(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

COURBEVOIE

(11) **N° de publication :** **3 135 300**
(à n'utiliser que pour les commandes de reproduction)

(21) **N° d'enregistrement national :** **22 04251**

(51) Int Cl[8] : ***F 02 C 3/10*** *(2022.01), B 64 D 27/24, H 02 K 16/02*

(12) BREVET D'INVENTION B1

(54) Ensemble propulsif pour aéronef comprenant une turbomachine à gaz et une machine électrique montée sur deux arbres rotatifs.

(22) **Date de dépôt :** 04.05.22.

(30) **Priorité :**

(43) **Date de mise à la disposition du public de la demande :** 10.11.23 Bulletin 23/45.

(45) **Date de la mise à disposition du public du brevet d'invention :** 25.04.25 Bulletin 25/17.

(56) **Liste des documents cités dans le rapport de recherche :**

Se reporter à la fin du présent fascicule

(60) **Références à d'autres documents nationaux apparentés :**

◯ **Demande(s) d'extension :**

(71) **Demandeur(s) :** *SAFRAN AIRCRAFT ENGINES* *Société par actions simplifiée* — FR.

(72) **Inventeur(s) :** MILLIER Vincent François Georges et ESCURE Didier René André.

(73) **Titulaire(s) :** SAFRAN AIRCRAFT ENGINES Société par actions simplifiée.

(74) **Mandataire(s) :** ARGYMA.

FR 3 135 300 - B1

Description

Titre de l'invention : Ensemble propulsif pour aéronef comprenant une turbomachine à gaz et une machine électrique montée sur deux arbres rotatifs

Domaine technique

[0001] La présente invention concerne le domaine des ensembles propulsifs utilisés pour la propulsion d'un aéronef et concerne en particulier un ensemble propulsif comprenant une turbomachine à gaz associée à une machine électrique pouvant fonctionner dans un mode moteur pour assurer la propulsion électrique ou dans un mode générateur pour alimenter par exemple une batterie électrique ou un réseau électrique de l'aéronef.

[0002] De manière connue, un aéronef comprend une turbomachine permettant de participer à la propulsion d'un aéronef à partir de l'accélération d'un flux d'air circulant d'amont en aval.

[0003] On connait un ensemble propulsif comprenant une turbomachine à gaz, entrainant un organe propulsif, communément désigné « fan », pour assurer la propulsion d'un aéronef. La turbomachine à gaz s'étend axialement selon l'axe longitudinal et comprend, de manière connue, un corps basse pression et un corps haute pression.

[0004] Afin d'augmenter les conditions d'opérabilité d'une turbomachine en fonction des conditions de vol, il est connu de prévoir une machine électrique, montée sur l'un des corps, notamment haute pression, afin de l'entrainer en rotation. La machine électrique peut alternativement emmagasiner de l'énergie, pour alimenter un réseau électrique ou recharger une batterie.

[0005] A ce titre, on connait du document US20170320584A1 une machine électrique permettant de transférer de l'énergie à un arbre d'une turbomachine. En référence à la [Fig.1], la machine électrique M comprend une pluralité de machines électriques élémentaires ME, réparties circonférentiellement autour d'un arbre A à entrainer. Chaque machine électrique élémentaire ME comprend un rotor élémentaire et une couronne d'entrainement élémentaire CE montée sur le rotor élémentaire et qui coopère avec une couronne dentée C montée sur l'arbre A. La rotation de l'ensemble des couronnes d'entrainement élémentaires CE entraine en rotation la couronne dentée C et inversement, suivant le mode de fonctionnement de la machine électrique M (moteur ou générateur décrits précédemment).

[0006] Dans le document US20170320584A1, toutes les machines électriques élémentaires ME sont identiques et tournent selon une même vitesse de rotation de manière à pouvoir seconder la turbomachine par exemple lorsque celle-ci ne fournit pas suffisamment d'énergie. Autrement dit, les machines électriques élémentaires fonc-

tionnent ensemble pour fournir de l'énergie de manière à répondre à un besoin spécifique unique.

[0007] Il a été proposé d'utiliser la machine électrique pour entrainer plusieurs arbres indépendants afin de pouvoir notamment entrainer des équipements accessoires de la turbomachine. Du fait de sa structure, la machine électrique ne permet d'entrainer les arbres qu'à une même vitesse de rotation, ce qui présente un intérêt limité.

[0008] Pour éliminer cet inconvénient, une solution serait de prévoir deux machines électriques distinctes ou d'adjoindre un réducteur à la machine électrique. De tels montages sont complexes et augmentent l'encombrement de manière importante.

[0009] L'invention vise ainsi à éliminer au moins certains de ces inconvénients en proposant un ensemble propulsif comprenant une turbomachine et une machine électrique apte à entrainer deux arbres indépendants à des vitesses de rotation distinctes, tout en étant peu encombrant et simple à intégrer à un ensemble propulsif existant.

PRESENTATION DE L'INVENTION

[0010] L'invention concerne un ensemble propulsif pour la propulsion d'un aéronef, l'ensemble propulsif comprenant :

- une turbomachine à gaz comprenant au moins un premier arbre de turbomachine rotatif et un deuxième arbre de turbomachine rotatif,
- une machine électrique comprenant une pluralité de machines électriques élémentaires, la pluralité de machines électriques élémentaires étant positionnées circonférentiellement autour d'un premier arbre de machine électrique et d'un deuxième arbre de machine électrique à une même distance radiale, le premier arbre de machine électrique et le deuxième arbre de machine électrique s'étendant selon un même axe longitudinal, le premier arbre de machine électrique étant relié mécaniquement au premier arbre de turbomachine, le deuxième arbre de machine électrique étant relié mécaniquement au deuxième arbre de turbomachine, la pluralité de machines électriques élémentaires définissant au moins un premier ensemble de machines électriques élémentaires et un deuxième ensemble de machines électriques élémentaires.

[0011] L'ensemble propulsif est remarquable en ce que le premier ensemble de machines électriques élémentaires est relié mécaniquement au moins au premier arbre de machine électrique et le deuxième ensemble de machines électriques élémentaires est relié mécaniquement au moins au deuxième arbre de machine électrique.

[0012] Un tel ensemble propulsif dans lequel deux ensembles de machines électriques sont reliés à deux arbres différents permet d'entrainer les deux arbres de manière indépendante pour répondre par exemple à deux besoins distincts. Deux arbres entrainés indépendamment peuvent également tourner à deux vitesses de rotation différentes, ce

qui permet de répondre à des besoins spécifiques différents. Autrement dit, grâce à l'invention, les deux ensembles de machines électriques peuvent être totalement dissociés pour fonctionner de manière indépendante.

[0013] Grâce à l'invention, deux arbres liés à un ensemble propulsif peuvent tourner de manière indépendante au moyen de deux ensembles de machines électriques distincts, montés dans une même machine électrique. L'encombrement de l'ensemble propulsif selon l'invention est ainsi avantageusement limité.

[0014] De plus, deux ensembles de machines électriques dissociés peuvent permettre par exemple au premier ensemble de machines électriques de recevoir de l'énergie, par exemple pour recharger une batterie, et au deuxième ensemble de machines électriques de fournir de l'énergie pour alimenter un moteur par exemple.

[0015] Dans une forme de réalisation, la turbomachine à gaz comprenant un nombre d'arbres rotatifs strictement supérieur à deux, la pluralité de machines électriques élémentaires de la machine électrique définissant un nombre d'ensembles de machines électriques strictement supérieur à deux, chaque ensemble de machines électriques est relié mécaniquement à un arbre distinct.

[0016] Dans une forme de réalisation, le premier arbre de machine électrique est le premier arbre de turbomachine et le deuxième arbre de machine électrique est le deuxième arbre de turbomachine. Dans cette forme de réalisation, la machine électrique est montée à proximité immédiate des arbres de la turbomachine.

[0017] Dans une deuxième forme de réalisation, le premier arbre de machine électrique est distinct du premier arbre de turbomachine et le deuxième arbre de machine électrique est distinct du deuxième arbre de turbomachine. Le premier arbre de machine électrique et le deuxième arbre de machine électrique coopèrent de préférence par engrenage avec le premier arbre de turbomachine et le deuxième arbre de turbomachine. Dans cette forme de réalisation, la machine électrique est montée de préférence dans un boitier d'accessoires de la turbomachine ou AGB pour « Auxiliary Gear Box ».

[0018] De manière préférée, l'ensemble propulsif comprend une première couronne d'entrainement principale montée solidairement sur le premier arbre de machine électrique et coaxiale au premier arbre de machine électrique et une deuxième couronne d'entrainement principale montée solidairement sur le deuxième arbre de machine électrique et coaxiale au deuxième arbre de machine électrique. Une telle configuration permet aux deux couronnes d'entrainement de fonctionner de manière indépendante.

[0019] Dans une forme de réalisation, la première couronne d'entrainement principale est une première couronne d'engrenage et la deuxième couronne d'entrainement principale est une deuxième couronne d'engrenage.

[0020] Dans une première forme de réalisation, la première couronne d'entrainement principale et la deuxième couronne d'entrainement principale comprenant des dents d'entrainement, la première couronne d'entrainement principale et la deuxième couronne d'entrainement principale présentant un diamètre similaire, la première couronne d'entrainement principale et la deuxième couronne d'entrainement principale présentent des nombres de dents différents, permettant avantageusement un rapport de réduction différent entre les deux arbres rotatifs. Les deux arbres rotatifs peuvent ainsi tourner de manière simple à des vitesses de rotation différentes.

[0021] Dans une deuxième forme de réalisation, la première couronne d'entrainement principale et la deuxième couronne d'entrainement principale comprenant des dents d'entrainement, la première couronne d'entrainement principale et la deuxième couronne d'entrainement principale présentant un diamètre similaire, la première couronne d'entrainement principale et la deuxième couronne d'entrainement principale présentent un nombre de dents identique. Dans une telle configuration, les deux couronnes d'entrainement principales peuvent ainsi tourner à des vitesses de rotation identiques tout en fonctionnant de manière indépendante.

[0022] Dans une troisième forme de réalisation, la première couronne d'entrainement principale et la deuxième couronne d'entrainement principale comprenant des dents d'entrainement, la première couronne d'entrainement principale et la deuxième couronne d'entrainement principale présentant un diamètre différent, la première couronne d'entrainement principale et la deuxième couronne d'entrainement principale présentent un nombre de dents identique. Dans une telle configuration, les deux couronnes d'entrainement principales peuvent ainsi tourner à des vitesses de rotation différentes tout en fonctionnant de manière indépendante.

[0023] De manière préférée, chaque machine électrique élémentaire de la pluralité de machines électriques élémentaires comprenant une couronne d'entrainement auxiliaire configurée pour tourner selon un axe de rotation parallèle à l'axe longitudinal, la couronne d'entrainement auxiliaire de chaque machine électrique élémentaire du premier ensemble de machines électriques élémentaires coopère avec la première couronne d'entrainement principale montée sur le premier arbre de machine électrique, et la couronne d'entrainement auxiliaire de chaque machine électrique élémentaire du deuxième ensemble de machines électriques élémentaires coopère avec la deuxième couronne d'entrainement principale montée sur le deuxième arbre de machine électrique. Une telle configuration permet de relier distinctement les couronnes d'entrainement auxiliaires des deux ensembles de machines électriques aux deux couronnes d'entrainement principales montées sur les deux arbres différents.

[0024] Dans une forme de réalisation préférée, la machine électrique comporte circonférentiellement une alternance de machines électriques élémentaires appartenant au premier

ensemble de machines électriques élémentaires et de machines électriques élémentaires appartenant au deuxième ensemble de machines électriques élémentaires. Les machines électriques élémentaires des deux ensembles de machines électriques sont ainsi réparties de manière équilibrée sur la circonférence de la machine électrique, permettant en outre un entrainement réparti sur la circonférence de la machine électrique.

[0025] De manière préférée, les machines électriques élémentaires du premier ensemble de machines électriques élémentaires et du deuxième ensemble de machines électriques élémentaires sont réparties circonférentiellement de manière homogène autour de l'axe longitudinal. La machine électrique est ainsi équilibrée, grâce à la répartition des masses des machines électriques élémentaires, ce qui permet de limiter l'apparition d'efforts mécaniques trop importants dans la machine électrique.

[0026] Dans une forme de réalisation préférée, chaque machine électrique élémentaire comprenant un stator élémentaire, la machine électrique comprenant un premier stator formé par la pluralité de stators élémentaires du premier ensemble de machines électriques élémentaires et un deuxième stator formé par la pluralité de stators élémentaires du deuxième ensemble de machines électriques élémentaires, le premier stator et le deuxième stator sont reliés respectivement à un premier dispositif de puissance et à un deuxième dispositif de puissance. Deux dispositifs de puissance indépendants permettent de commander indépendamment la circulation de courant électrique dans les deux stators. Les vitesses de rotation du premier arbre de machine électrique et du deuxième arbre de machine électrique peuvent ainsi aisément être commandées indépendamment l'une de l'autre.

[0027] De manière préférée, le premier stator et le deuxième stator possèdent la même position axiale. Le premier stator et le deuxième stator sont de préférence, avantageusement imbriqués l'un dans l'autre permettant de diminuer l'encombrement de la machine électrique.

[0028] Dans une forme de réalisation, chaque machine électrique élémentaire du premier ensemble de machines électriques élémentaires étant configurée pour tourner selon une première vitesse de rotation, chaque machine électrique élémentaire du deuxième ensemble de machines électriques élémentaires est configurée pour tourner selon une deuxième vitesse de rotation différente de la première vitesse de rotation. Chaque arbre de machine électrique rotatif peut ainsi tourner à une vitesse de rotation propre. Les deux arbres de machine électrique tournant à des vitesses de rotation différentes permettent de fournir simultanément deux sources d'énergie distinctes par exemple à deux équipements différents dont les besoins seraient différents.

[0029] Dans une forme de réalisation, chaque machine électrique élémentaire du premier ensemble de machines électriques élémentaires étant configurée pour tourner selon un

premier sens de rotation, chaque machine électrique élémentaire du deuxième ensemble de machines électriques élémentaires est configurée pour tourner selon un deuxième sens de rotation différent du premier sens de rotation. Chaque arbre de machine électrique rotatif peut ainsi tourner selon un sens de rotation propre. Les deux arbres de machine électrique peuvent tourner de manière contra-rotative.

[0030] Dans une forme de réalisation, le premier ensemble de machines électriques est relié mécaniquement uniquement au premier arbre de machine électrique et le deuxième ensemble de machines électriques est relié mécaniquement uniquement au deuxième arbre de machine électrique, permettant un fonctionnement indépendant des deux ensembles de machines électriques.

[0031] Dans une forme de réalisation alternative, au moins une machine électrique élémentaire du premier ensemble de machines électriques ou du deuxième ensemble de machines électriques est reliée mécaniquement à la fois au premier arbre de machine électrique et au deuxième arbre de machine électrique. Une telle configuration permet à la machine électrique élémentaire de fournir simultanément de l'énergie aux deux arbres de machine électrique.

[0032] De manière alternative, le premier ensemble de machines électriques et le deuxième ensemble de machines électriques sont reliés mécaniquement à la fois au premier arbre de machine électrique et au deuxième arbre de machine électrique.

[0033] Dans une forme de réalisation, chaque machine électrique élémentaire étant configurée pour fonctionner selon un mode dit « moteur » et selon un mode dit « générateur », toutes les machines électriques élémentaires du premier ensemble de machines électriques élémentaires étant configurées pour fonctionner selon un même premier mode (moteur ou générateur), toutes les machines électriques élémentaires du deuxième ensemble de machines électriques sont configurées pour fonctionner selon un même deuxième mode (moteur ou générateur), différent du premier mode. Il est ainsi possible au moyen d'une unique machine électrique à la fois d'emmagasiner de l'énergie dans un premier dispositif de puissance et de fournir de l'énergie à partir d'un deuxième dispositif de puissance par exemple.

[0034] De manière alternative, toutes les machines électriques élémentaires du premier ensemble de machines électriques et du deuxième ensemble de machines électriques sont configurées pour fonctionner selon un même mode (moteur ou générateur).

[0035] Dans une première forme de réalisation, la première couronne d'entrainement principale est positionnée axialement entre la machine électrique et la deuxième couronne d'entrainement principale.

[0036] Dans une deuxième forme de réalisation, la machine électrique est positionnée axialement entre la première couronne d'entrainement principale et la deuxième couronne d'entrainement principale.

[0037] L'invention concerne également un aéronef comprenant au moins un ensemble propulsif tel que décrit précédemment.

[0038] L'invention concerne en outre un procédé de fonctionnement d'un ensemble propulsif tel que décrit précédemment, le procédé comprenant :

- une étape de rotation du premier arbre de machine électrique entrainant le premier ensemble de machines électriques élémentaires, et
- une étape de rotation du deuxième arbre de machine électrique entrainant le deuxième ensemble de machines électriques élémentaires, le deuxième arbre de machine électrique tournant indépendamment du premier arbre de machine électrique.

[0039] De manière alternative, l'invention concerne un procédé de fonctionnement d'un ensemble propulsif tel que décrit précédemment, le procédé comprenant :

- une étape d'activation du premier ensemble de machines électriques élémentaires, entrainant en rotation le premier arbre de machine électrique, et
- une étape d'activation du deuxième ensemble de machines électriques élémentaires, entrainant en rotation le deuxième arbre de machine électrique.

PRESENTATION DES FIGURES

[0040] L'invention sera mieux comprise à la lecture de la description qui va suivre, donnée à titre d'exemple, et se référant aux figures suivantes, données à titre d'exemples non limitatifs, dans lesquelles des références identiques sont données à des objets semblables.

[0041] La [Fig.1] est une représentation schématique d'une machine électrique selon l'art antérieur.

[0042] La [Fig.2] est une représentation schématique d'un ensemble propulsif comprenant une machine électrique selon une première forme de réalisation de l'invention.

[0043] La [Fig.3] est une représentation schématique d'un ensemble propulsif comprenant une machine électrique selon une deuxième forme de réalisation de l'invention.

[0044] La [Fig.4] est une représentation schématique de la machine électrique des figures 2 et 3 selon une première forme de réalisation de l'invention.

[0045] La [Fig.5] est une vue en coupe partielle de la machine électrique de la [Fig.4].

[0046] La [Fig.6] est une représentation schématique d'une machine électrique selon une deuxième forme de réalisation de l'invention.

[0047] La [Fig.7] est une représentation schématique des stators de la machine électrique selon une forme de réalisation de l'invention.

[0048] La [Fig.8] est un schéma des étapes d'un procédé de fonctionnement de l'ensemble propulsif selon un mode de mise en œuvre de l'invention.

[0049] Il faut noter que les figures exposent l'invention de manière détaillée pour mettre en

œuvre l'invention, lesdites figures pouvant bien entendu servir à mieux définir l'invention le cas échéant.

DESCRIPTION DETAILLEE DE L'INVENTION

[0050] En référence à la [Fig.2] et à la [Fig.3], l'invention concerne un ensemble propulsif 1 comprenant une turbomachine à gaz 2 et une machine électrique 3.

[0051] L'ensemble propulsif 1 s'étend longitudinalement selon un axe X et comprend un organe propulsif 9, configuré pour participer à la propulsion de l'aéronef par accélération d'un flux d'air F circulant d'amont en aval. Les termes « amont » et « aval » se réfèrent à l'axe X qui s'étend depuis l'amont vers l'aval de l'ensemble propulsif 1. La turbomachine 2 est configurée pour entrainer en rotation l'organe propulsif 9.

[0052] Comme représenté sur la [Fig.2], la turbomachine à gaz 2 est à double corps et comprend un premier corps C1 et un deuxième corps C2. Il va de soi que la turbomachine à gaz 2 pourrait être de forme différente. La turbomachine à gaz 2 comprend un premier arbre de turbomachine 21 et un deuxième arbre de turbomachine 22 qui sont montés de manière rotative autour de l'axe X. Dans cet exemple, le premier arbre de turbomachine 21 et le deuxième arbre de turbomachine 22 sont co-axiaux. Dans un exemple de réalisation, le deuxième arbre de turbomachine 22 s'étend longitudinalement à l'extérieur du premier arbre de turbomachine 21, comme représenté sur les figures 2 et 3. Il va de soi que le premier arbre de turbomachine 21 et le deuxième arbre de turbomachine 22 pourraient tout aussi bien s'étendre successivement d'amont en aval suivant l'axe X. De plus, ce document présente l'exemple de deux arbres de turbomachine 21, 22, cependant il va de soi la turbomachine 2 pourrait comprendre un nombre différent d'arbres, en particulier un nombre supérieur à deux arbres.

[0053] Dans cet exemple, le premier arbre de turbomachine 21 appartient au premier corps C1 qui est du type « basse pression », tandis que le deuxième arbre de turbomachine 22 appartient au deuxième corps C2 qui est du type « haute pression ». En particulier, le premier arbre de turbomachine 21 correspond dans cet exemple à un arbre de turbine basse pression et le deuxième arbre de turbomachine 22 correspond à un arbre de compresseur haute pression.

[0054] La machine électrique 3 est configurée pour fonctionner selon un mode dit « moteur » pour assurer une assistance électrique (par exemple pour compenser les instabilités aérodynamiques d'un compresseur ou pour contribuer à l'accélération de l'aéronef) ou selon un mode dit « générateur » pour alimenter par exemple une batterie électrique ou un réseau électrique de l'aéronef.

[0055] Toujours en référence aux figures 2 et 3, la machine électrique 3 comprend un premier arbre de machine électrique 4 et un deuxième arbre de machine électrique 5. Le premier arbre de machine électrique 4 est relié mécaniquement au premier arbre de

turbomachine 21 et le deuxième arbre de machine électrique 5 est relié mécaniquement au deuxième arbre de turbomachine 22.

[0056] Dans une première forme de réalisation, représentée sur la [Fig.2], le premier arbre de machine électrique 4 correspond au premier arbre de turbomachine 21 et le deuxième arbre de machine électrique 5 correspond au deuxième arbre de turbomachine 22. Autrement dit, dans cette forme de réalisation, la machine électrique 3 est montée directement dans la turbomachine 2, par exemple dans la veine primaire.

[0057] Dans une deuxième forme de réalisation, représentée sur la [Fig.3], le premier arbre de machine électrique 4 et le deuxième arbre de machine électrique 5 sont distincts du premier arbre de turbomachine 21 et du deuxième arbre de turbomachine 22. Autrement dit, dans cette forme de réalisation, la machine électrique 3 est montée dans la turbomachine 2 extérieurement à la veine primaire (par exemple dans la veine secondaire) ou hors de la turbomachine 2.

[0058] Selon l'invention, le premier arbre de machine électrique 4 et le deuxième arbre de machine électrique 5 s'étendent suivant un axe longitudinal W (dans cet exemple colinéaire à l'axe longitudinal X de la turbomachine 2). Autrement dit, le premier arbre de machine électrique 4 et le deuxième arbre de machine électrique 5 sont co-axiaux. Dans un exemple de réalisation, le deuxième arbre de machine électrique 5 s'étend longitudinalement à l'extérieur du premier arbre de machine électrique 4, comme représenté sur la [Fig.3]. Il va de soi que le premier arbre de machine électrique 4 et le deuxième arbre de machine électrique 5 pourraient tout aussi bien s'étendre successivement d'amont en aval suivant l'axe longitudinal W. De plus, ce document présente l'exemple de deux arbres de machine électrique 4, 5, cependant il va de soi la machine électrique 3 pourrait comprendre un nombre différent d'arbres, en particulier un nombre supérieur à deux arbres.

[0059] Le premier arbre de machine électrique 4 est configuré pour tourner selon l'axe longitudinal W à une première vitesse de rotation vA et le deuxième arbre de machine électrique 5 est configuré pour tourner selon l'axe longitudinal W à une deuxième vitesse de rotation vB. La première vitesse de rotation vA et la deuxième vitesse de rotation vB sont identiques ou différentes selon les besoins, comme cela sera décrit plus en détails par la suite.

[0060] En référence à la [Fig.4], la machine électrique 3 comprend en outre une première couronne d'entrainement principale 6, montée solidairement sur le premier arbre de machine électrique 4 et une deuxième couronne d'entrainement principale 7 montée solidairement sur le deuxième arbre de machine électrique 5 (également représentées sur la [Fig.4]). La première couronne d'entrainement principale 6 et le premier arbre de machine électrique 4 sont de préférence co-axiaux et la deuxième couronne d'entrainement principale 7 et le deuxième arbre de machine électrique 5 sont co-

axiaux, la première couronne d'entrainement principale 6 et la deuxième couronne d'entrainement principale 7 étant configurées pour tourner selon l'axe longitudinal W. De préférence, la première couronne d'entrainement principale 6 et la deuxième couronne d'entrainement principale 7 se présentent sous la forme de couronnes dentées. Chaque couronne d'entrainement principale 6, 7 s'étend en saillie radiale vers l'extérieur depuis l'arbre de machine électrique 4, 5 auquel elle est montée de manière solidaire.

[0061] Dans une forme de réalisation, la première couronne d'entrainement principale 6 et la deuxième couronne d'entrainement principale 7 présentent un nombre de dents différent, afin d'obtenir un rapport de réduction différent entre les deux couronnes 6, 7, comme cela sera décrit plus en détails par la suite. Il va de soi que la première couronne d'entrainement principale 6 et la deuxième couronne d'entrainement principale 7 pourraient tout aussi bien comprendre un nombre de dents identiques. Dans cette forme de réalisation, toujours en référence à la [Fig.4], la première couronne d'entrainement principale 6 et la deuxième couronne d'entrainement principale 7 présentent un diamètre D identique. Il va de soi que les diamètres de la première couronne d'entrainement principale 6 et la deuxième couronne d'entrainement principale 7 pourraient être différents.

[0062] De manière alternative, la première couronne d'entrainement principale 6 et la deuxième couronne d'entrainement principale 7 présentent un nombre de dents identique. Dans cette forme de réalisation, le diamètre D de la première couronne d'entrainement principale 6 et de la deuxième couronne d'entrainement principale 7 sont différents pour obtenir un rapport de réduction différent entre les deux couronnes 6, 7.

[0063] Dans une première forme de réalisation, en référence à la [Fig.4], la première couronne d'entrainement principale 6 est positionnée axialement entre la machine électrique 3 et la deuxième couronne d'entrainement principale 7.

[0064] Dans une deuxième forme de réalisation, en référence à la [Fig.6], la machine électrique 3 est positionnée axialement entre la première couronne d'entrainement principale 6 et la deuxième couronne d'entrainement principale 7.

[0065] Selon l'invention, en référence à la [Fig.4], la machine électrique 3 comprend une pluralité de machines électriques élémentaires 31 positionnées circonférentiellement autour du premier arbre de machine électrique 4 à la même distance radiale afin de permettre un entrainement réparti avec un encombrement réduit. De préférence, la pluralité de machines électriques élémentaires 31 est équitablement répartie autour du premier arbre de machine électrique 4.

[0066] De manière connue, une machine électrique comprend un rotor qui tourne selon son axe de rotation et un stator, fixe autour du rotor, qui permet de créer un champ ma-

gnétique pour faire tourner le rotor. Chaque machine électrique élémentaire 31 comprend ainsi un rotor élémentaire 32 qui tourne selon un axe de rotation A propre, parallèle à l'axe longitudinal X et un stator élémentaire 33.

[0067] Dans une forme de réalisation préférée, toujours en référence à la figures 4, chaque machine électrique élémentaire 31 comprend une couronne d'entrainement auxiliaire 34, configurée pour tourner selon l'axe de rotation A du rotor élémentaire 32. Chaque couronne d'entrainement auxiliaire 34 comprend une pluralité de dents pour coopérer avec les dents des couronnes d'entrainement principales 6, 7 comme cela sera présenté par la suite.

[0068] Selon l'invention, la pluralité de machines électriques élémentaires 31 définit un premier ensemble de machines électriques élémentaires 31A et un deuxième ensemble de machines électriques élémentaires 31B. Par la suite, par souci de concision, par les expressions « premier ensemble de machines électriques » et « deuxième ensemble de machines électriques », on entend « chaque machine électrique élémentaire du premier ensemble de machines électriques élémentaires » et « chaque machine électrique élémentaire du deuxième ensemble de machines électriques élémentaires ». Il est décrit dans ce document deux ensembles de machines électriques 31A, 31B, cependant il va de soi que la pluralité de machines électriques élémentaires 31 pourrait tout aussi bien définir un nombre différent d'ensembles, en particulier plus de deux ensembles de machines électriques élémentaires 31.

[0069] Selon l'invention, en référence aux figures 4 et 5, le premier ensemble de machines électriques 31A est relié mécaniquement au moins au premier arbre de machine électrique 4 et le deuxième ensemble de machines électriques 31B est relié mécaniquement au moins au deuxième arbre de machine électrique 5. En particulier, dans cet exemple représenté sur la [Fig.4] et la [Fig.5], le premier ensemble de machines électriques 31A est relié mécaniquement uniquement au premier arbre de machine électrique 4 et le deuxième ensemble de machines électriques 31B est relié mécaniquement uniquement au deuxième arbre de machine électrique 5. Il va de soi que le premier ensemble de machines électriques 31A ou le deuxième ensemble de machines électriques 31B pourraient être reliés à la fois au premier arbre de machine électrique 4 et au deuxième arbre de machine électrique 5. De même, il va de soi que le premier ensemble de machines électriques 31A et le deuxième ensemble de machines électriques 31B pourraient également être reliés à la fois au premier arbre de machine électrique 4 et au deuxième arbre de machine électrique 5.

[0070] Comme représenté sur la [Fig.4], chaque couronne d'entrainement auxiliaire 34 du premier ensemble de machines électriques 31A coopère avec la première couronne d'entrainement principale 6 montée sur le premier arbre de machine électrique 4, et chaque couronne d'entrainement auxiliaire 34 du deuxième ensemble de machines

électriques 31B coopère avec la deuxième couronne d'entrainement principale 7 montée sur le deuxième arbre de machine électrique 5. Ainsi, lorsque le premier arbre de machine électrique 4 tourne sur lui-même selon l'axe longitudinal W, l'ensemble des couronnes d'entrainement auxiliaires 34 du premier ensemble de machines électriques 31A est entrainé en rotation selon la première vitesse de rotation vA du premier arbre de machine électrique 4. De même, lorsque le deuxième arbre de machine électrique 5 tourne sur lui-même selon l'axe longitudinal W, l'ensemble des couronnes d'entrainement auxiliaires 34 du deuxième ensemble de machines électriques 31B est entrainé en rotation selon la deuxième vitesse de rotation vB du deuxième arbre de machine électrique 5. A l'inverse, lorsque les couronnes d'entrainement auxiliaires 34 du premier ensemble de machines électriques 31A tournent, la première couronne d'entrainement principale 6 est configurée pour être entrainée en rotation, afin d'entrainer le premier arbre de machine électrique 4. De manière analogue, lorsque les couronnes d'entrainement auxiliaires 34 du deuxième ensemble de machines électriques 31B tournent, la deuxième couronne d'entrainement principale 7 est configurée pour être entrainée en rotation, afin d'entrainer le deuxième arbre de machine électrique 5. Autrement dit, chaque ensemble de machines électriques 31A, 31B peut être totalement dissocié de manière à fonctionner de manière indépendante.

[0071] Plus précisément, grâce à l'invention, il est ainsi possible de dissocier les deux ensembles de machines électriques 31A, 31B pour entrainer les deux arbres de machine électrique 4, 5 de manière indépendante et permettre ainsi par exemple l'alimentation électrique de deux équipements distincts qui seraient reliés chacun à l'un des arbres de machine électrique 4, 5. Il va de soi que chaque machine électrique élémentaire 31 pourrait comprendre plus d'une couronne d'entrainement auxiliaire 34, de manière à coopérer à la fois avec la première couronne d'entrainement principale 6 et avec la deuxième couronne d'entrainement principale 7.

[0072] Dans cet exemple, en référence à la [Fig.7] schématique, la machine électrique 3 comporte un premier stator SA formé par l'ensemble des stators élémentaires 33 du premier ensemble de machines électriques 31A et un deuxième stator SB formé par l'ensemble des stators élémentaires 33 du deuxième ensemble de machines électriques 31B. Le premier stator SA et le deuxième stator SB possèdent la même position axiale et sont avantageusement imbriqués l'un dans l'autre de manière à diminuer l'encombrement de la machine électrique 3. Comme illustré à la [Fig.7], le premier stator et le deuxième stator sont avantageusement respectivement reliés à un premier dispositif de puissance DPA et à un deuxième dispositif de puissance DPB afin de pouvoir commander indépendamment la circulation du courant électrique dans chaque stator et, par voie de conséquence, la vitesse de rotation vA, vB des rotors élémentaires

32 de chaque ensemble de machines électriques 31A, 31B. De préférence, les dispositifs de puissance DPA et DPB sont reliés à un même ensemble de batteries et l'utilisation de deux stators SA, SB permet d'alimenter le même ensemble de batteries à partir de deux vitesses différentes.

[0073] Dans une première forme de réalisation, en référence à la [Fig.4], la première couronne d'entrainement principale 6 étant positionnée axialement entre la machine électrique 3 et la deuxième couronne d'entrainement principale 7, les couronnes d'entrainement auxiliaires 34 du premier ensemble de machines électriques 31A s'étendent axialement entre la machine électrique 3 et les couronnes d'entrainement auxiliaires 34 du deuxième ensemble de machines électriques 31B.

[0074] Dans une deuxième forme de réalisation, en référence à la [Fig.6], la machine électrique 3 étant positionnée axialement entre la première couronne d'entrainement principale 6 et la deuxième couronne d'entrainement principale 7, celle-ci s'étend également entre les couronnes d'entrainement auxiliaires 34 du premier ensemble de machines électriques 31A et les couronnes d'entrainement auxiliaires 34 du deuxième ensemble de machines électriques 31B. Autrement dit, les couronnes d'entrainement auxiliaires 34 du premier ensemble de machines électriques 31A s'étendent en amont de la machine électrique 3 et les couronnes d'entrainement auxiliaires 34 du deuxième ensemble de machines électriques 31B s'étendent en aval de la machine électrique 3, de manière à s'étendre axialement de part et d'autre de la machine électrique 3 pour coopérer respectivement avec la première couronne d'entrainement principale 6 et avec la deuxième couronne d'entrainement principale 7.

[0075] De préférence, le rotor élémentaire 32 de chaque machine électrique élémentaire 31 est configuré pour tourner selon une vitesse de rotation. En particulier, le premier ensemble de machines électriques 31A est configuré pour tourner selon une première vitesse de rotation vA et le deuxième ensemble de machines électriques 31B pour tourner selon une deuxième vitesse de rotation vB. Dans une forme de réalisation, la première vitesse de rotation vA est différente de la deuxième vitesse de rotation vB, permettant d'entrainer le premier arbre de machine électrique 4 et le deuxième arbre de machine électrique 5 selon deux vitesses de rotation différentes. Une telle configuration permet avantageusement de fournir simultanément deux sources d'énergie distinctes par exemple à deux équipements différents dont les besoins seraient différents.

[0076] Afin d'obtenir deux vitesses de rotation vA, vB différentes, dans une première forme de réalisation, le rapport de réduction entre la première couronne d'entrainement principale 6 et la couronne d'entrainement auxiliaire 34 du premier ensemble de machines électriques 31A et le rapport de réduction entre la deuxième couronne d'entrainement principale 7 et la couronne d'entrainement auxiliaire 34 du deuxième

ensemble de machines électriques 31B sont différents du fait du nombre de dents différent entre la première couronne d'entrainement principale 6 et la deuxième couronne d'entrainement principale 7. Dans ce cas, les diamètres D de la première couronne d'entrainement principale 6 et de la deuxième couronne d'entrainement principale 7 peuvent être similaires ou différents. Dans une deuxième forme de réalisation, les rapports de réduction différents sont obtenus par les diamètres différents de la première couronne d'entrainement principale 6 et de la deuxième couronne d'entrainement principale 7 avec un nombre de dents similaire, comme décrit précédemment.

[0077] De manière alternative, les couronnes d'entrainement principales 6, 7 pourraient comprendre un nombre de dents identique et les couronnes d'entrainement auxiliaire 34 pourraient comprendre un nombre de dents différent entre le premier ensemble de machines électriques 31A et le deuxième ensemble de machines électriques 31B pour permettre à chacun de tourner à des vitesses de rotation vA, vB différentes.

[0078] Dans un troisième exemple de réalisation, les couronnes d'entrainement auxiliaire 34 du premier ensemble de machines électriques 31A et les couronnes d'entrainement auxiliaire 34 du deuxième ensemble de machines électriques 31B pourraient présenter des diamètres G (représentés sur la [Fig.6]) différents de manière à permettre des rapports de réduction différents entre les deux ensembles de machine électrique 31A, 31B.

[0079] Comme décrit précédemment, chaque machine électrique élémentaire 31 est configurée pour fonctionner selon un mode « moteur » ou un mode « générateur » en fonction des besoins. De préférence, le premier ensemble de machines électriques 31A fonctionne selon un même premier mode (moteur ou générateur) et le deuxième ensemble de machines électriques 31B fonctionne selon un même deuxième mode (moteur ou générateur), de manière à bénéficier de deux ensembles de machines électriques 31A, 31B distincts, aptes à fonctionner indépendamment l'un de l'autre. Grâce à l'invention, plusieurs configurations sont alors possibles :

- le premier ensemble de machines électriques 31A et le deuxième ensemble de machines électriques 31B fonctionnent selon un mode moteur, de manière à générer suffisamment de puissance pour contribuer à l'entrainement de l'organe propulsif 9;
- le premier ensemble de machines électriques 31A et le deuxième ensemble de machines électriques 31B fonctionnent selon un mode générateur, de manière à alimenter un ou plusieurs équipements distincts en énergie, par exemple ;
- le premier ensemble de machines électriques 31A fonctionne selon un mode moteur et le deuxième ensemble de machines électriques 31B fonctionne selon un mode générateur, de manière à la fois à fournir de l'énergie à la tur-

bomachine 2 et à alimenter un équipement, par exemple pour recharger une batterie, ces deux actions pouvant être réalisées simultanément grâce à l'invention.

[0080] Il va à présent être décrit un procédé de fonctionnement de l'ensemble propulsif selon un premier mode de mise en œuvre de l'invention, en référence à la [Fig.8].

[0081] Selon l'invention, le procédé comprend une première étape de rotation E1 du premier arbre de machine électrique 4 selon une première vitesse de rotation vA. Le premier arbre de machine électrique 4 entraine alors le premier ensemble de machines électriques 31A via la première couronne d'entrainement principale 6, ce qui permet d'alimenter le premier ensemble de machines électriques 31A en énergie.

[0082] Simultanément, le procédé comprend une deuxième étape E2 de rotation du deuxième arbre de machine électrique 5 selon une deuxième vitesse de rotation vB. Le deuxième arbre de machine électrique 5 entraine alors le deuxième ensemble de machines électriques 31B via la deuxième couronne d'entrainement principale 7, ce qui permet d'alimenter le deuxième ensemble de machines électriques 31B en énergie. Le premier ensemble de machines électriques 31A et le deuxième de machines électriques 31B sont ainsi alimentés de manière indépendante.

[0083] La première vitesse de rotation vA et la deuxième vitesse de rotation vB sont identiques, de manière à fournir à chaque ensemble de machines électriques 31A, 31B une quantité similaire d'énergie pour alimenter par exemple deux équipements dont les besoins sont similaires, ou différentes, de manière à fournir à chaque ensemble de machines électriques 31A, 31B une quantité différente d'énergie pour alimenter par exemple deux équipements dont les besoins sont différents. L'alimentation des deux équipements est ainsi réalisée simultanément pour les deux ensembles de machines électriques 31A, 31B, ce qui est efficace.

[0084] Selon un deuxième mode de mise en œuvre, le procédé peut comprendre une première étape d'activation du premier ensemble de machines électriques 31A entrainant la rotation de la couronne d'entrainement auxiliaire 34 de chaque machine électrique élémentaire 31 du premier ensemble de machines électriques 31A, selon une première vitesse de rotation vA. La première couronne d'entrainement principale 6 est alors entrainée en rotation, entrainant à son tour le premier arbre de machine électrique 4. De manière simultanée, dans une deuxième étape, le deuxième ensemble de machines électriques 31B peut être activé entrainant la rotation de la couronne d'entrainement auxiliaire 34 de chaque machine électrique élémentaire 31 du deuxième ensemble de machines électriques 31B, selon une deuxième vitesse de rotation vB. La deuxième couronne d'entrainement principale 7 est alors entrainée en rotation, entrainant à son tour le deuxième arbre de machine électrique 5.

Revendications

[Revendication 1] Ensemble propulsif (1) pour la propulsion d'un aéronef, l'ensemble propulsif (1) comprenant :

- une turbomachine à gaz (2) comprenant au moins un premier arbre de turbomachine (21) rotatif et un deuxième arbre de turbomachine(22) rotatif,
- une machine électrique (3) comprenant une pluralité de machines électriques élémentaires (31), la pluralité de machines électriques élémentaires (31) étant positionnées circonférentiellement autour d'un premier arbre de machine électrique (4) et d'un deuxième arbre de machine électrique (5) à une même distance radiale, le premier arbre de machine électrique (4) et le deuxième arbre de machine électrique (5) s'étendant selon un même axe longitudinal (W), le premier arbre de machine électrique (4) étant relié mécaniquement au premier arbre de turbomachine (21), le deuxième arbre de machine électrique (5) étant relié mécaniquement au deuxième arbre de turbomachine (22), chaque machine électrique élémentaire (31) de la pluralité de machines électriques élémentaires (31) comprenant une couronne d'entrainement auxiliaire (34) configurée pour tourner selon un axe de rotation (A) parallèle à l'axe longitudinal (X), la pluralité de machines électriques élémentaires (31) définissant au moins un premier ensemble de machines électriques élémentaires (31A) et un deuxième ensemble de machines électriques élémentaires (31B), la machine électrique (3) comportant circonférentiellement une alternance de machines électriques élémentaires (31) appartenant au premier ensemble de machines électriques élémentaires (31A) et de machines électriques élémentaires (31) appartenant au deuxième ensemble de machines électriques élémentaires (31B)
- une première couronne d'entrainement principale (6) montée solidairement sur le premier arbre de machine électrique (4) et coaxiale au premier arbre de machine électrique (4) et une deuxième couronne d'entrainement principale (7) montée solidairement sur le deuxième arbre de machine électrique (5) et coaxiale au deuxième arbre de machine électrique (5),

- ensemble propulsif (1) caractérisé en ce que le premier ensemble de machines électriques élémentaires (31A) est relié mécaniquement au moins au premier arbre de machine électrique (4) et le deuxième ensemble de machines électriques élémentaires (31B) est relié mécaniquement au moins au deuxième arbre de machine électrique (5), la couronne d'entrainement auxiliaire (34) de chaque machine électrique élémentaire (31) du premier ensemble de machines électriques élémentaires (31A) coopère au moins avec la première couronne d'entrainement principale (6) montée sur le premier arbre de machine électrique (4), et la couronne d'entrainement auxiliaire (34) de chaque machine électrique élémentaire (31) du deuxième ensemble de machines électriques élémentaires (31B) coopère au moins avec la deuxième couronne d'entrainement principale (7) montée sur le deuxième arbre de machine électrique (5), le premier ensemble de machines électriques élémentaires (31A) et le deuxième ensemble de machines électriques élémentaires (31B) étant configurés pour être dissociés l'un de l'autre, de manière à fonctionner chacun de manière indépendante.

[Revendication 2] Ensemble propulsif (1) selon la revendication 1, dans lequel la première couronne d'entrainement principale (6) est positionnée axialement entre la machine électrique (3) et la deuxième couronne d'entrainement principale (7).

[Revendication 3] Ensemble propulsif (1) selon la revendication 1, dans lequel la machine électrique (3) est positionnée axialement entre la première couronne d'entrainement principale (6) et la deuxième couronne d'entrainement principale (7).

[Revendication 4] Ensemble propulsif (1) selon l'une des revendications 1 à 3, dans lequel les machines électriques élémentaires (31) du premier ensemble de machines électriques élémentaires (31A) et du deuxième ensemble de machines électriques élémentaires (31B) sont réparties circonférentiellement de manière homogène autour de l'axe longitudinal (W).

[Revendication 5] Ensemble propulsif (1) selon l'une des revendications 1 à 4, dans lequel, chaque machine électrique élémentaire (31) comprenant un stator élémentaire (33), la machine électrique (3) comprenant un premier stator

(SA) formé par la pluralité de stators élémentaires (33) du premier ensemble de machines électriques élémentaires (31A) et un deuxième stator (SB) formé par la pluralité de stators élémentaires (33) du deuxième ensemble de machines électriques élémentaires (31B), le premier stator (SA) et le deuxième stator (SB) sont reliés respectivement à un premier dispositif de puissance (DPA) et à un deuxième dispositif de puissance (DPB).

[Revendication 6] Ensemble propulsif (1) selon l'une des revendications 1 à 5, dans lequel chaque machine électrique élémentaire (31) du premier ensemble de machines électriques élémentaires (31A) étant configurée pour tourner selon une première vitesse de rotation (vA), chaque machine électrique élémentaire (31) du deuxième ensemble de machines électriques élémentaires (31B) est configurée pour tourner selon une deuxième vitesse de rotation (vB) différente de la première vitesse de rotation (vA).

[Revendication 7] Ensemble propulsif (1) selon l'une des revendications 1 à 6, dans lequel chaque machine électrique élémentaire (31) étant configurée pour fonctionner selon un mode dit « moteur » et selon un mode dit « générateur », toutes les machines électriques élémentaires (31) du premier ensemble de machines électriques élémentaires (31A) étant configurées pour fonctionner selon un même premier mode (moteur ou générateur), toutes les machines électriques élémentaires (31) du deuxième ensemble de machines électriques élémentaires (31B) sont configurées pour fonctionner selon un même deuxième mode (moteur ou générateur) différent du premier mode.

[Revendication 8] Aéronef comprenant au moins un ensemble propulsif (1) selon l'une des revendications 1 à 7.

[Revendication 9] Procédé de fonctionnement d'un ensemble propulsif (1) selon l'une des revendications 1 à 7, le procédé comprenant :

- une étape de rotation du premier arbre de machine électrique (4) entrainant le premier ensemble de machines électriques élémentaires (31A), et
- une étape de rotation du deuxième arbre de machine électrique (5) entrainant le deuxième ensemble de machines électriques élémentaires (31B), le deuxième arbre de machine électrique (5) tournant indépendamment du premier arbre de machine électrique (4).

[Fig. 1]

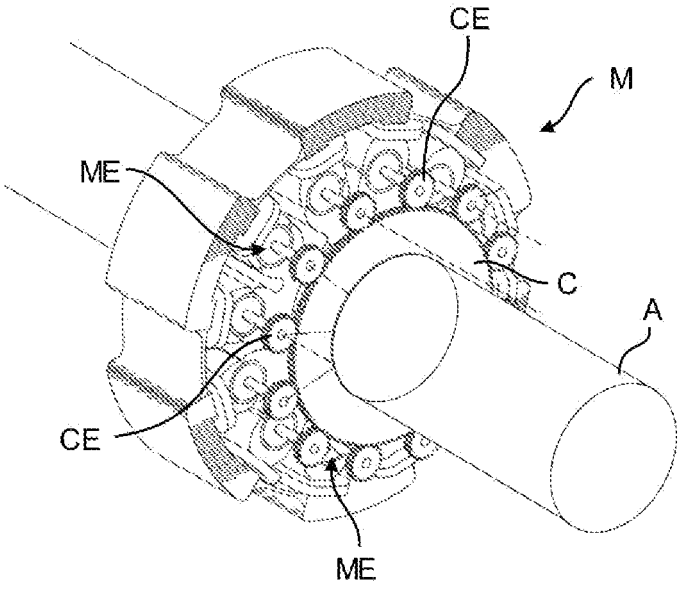


FIG. 1

[Fig. 2]

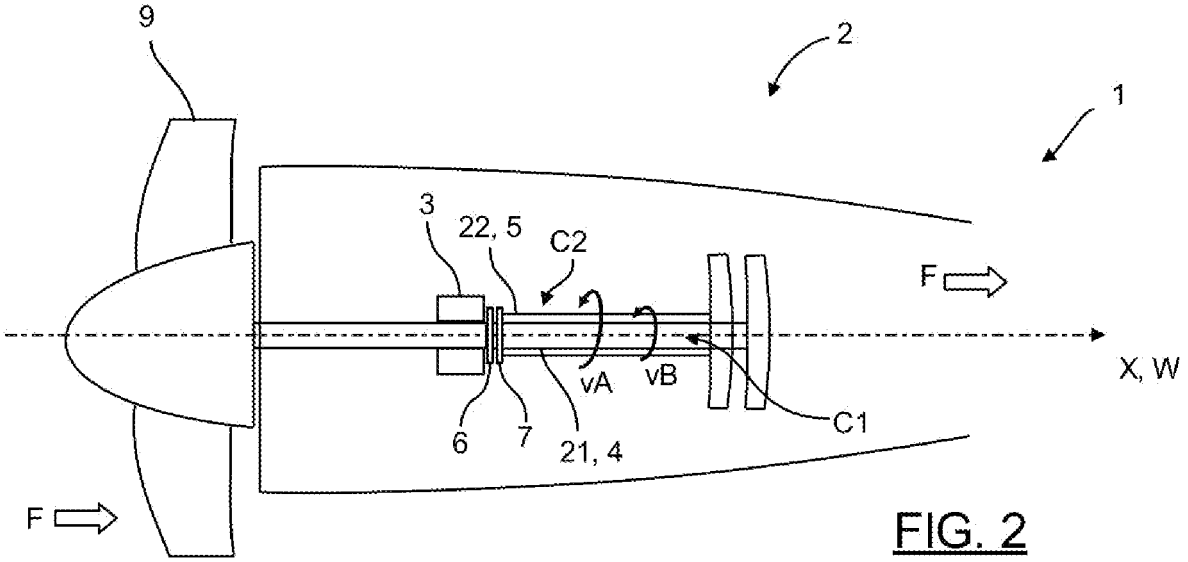


FIG. 2

[Fig. 3]

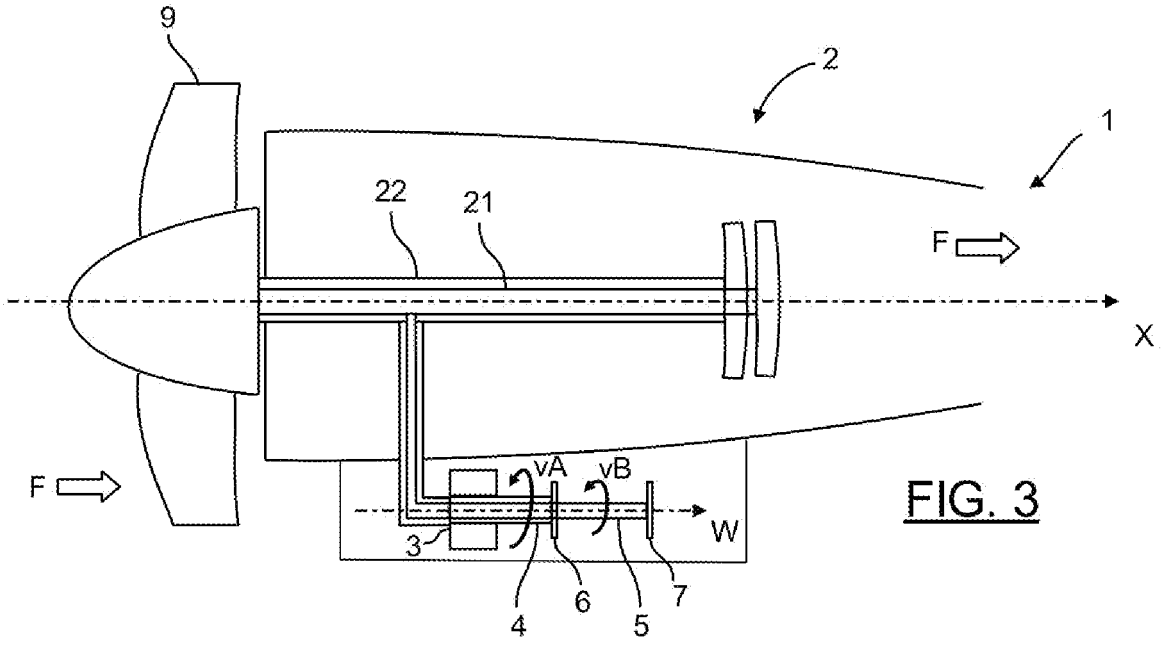


FIG. 3

[Fig. 4]

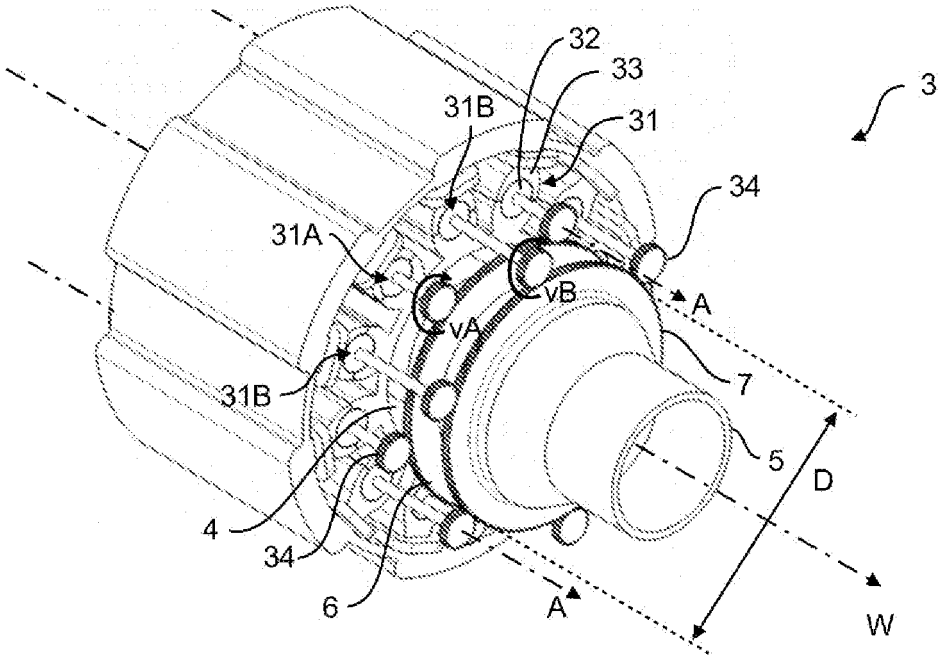


FIG. 4

[Fig. 5]

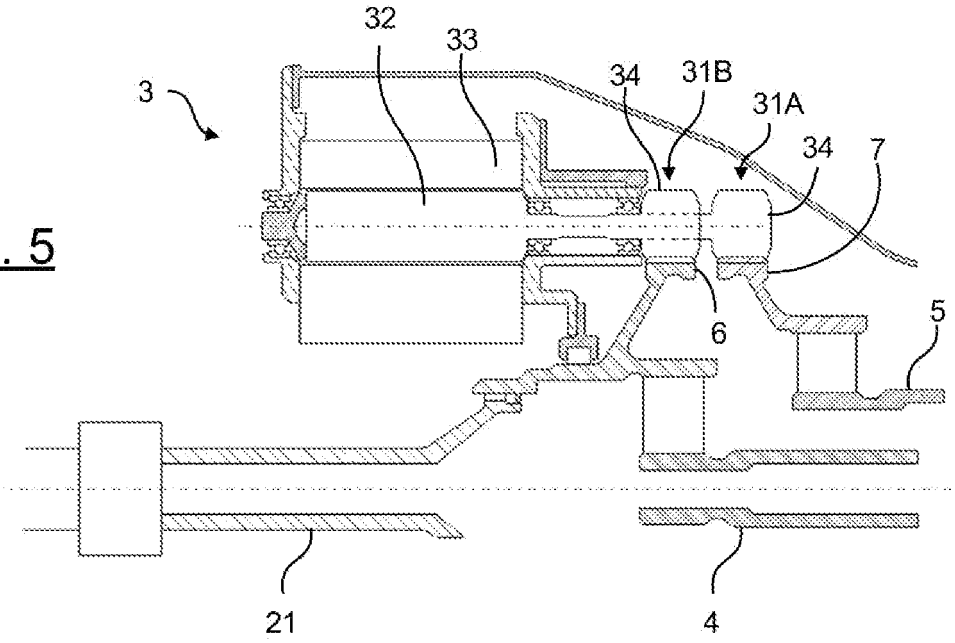


FIG. 5

[Fig. 6]

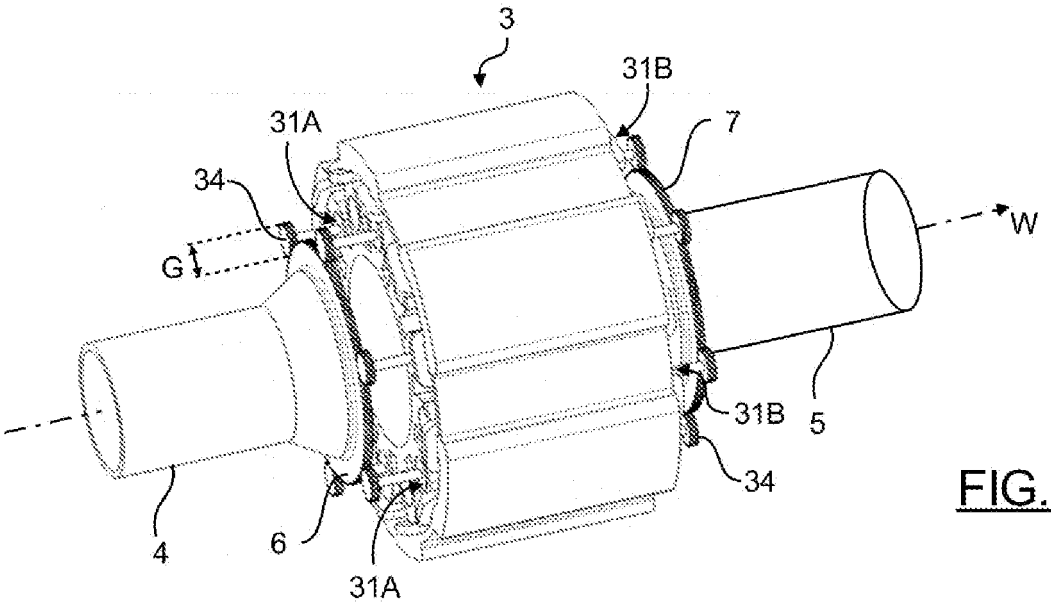


FIG. 6

[Fig. 7]

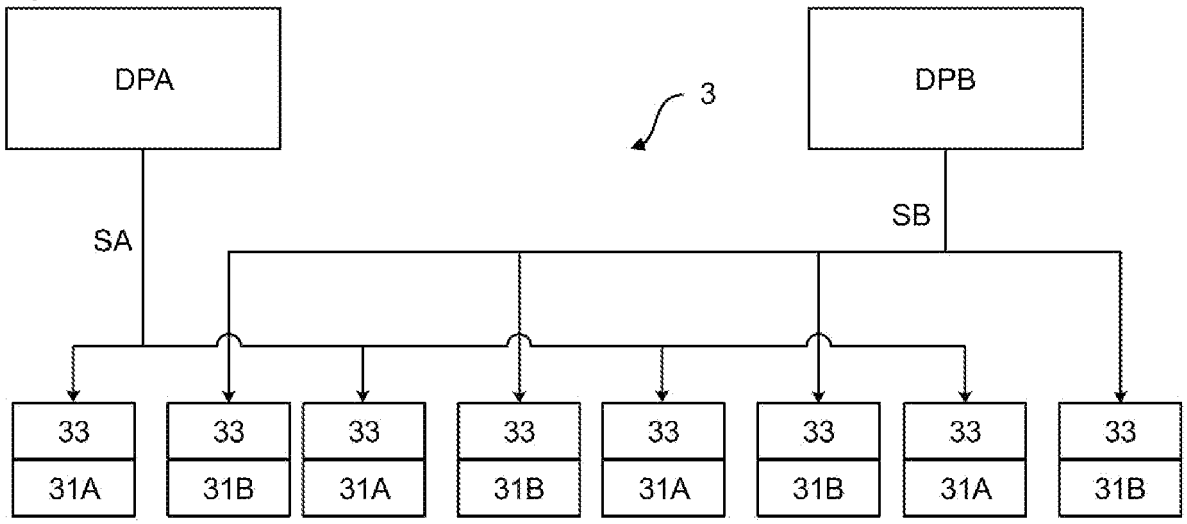


FIG. 7

[Fig. 8]

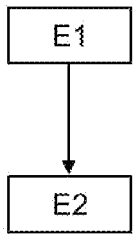


FIG. 8

RAPPORT DE RECHERCHE

articles L.612-14, L.612-53 à 69 du code de la propriété intellectuelle

OBJET DU RAPPORT DE RECHERCHE

L'I.N.P.I. annexe à chaque brevet un "RAPPORT DE RECHERCHE" citant les éléments de l'état de la technique qui peuvent être pris en considération pour apprécier la brevetabilité de l'invention, au sens des articles L. 611-11 (nouveauté) et L. 611-14 (activité inventive) du code de la propriété intellectuelle. Ce rapport porte sur les revendications du brevet qui définissent l'objet de l'invention et délimitent l'étendue de la protection.
Après délivrance, l'I.N.P.I. peut, à la requête de toute personne intéressée, formuler un "AVIS DOCUMENTAIRE" sur la base des documents cités dans ce rapport de recherche et de tout autre document que le requérant souhaite voir prendre en considération.

CONDITIONS D'ETABLISSEMENT DU PRESENT RAPPORT DE RECHERCHE

[x] Le demandeur a présenté des observations en réponse au rapport de recherche préliminaire.

☐ Le demandeur a maintenu les revendications.

[x] Le demandeur a modifié les revendications.

☐ Le demandeur a modifié la description pour en éliminer les éléments qui n'étaient plus en concordance avec les nouvelles revendications.

☐ Les tiers ont présenté des observations après publication du rapport de recherche préliminaire.

☐ Un rapport de recherche préliminaire complémentaire a été établi.

DOCUMENTS CITES DANS LE PRESENT RAPPORT DE RECHERCHE

La répartition des documents entre les rubriques 1, 2 et 3 tient compte, le cas échéant, des revendications déposées en dernier lieu et/ou des observations présentées.

☐ Les documents énumérés à la rubrique 1 ci-après sont susceptibles d'être pris en considération pour apprécier la brevetabilité de l'invention.

[x] Les documents énumérés à la rubrique 2 ci-après illustrent l'arrière-plan technologique général.

☐ Les documents énumérés à la rubrique 3 ci-après ont été cités en cours de procédure, mais leur pertinence dépend de la validité des priorités revendiquées.

☐ Aucun document n'a été cité en cours de procédure.

1. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE SUSCEPTIBLES D'ETRE PRIS EN CONSIDERATION POUR APPRECIER LA BREVETABILITE DE L'INVENTION

NEANT

2. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE ILLUSTRANT L'ARRIERE-PLAN TECHNOLOGIQUE GENERAL

US 2020/186018 A1 (LATULIPE ERIC [CA] ET AL) 11 juin 2020 (2020-06-11)

US 2013/038057 A1 (MCLOUGHLIN ADAM JOHN [GB] ET AL) 14 février 2013 (2013-02-14)

US 2020/182158 A1 (KUPRATIS DANIEL BERNARD [US]) 11 juin 2020 (2020-06-11)

3. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE DONT LA PERTINENCE DEPEND DE LA VALIDITE DES PRIORITES

NEANT