AND PROPULSION EN-
GINE PROVIDED WITH SUCH AN ELECTRICAL POWERING SYSTEM(54) Titre : SYSTÈME D'ALIMENTATION EN ÉNERGIE ÉLECTRIQUE COMPRENANT UNE MACHINE ASYNCHRONE
ET MOTEUR DE PROPULSION ÉQUIPÉ D'UN TEL SYSTÈME D'ALIMENTATION EN ÉNERGIE ÉLECTRIQUE**FIG.1**

(57) Abstract : The invention proposes an electrical powering system, comprising an asynchronous machine (100), an arrangement (130) for rotating a rotor (110) of the asynchronous machine by means of a rotor of a propulsion engine and an electrical connection (140) for powering at least one piece of electrical equipment by means of said rotor of the asynchronous machine, characterised in that the asynchronous machine (100) being furthermore equipped to receive alternating electrical power via a stator (120) of said asynchronous machine, it has, over a predetermined range of drive speed by said rotor of the propulsion engine of the rotor of the asynchronous machine, an efficiency of transfer of electrical energy from said stator (120) to said rotor (110) that is favourable with regard to the efficiency of converting rotational mechanical energy into electrical energy.

(57) Abrégé : L'invention

[Suite sur la page suivante]



WO 2013/175098 A1

WO 2013/175098 A1 

propose un système d'alimentation en énergie électrique, comprenant une machine asynchrone (100), un agencement (130) pour l'entraînement en rotation d'un rotor (110) de la machine asynchrone par un rotor d'un moteur de propulsion et une connexion électrique (140) pour l'alimentation d'au moins un équipement électrique par ledit rotor de la machine asynchrone, caractérisé en ce que la machine asynchrone (100) étant de plus équipée pour recevoir de l'énergie électrique alternative par un stator (120) de ladite machine asynchrone, elle a, sur une plage prédéterminée de vitesse d'entraînement par ledit rotor du moteur de propulsion du rotor de la machine asynchrone, un rendement de transfert d'énergie électrique dudit stator (120) audit rotor (110) privilégié par rapport au rendement de conversion d'énergie mécanique de rotation en énergie électrique.

Système d'alimentation en énergie électrique comprenant une machine asynchrone et moteur de propulsion équipé d'un tel système d'alimentation en énergie électrique

5 Domaine technique et art antérieur

L'invention porte sur un système d'alimentation en énergie électrique, notamment pour alimenter un équipement électrique porté par un support en rotation. L'invention porte aussi sur un moteur de propulsion équipé d'un tel système d'alimentation.

10 En particulier, l'invention fournit des moyens d'alimentation en énergie électrique pour des équipements électriques portés par les pales d'un rotor d'un moteur de propulsion, ou les pales de deux rotors en rotations inverses d'un moteur de propulsion, tels que les équipements de dégivrage de ces pales ou les systèmes de positionnement électrique de
15 telles pales.

On connaît des systèmes d'alimentation électrique de tels dispositifs utilisant une transmission électrique depuis les parties fixes de l'avion ou du moteur à l'aide de dispositifs à balais, comme par exemple dans le document US4621978. Néanmoins ceux-ci sont lourds, peu fiables, et
20 demandent une maintenance régulière ainsi qu'un système de refroidissement en fonctionnement. Des problèmes de compatibilité avec des matières huileuses présentes dans leur environnement sont aussi constatés.

On connaît également des transformateurs tournants assurant aussi
25 la transmission électrique depuis les parties fixes de l'avion ou du moteur. Il existe de tels transformateurs basse fréquence (moins de 1 kHz) qui possèdent une architecture de type U ou E avec des topologies cherchant à résoudre le problème de feuilletage des matériaux. Par contre, dans les domaines de hautes fréquences (plus de 1 kHz) et de forte puissance
30 (plus de 5 kW), les matériaux feuilletés perdent leurs propriétés dès que la

température augmente (typiquement au-delà de 200 °C). Il en résulte des pertes importantes et une sensibilité des transformateurs aux vibrations et aux chocs. Un exemple de document décrivant un transformateur tournant dans le contexte évoqué est WO2010/081654.

5 On connaît aussi le document FR 2962271 enseigne, sur un support en rotation, d'apporter de l'électricité par utilisation d'une machine asynchrone fonctionnant en générateur auto-excité.

L'invention vise à résoudre les problèmes évoqués ci-dessus et fournir une solution fiable, nécessitant peu de maintenance, ayant un
10 poids faible et occupant un espace limité.

Résumé de l'invention

Pour cela il est proposé un système d'alimentation en énergie électrique, comprenant une machine asynchrone, un agencement pour l'entraînement en rotation d'un rotor de la machine asynchrone par un
15 rotor d'un moteur de propulsion et une connexion électrique pour l'alimentation d'au moins un équipement électrique par ledit rotor de la machine asynchrone, **caractérisé en ce que** la machine asynchrone étant de plus équipée pour recevoir de l'énergie électrique alternative par un stator de ladite machine asynchrone, elle a, sur une plage
20 prédéterminée de vitesse d'entraînement par ledit rotor du moteur de propulsion du rotor de la machine asynchrone, un rendement de transfert d'énergie électrique dudit stator audit rotor privilégié par rapport au rendement de conversion d'énergie mécanique de rotation en énergie électrique.

25 En faisant ce choix de conception, on peut mettre en place une machine asynchrone alimentant un équipement électrique par son rotor, et dont la masse et le volume sont nettement abaissés par rapport à une génératrice asynchrone telle que celle présentée dans l'art antérieur. On conserve l'avantage d'utiliser une machine asynchrone par rapport à un
30 transformateur tournant de type U ou E, puisque l'on n'a pas de problème

de feuilletage de matériaux. Les besoins en maintenance sont de plus très faibles.

Dans un mode de réalisation particulier, la machine asynchrone comporte un bobinage ondulé progressif au moins dans un rotor ou dans
5 un stator. Cela permet d'augmenter la fiabilité du transformateur asynchrone.

Dans un mode de réalisation particulier, la machine asynchrone comporte un bobinage avec une seule barre conductrice par encoche. Le nombre de soudures nécessaire est ainsi diminué, ce qui permet de
10 diminuer le poids et l'encombrement du dispositif.

L'invention consiste également, selon un autre aspect, en un moteur de propulsion dont un rotor porte au moins un équipement électrique, le moteur comprenant au moins un système d'alimentation en énergie électrique tel qu'évoqué plus haut, l'équipement électrique étant
15 relié à la connexion électrique du système d'alimentation. Un tel moteur a des performances améliorées, du fait de l'utilisation en son sein d'un dispositif plus léger, moins encombrant et plus fiable, pour alimenter en énergie électrique les équipements électriques portés par le rotor du moteur de propulsion.

Selon différents agencements possibles, le stator de la machine asynchrone est agencé pour recevoir de l'énergie électrique alternative du moteur de propulsion, par une génératrice, d'un boîtier d'entraînement des accessoires du moteur de propulsion, ou d'un réseau électrique alternatif. Selon d'autres différents agencements possibles, ledit stator de
20 la machine asynchrone est immobile par rapport à la nacelle du moteur de propulsion, ou immobile par rapport à un deuxième rotor du moteur de propulsion.

Dans un mode de réalisation particulier, le moteur comporte un deuxième rotor portant au moins un deuxième équipement électrique, le
25 moteur comprenant au moins un deuxième système d'alimentation en

énergie électrique tel qu'évoqué plus haut, le deuxième équipement électrique étant relié à la connexion électrique du deuxième système d'alimentation, les deux systèmes d'alimentation en énergie électrique étant agencés en parallèle pour recevoir, par un stator respectif, de
5 l'énergie électrique alternative d'une même source. Ainsi, on peut équiper de cette manière une soufflante non carénée à deux rotors contrarotatifs.

Selon différents agencements possibles, une liaison entre l'équipement électrique et la connexion électrique du système d'alimentation passe par un mécanisme de transmission de puissance
10 mécanique, ou par un transformateur tournant, ou par une génératrice ou par un deuxième rotor du moteur de propulsion tournant en sens inverse du premier rotor.

L'équipement peut notamment être un dispositif de dégivrage d'une pale, ou un système de positionnement électrique d'une pale.

15 Brève description des figures

L'invention va maintenant être décrite en relation avec les figures annexées suivantes :

La figure 1 présente un mode général de réalisation d'un système d'alimentation en énergie électrique selon l'invention.

20 La figure 2 présente un aspect particulier d'un mode de réalisation d'un système de la figure 1.

La figure 3 présente une autre vue de l'aspect particulier de la figure 2.

25 La figure 4 présente une autre vue de l'aspect particulier des figures 2 et 3.

La figure 5 présente une autre vue de l'aspect particulier de la figure 2 à 4.

La figure 6 présente un mode de réalisation d'un moteur de propulsion selon l'invention.

La figure 7 présente certains aspects d'implémentation du mode de réalisation de la figure 6.

La figure 8 présente un autre mode de réalisation d'un moteur de propulsion selon l'invention.

5 La figure 9 présente certains aspects d'implémentation du mode de réalisation de la figure 8.

Exposé détaillé de l'invention

En **figure 1**, on a représenté un système d'alimentation électrique selon un mode général de réalisation de l'invention. Il comprend une machine 100 composée d'un rotor 110 et d'un stator 120. Le rotor 110 est relié à un agencement mécanique 130 pour son entraînement par un rotor d'un moteur de propulsion. Les bobines du rotor sont reliées à une connexion électrique 140 pour l'alimentation électrique d'un équipement électrique. Les bobines du stator sont reliées à une connexion électrique 15 150 pour l'application d'une énergie électrique, notamment une énergie électrique alternative. La machine asynchrone 100 a, sur une plage prédéterminée de vitesse d'entraînement par le rotor du moteur de propulsion du rotor de la machine asynchrone, un rendement de transfert d'énergie électrique du stator 120 au rotor 110 privilégié par rapport au 20 rendement de conversion d'énergie mécanique de rotation en énergie électrique. Cela est obtenu par conception : l'effet transformateur est optimisé pour une plage de vitesse de rotation, au détriment du couple prélevé.

Le rotor 110 est par exemple bobiné triphasé équilibré. Pour se 25 faire, la machine possède le même nombre de paires de pôles au stator et au rotor, ou possède un bobinage pouvant s'adapter au courant triphasé équilibré.

Par exemple, une conception possible du système de la figure 1 utilise 6 paires de pôles et un entrefer de 1 mm. On applique une tension 30 au stator de 120 V RMS (par rapport au neutre) à 600 Hz, pour une

puissance électrique fournie de 24.7 kW, alors que le rotor de la machine asynchrone est entraîné à 15 Hz. La tension obtenue au rotor a alors une fréquence de 690 Hz, une amplitude de 108 V RMS (par rapport au neutre) pour une puissance fournie de 24 kW. On constate qu'une
5 puissance mécanique de 3.3 kW est prélevée sur le rotor et que la machine engendre seulement 4 kW de pertes, essentiellement liées à la fonction transformateur.

La plage prédéterminée de vitesse d'entraînement par le rotor du moteur de propulsion du rotor de la machine asynchrone, sur laquelle un
10 rendement de transfert d'énergie électrique du stator 120 au rotor 110 est privilégié par rapport au rendement de conversion d'énergie mécanique de rotation en énergie électrique est une plage autour de la fréquence de rotation de 15 Hz, par exemple la plage 10 à 20 Hz, ou la plage 14 à 16 Hz. Dans l'exemple présenté, l'effet d'optimisation s'illustre par la faible
15 valeur de pertes (4 kW), combinée avec un prélèvement sur la puissance dégagée par le moteur de propulsion qui, bien que loin d'être optimisée, puisqu'elle a au contraire été négligée pour permettre l'optimisation de l'effet transformateur, est de seulement 3.3 kW.

La régulation de la puissance fournie à la connexion électrique 140
20 se fait par réglage de la puissance appliquée par la connexion électrique 150. Le niveau de puissance requis au stator peut être, dans certaines conditions, inférieur à la puissance de sortie au rotor, grâce à la puissance fournie par le moteur de propulsion. La charge peut être observée à travers la machine asynchrone, pour connaître son état de
25 fonctionnement.

De la puissance peut être transmise avec un rotor immobile, le fonctionnement étant alors uniquement de type transformateur.

On précise que la machine asynchrone peut avoir une topologie de type à variation de flux radial ou axial.

En **figure 2** on a présenté un mode de réalisation du bobinage d'un rotor ou d'un stator de la machine 100 présentée en figure 1. Le même type de bobinage peut être utilisé à la fois au stator et au rotor, mais des bobinages différents peuvent aussi être utilisés au stator et au rotor. Le bobinage est un bobinage ondulé progressif, qui permet de n'utiliser qu'une barre de conducteur par encoche du rotor ou du stator, diminuant les risques de court-circuit entre barres.

Sur la figure 2, 14 encoches sont représentées et numérotées 201 à 214, et le bobinage comprend 9 conducteurs, numérotés 301 à 309. Dans le mode de réalisation présenté, chaque pôle comprend trois barres conductrices reliées en parallèle à la même phase de la tension triphasée.

Ainsi, des portions des conducteurs 301, 302 et 303 insérées dans les encoches successives 201, 202 et 203 forment un premier pôle. A la sortie des encoches respectives, les conducteurs 301, 302 et 303 sont orientés suivant un angle droit tous les trois dans la même direction, et rejoignent, respectivement des encoches 212, 211 et 210 (c'est-à-dire que, le long de la périphérie du rotor ou du stator, le premier conducteur sorti de son encoche est ensuite le dernier à rentrer dans une encoche).

Les portions des conducteurs entre les encoches constituant des chignons de conducteur, de volume et masse inutiles, et dont l'utilisation d'un bobinage ondulé progressif permet de diminuer la longueur. Les conducteurs 304, 305 et 306, reliés en parallèle à une deuxième phase de la tension alternative triphasée, occupent quant à eux respectivement les encoches 204, 205 et 206, puis, après un angle droit et une section de type chignon rejoignent des encoches, respectivement non représentée et référencée 214 et 213 sur la figure (à nouveau, le premier conducteur sorti de son encoche est ensuite le dernier à rentrer dans une encoche). On distingue également sur la figure les conducteurs 307, 308 et 309 qui occupent les encoches 207, 208 et 209 et qui sont reliés en parallèle à la troisième phase de la tension triphasée. Les chignons des conducteurs

301, 302 et 303, entre les encoches 201, 202, 203 et 210, 2114 et 212, sont disposés, dans ce mode de réalisation, à distance des encoches, alors que les chignons des conducteurs 304, 305 et 306 entre les encoches 204, 205, 206 et 213 et 214 sont disposés à proximité des encoches.

5 En **figure 3**, on a représenté, de bout en bout, les conducteurs d'une phase, dans une variante du mode de réalisation de la figure 2. Les conducteurs sont reliés au circuit électrique externe à leurs extrémités 351 et 352. On retrouve sur cette figure des chignons à deux distances des encoches, avec la séquence : chignon distant, chignon distant, chignon
10 proche, chignon proche, chignon distant. Sur cet arrangement, à nouveau, le premier conducteur sorti de son encoche est ensuite le dernier à rentrer dans une encoche.

 En **figure 4**, on a représenté les conducteurs des trois phases, dans une variante des figures 2 et 3. Il y a ici trois barres conductrices par
15 pôles, comme dans les figures précédentes. Un seul conducteur est utilisé pour chaque phase. Il fait trois fois le tour complet de la périphérie du rotor ou du stator, entre deux extrémités libres, et en étant soudé à la masse de celui-ci en quatre points, dont deux à proximité de la première extrémité libre, et deux à proximité de la deuxième extrémité libre. Les
20 références 410 et 420 sont utilisées pour représenter les extrémités libres d'un des trois conducteurs. Le même schéma de soudure est utilisé pour les deux autres conducteurs. A l'approche d'une première des deux extrémités libres, référencée 410, le conducteur croise les deux portions du même conducteur effectuant les tours complets de la périphérie avant
25 de les suivre de manière parallèle, alors qu'à l'approche d'une deuxième des deux extrémités libres, référencée 420, le conducteur suit les deux portions du même conducteur effectuant les tours complets de la périphérie de manière parallèle sans les croiser. Les soudures à proximité de l'extrémité libre avec croisement sont référencées 411 et 412 et les

soudures à proximité de l'extrémité libre avec croisement sont référencées 421 et 422.

En **figure 5**, on a représenté, de bout en bout le conducteur d'une phase, et on précise que s'il y a n barres conductrices par pôle, la figure 5 ne représente que le nombre de tours de conducteurs divisé par n , pour une seule des trois phases.

En **figure 6**, on a représenté une implémentation possible de l'invention sur un moteur de propulsion à deux rotors contrarotatifs, comme par exemple une soufflante non carénée.

De l'électricité alternative est obtenue, soit du réseau électrique de l'avion 610, soit de la boîte d'engrenages d'entraînement des accessoires 615 (AGB pour « accessory gear box »), soit du moteur 620 (turbine libre, premier rotor ou rotor AFT, ou deuxième rotor ou rotor FWD). Dans les deux derniers cas, une génératrice 616, respectivement 621, est utilisée. Un interrupteur 625, sous le contrôle d'un système de commande 626 permet éventuellement de choisir la source d'électricité. Il comprend, si nécessaire, un convertisseur de puissance pour la mise en forme de l'énergie pour l'alimentation des machines asynchrones. La puissance électrique est transférée du repère fixe A aux deux repères tournants contrarotatifs B et C par deux transformateurs 630 et 631 montés en parallèle l'un de l'autre en sortie de l'interrupteur 625. Les repères B et C sont deux des rotors FWD 640 et AFT 641, respectivement. La puissance électrique est enfin amenées aux dispositifs à alimenter sur les pales de ces rotors, référencés respectivement 650 et 651.

Les transformateurs 630 et 631 sont des systèmes d'alimentation en énergie électrique tels que décrits en relation avec les figures 1 à 5.

Une variante du mode de réalisation de la figure 6 est représentée en **figure 7**, avec d'autres détails de réalisation. La puissance électrique alternative (référence 625) est amenée du stator du moteur de propulsion (repère A) par des lignes conductrices 700 et 710, qui pour la première

inclut le transformateur 630 et se poursuit jusqu'aux pales 650 du rotor 640, et qui pour la deuxième inclut le transformateur 610 et se poursuit en traversant le mécanisme de transmission de puissance mécanique PGB (pour « Power Gear Box ») 720, avant de parvenir aux pales 651 du rotor 641. Divers paliers sont représentés sur la figure pour indiquer les rotations relatives des différents éléments.

En **figure 8**, on a représenté une autre implémentation possible de l'invention également sur un moteur de propulsion à deux rotors contrarotatifs.

De l'électricité alternative est obtenue, comme précédemment, soit du réseau électrique de l'avion 610, soit de la boîte d'engrenages d'entraînement des accessoires 615, soit du moteur 620.

La puissance électrique est tout d'abord transférée du repère fixe A au repère tournant B en parallèle par un transformateur 810 et, en parallèle par un transformateur 820, qui peut aussi être une génératrice 820. Le repère B est celui du rotor FWD 640. Les pales 650 du rotor 640 sont alimentées par le transformateur 810. Un transformateur 830 transfère l'énergie fournie par le transformateur ou la génératrice 820 du repère B au repère C. Le repère C est celui du rotor AFT 641. Les pales 651 du rotor 641 sont alimentées par le transformateur 830. Les transformateurs 830 et 810, et éventuellement le transformateur 820 sont des systèmes d'alimentation en énergie électrique tels que décrits en relation avec les figures 1 à 5.

Ce montage série permet de palier à certaines contraintes d'intégration.

Une variante du mode de réalisation de la figure 8 est représentée en **figure 9**, avec d'autres détails de réalisation. La puissance électrique alternative (référence 625) est amenée du stator du moteur de propulsion (repère A) par des lignes conductrices 900 et 910, qui pour la première inclut le transformateur 8100 et se poursuit jusqu'aux pales 650 du rotor

640, et qui pour la deuxième inclut le transformateur ou génératrice 910 et le transformateur 830, et se poursuit jusqu'aux pales 651 du rotor 641. Divers paliers sont représentés sur la figure pour indiquer les rotations relatives des différents éléments. Dans cette variante, les lignes
5 d'alimentation évitent le mécanisme de transmission de puissance mécanique PGB.

L'invention a été décrite en relation avec des modes de réalisation qui sont non limitatifs, et elle s'étend à toutes les variantes dans le cadre de la portée des revendications.

REVENDEICATIONS

1. Système d'alimentation en énergie électrique, comprenant :

une machine asynchrone ayant un stator et un rotor et agencé pour transférer de l'énergie électrique du stator au rotor selon un premier rendement de transfert d'énergie;

un agencement pour l'entraînement en rotation du rotor de la machine asynchrone par un rotor d'un moteur de propulsion;

une connexion électrique pour l'alimentation d'au moins un équipement électrique par un bobinage du rotor de la machine asynchrone, le transfert d'énergie électrique du bobinage du rotor de la machine asynchrone à l'équipement électrique s'effectuant selon un deuxième rendement de transfert d'énergie; et

un système de commande pour réguler la puissance délivrée à l'équipement électrique en contrôlant une quantité d'énergie électrique alternative fournie à un bobinage du stator de la machine asynchrone sur la base d'une vitesse d'entraînement du rotor de la machine asynchrone et au moins l'un du premier rendement de transfert d'énergie et du deuxième rendement de transfert d'énergie;

dans lequel sur une plage prédéterminée de vitesse d'entraînement du rotor de la machine asynchrone, le système de commande contrôle la quantité d'énergie électrique alternative fournie au bobinage du stator de la machine asynchrone pour maximiser le premier rendement de transfert d'énergie du stator au rotor indépendamment du deuxième rendement de transfert d'énergie avec lequel de la puissance est transférée du bobinage du rotor de la machine asynchrone à l'équipement électrique.

2. Système d'alimentation selon la revendication 1, dans lequel la machine asynchrone comporte un bobinage ondulé progressif au moins dans le rotor ou dans le stator.

3. Système d'alimentation selon l'une quelconque des revendications 1 et 2, dans lequel la machine asynchrone comporte un bobinage avec une seule barre conductrice par encoche.

4. Moteur de propulsion comprenant un rotor portant au moins un équipement électrique, le rotor comprenant au moins un système d'alimentation en énergie électrique selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, l'équipement électrique étant relié à la connexion électrique du système d'alimentation.

5. Moteur selon la revendication 4, dans lequel le stator de la machine asynchrone est agencé pour recevoir de l'énergie électrique alternative du moteur de propulsion, par une génératrice.

6. Moteur selon l'une quelconque des revendications 4 et 5, dans lequel le stator de la machine asynchrone est agencé pour recevoir de l'énergie électrique alternative d'un boîtier d'entraînement des accessoires du moteur de propulsion, par une génératrice.

7. Moteur selon l'une quelconque des revendications 4 à 6, dans lequel le stator de la machine asynchrone est agencé pour recevoir de l'énergie électrique alternative d'un réseau électrique alternatif.

8. Moteur selon l'une quelconque des revendications 4 à 7, dans lequel ledit stator de la machine asynchrone est immobile par rapport à une nacelle du moteur de propulsion.

9. Moteur selon l'une quelconque des revendications 4 à 8, dans lequel ledit stator de la machine asynchrone est immobile par rapport à un rotor du moteur de propulsion.

10. Moteur selon l'une quelconque des revendications 4 à 9, comportant un deuxième rotor portant au moins un deuxième équipement électrique, le moteur comprenant au moins un deuxième système

d'alimentation en énergie électrique, le deuxième équipement électrique étant relié à une connexion électrique du deuxième système d'alimentation, les deux systèmes d'alimentation en énergie électrique étant agencés en parallèle pour recevoir, par un stator respectif, de l'énergie électrique alternative d'une même source.

11. Moteur selon l'une quelconque des revendications 4 à 10, dans lequel une liaison entre l'équipement électrique et la connexion électrique du système d'alimentation passe par un transformateur tournant.

12. Moteur selon l'une quelconque des revendications 4 à 11, dans lequel le moteur comprend un deuxième rotor en rotation dans un sens inverse du premier rotor, et le stator de la machine asynchrone est immobile par rapport au deuxième rotor.

13. Moteur selon l'une quelconque des revendications 4 à 12, dans lequel l'équipement électrique comprend un dispositif de dégivrage d'une pale.

14. Moteur selon l'une quelconque des revendications 4 à 13, dans lequel l'équipement électrique comprend un système de positionnement électrique d'une pale.

1/4

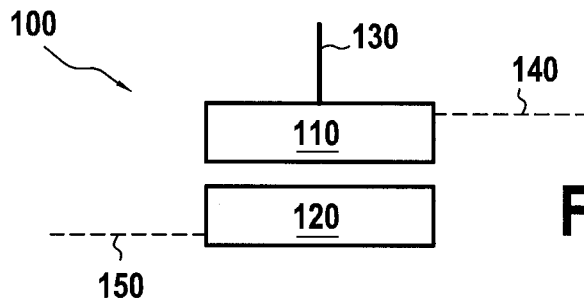


FIG. 1

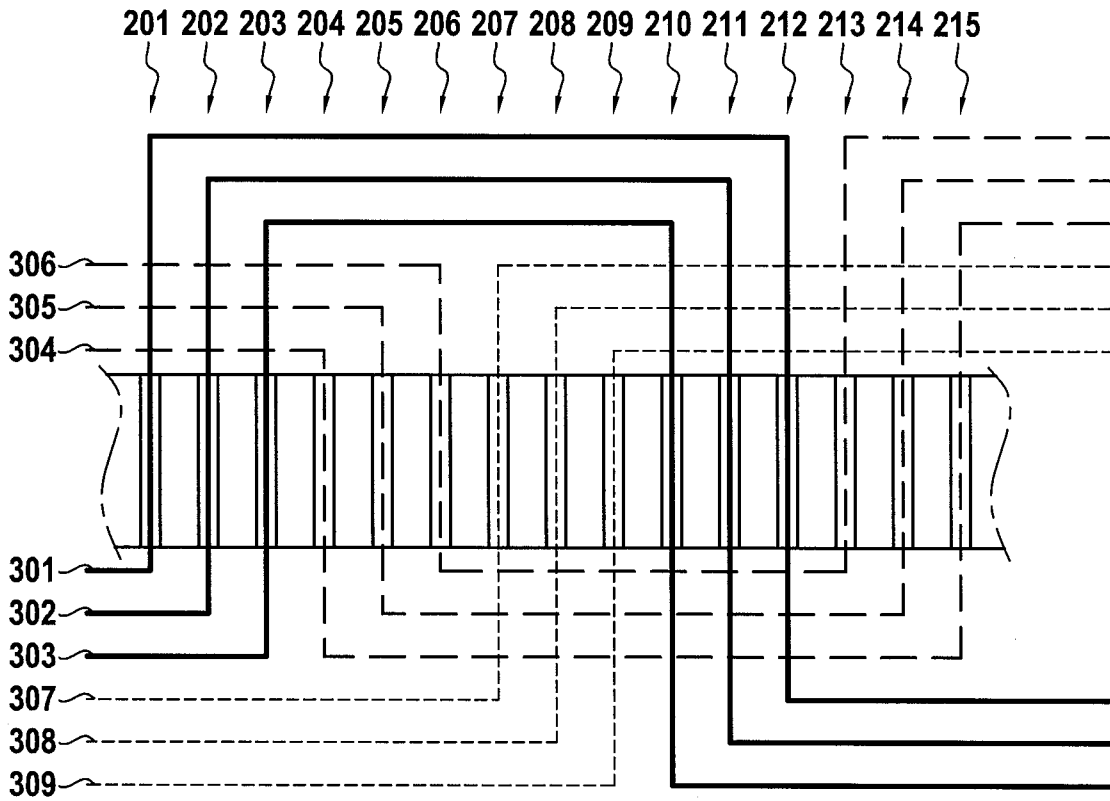


FIG. 2

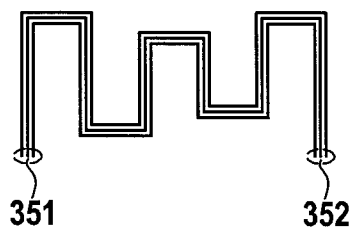


FIG. 3

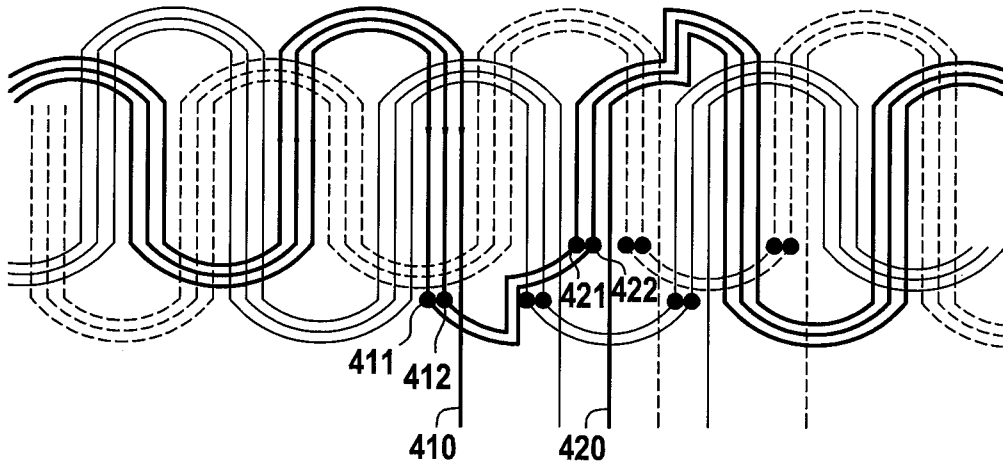


FIG. 4

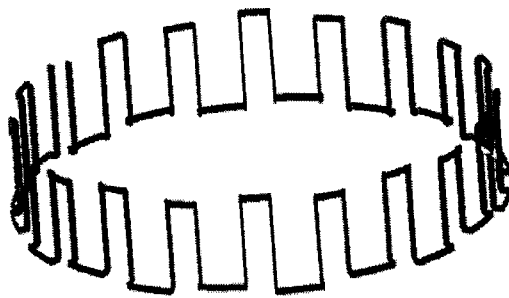


FIG. 5

FIG.6

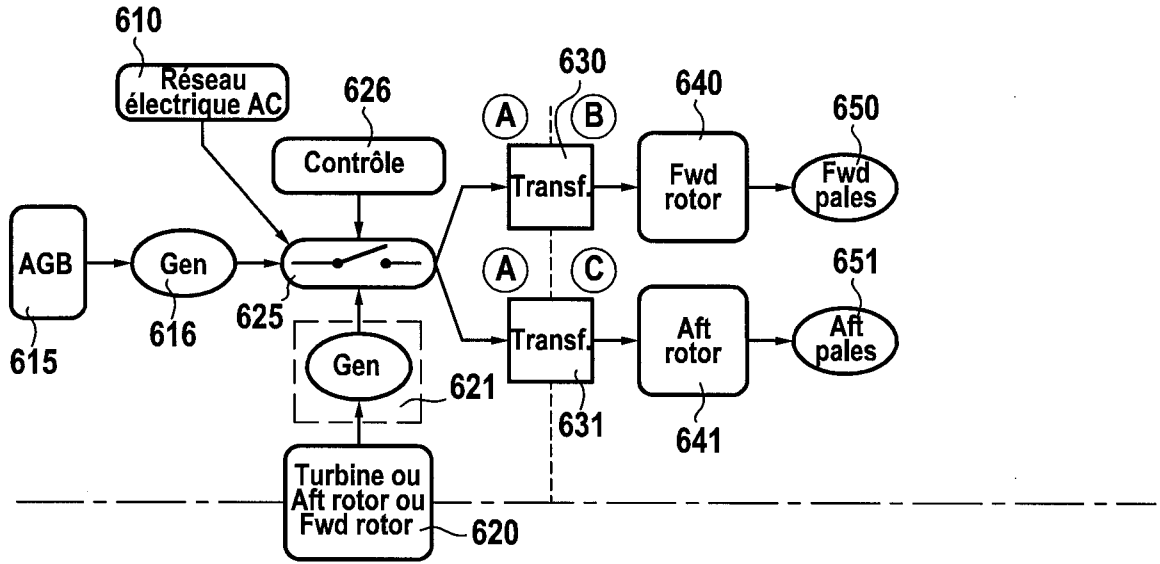


FIG.7

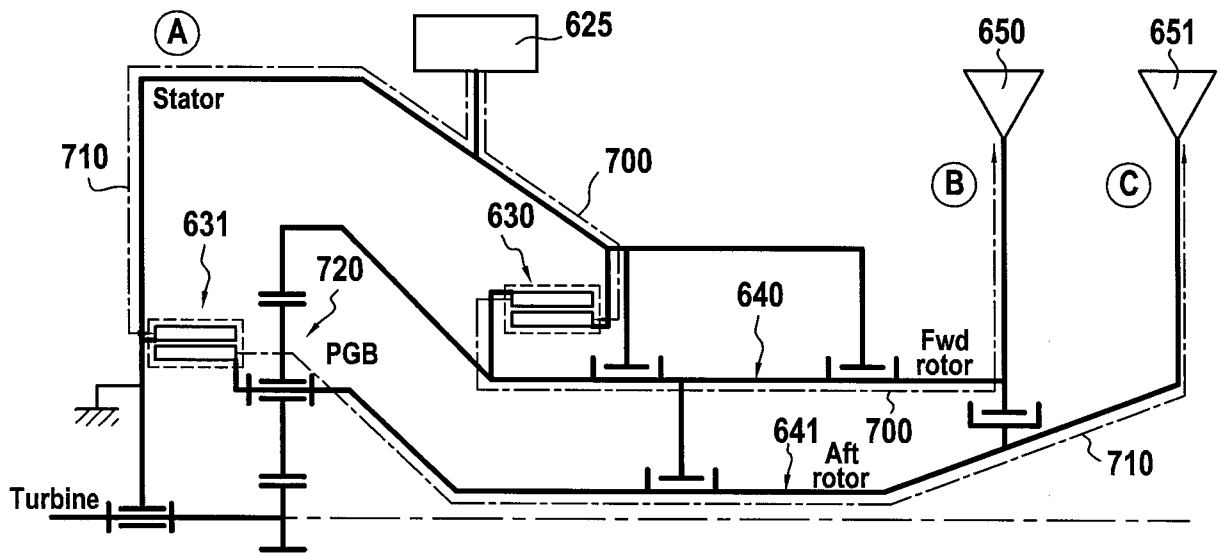


FIG.8

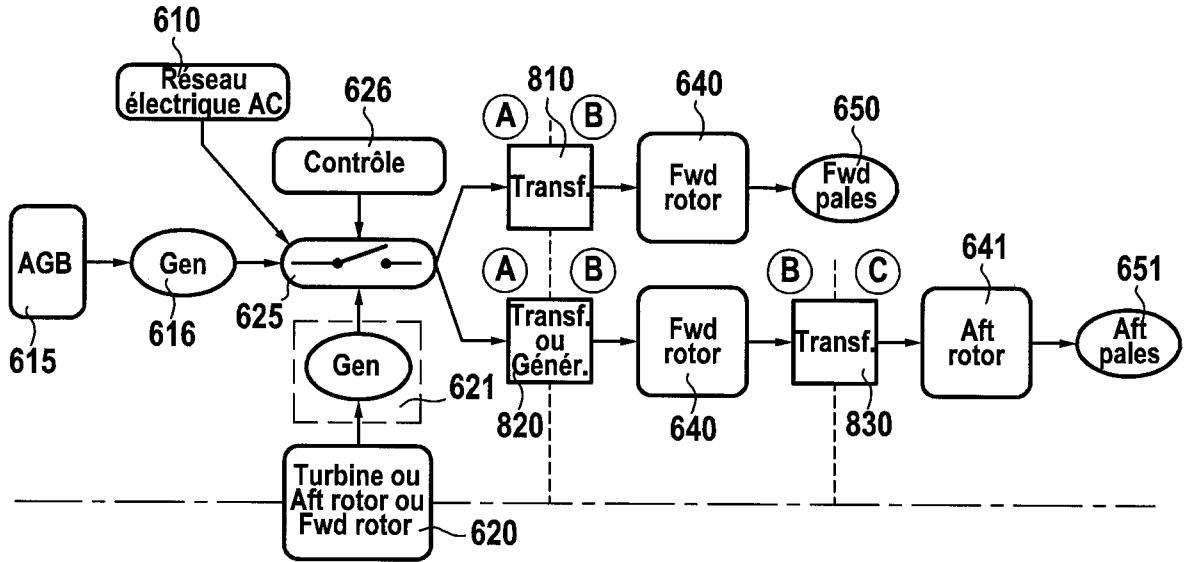
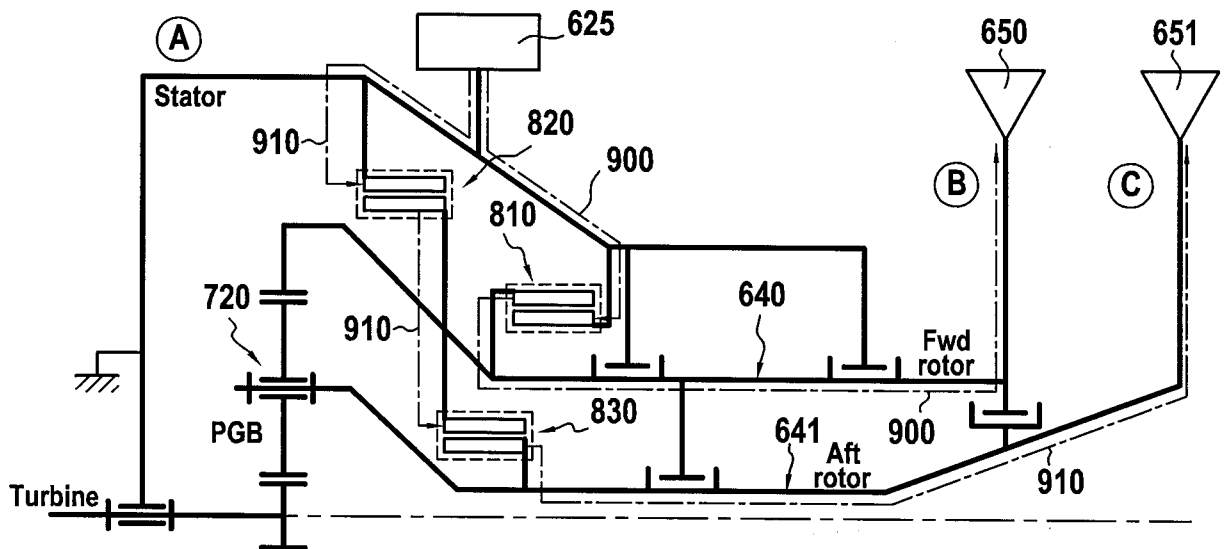


FIG.9



100



130



140



110

120



150