

①⑨ RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
—
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
—
COURBEVOIE
—

①① N° de publication : **3 147 557**

(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

②① N° d'enregistrement national : **23 03355**

⑤① Int Cl⁸ : **B 64 D 27/24** (2023.01), B 64 D 27/14, B 64 D 35/08,
F 01 D 15/10, F 02 C 7/36

⑫

BREVET D'INVENTION

B1

⑤④ Ensemble propulsif pour arrière de fuselage d'aéronef.

②② Date de dépôt : 04.04.23.

③⑦ Priorité :

④③ Date de mise à la disposition du public
de la demande : 11.10.24 Bulletin 24/41.

④⑤ Date de la mise à disposition du public du
brevet d'invention : 28.02.25 Bulletin 25/09.

⑤⑥ Liste des documents cités dans le rapport de
recherche :

Se reporter à la fin du présent fascicule

⑥⑦ Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

○ Demande(s) d'extension :

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

⑦② Inventeur(s) : DARGAYE Ziyaad.

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

⑦④ Mandataire(s) : Ernest Gutmann - Yves Plasseraud.

FR 3 147 557 - B1



Description

Titre de l'invention : Ensemble propulsif pour arrière de fuselage d'aéronef

Domaine technique de l'invention

[0001] L'invention concerne un ensemble propulsif pour arrière de fuselage d'aéronef comprenant une machine électrique.

Etat de la technique antérieure

[0002] La [Fig.1] est une vue en coupe transversale d'un ensemble propulsif 1 comprenant une turbomachine 2 et une nacelle 3 entourant radialement la turbomachine 2.

[0003] L'ensemble propulsif 1 peut être configuré pour une installation en arrière de fuselage, c'est-à-dire qu'il est raccordé à l'arrière du fuselage d'un aéronef par un mât transversal, ou pylône, qui porte la turbomachine et la nacelle et intègre les connexions électriques et fluidiques.

[0004] Un aéronef peut comprendre deux tels ensembles propulsifs, situées de part et d'autre de l'arrière du fuselage. Une telle configuration est généralement préférée pour les aéronefs de petite taille, destinés à l'aviation d'affaire.

[0005] La turbomachine 2 s'étend selon un axe principal X et comprend, de manière connue, d'amont en aval, une soufflante 4, un compresseur basse pression 5, un compresseur haute pression 6, une chambre de combustion 7, une turbine haute pression 8 et une turbine basse pression 9.

[0006] Le compresseur haute pression 6 et la turbine haute pression 8 sont reliés entre eux par un arbre haute pression 10 et forment, avec la chambre de combustion 7, un corps haute pression.

[0007] La soufflante 4, le compresseur basse pression 5 et la turbine basse pression 8 sont reliés entre eux par un arbre basse pression 11 coaxial avec l'arbre haute pression 10, et forment ensemble un corps basse pression.

[0008] Les compresseurs basse et haute pression 5, 6 la chambre de combustion 7 et les turbines haute et basse pression 8, 9 sont situées dans une veine primaire 12, ou veine interne. Une veine secondaire 13, ou veine externe, s'étend autour de la veine primaire 12, en aval de la soufflante 4, à l'intérieur de la nacelle 3.

[0009] Les termes axial, radial et circonférentiel sont définis par rapport à l'axe principal X de la turbomachine 2. Les termes amont et aval sont définis par rapport au sens de circulation des gaz au sein de la turbomachine 2.

[0010] Afin de pouvoir être fixée indifféremment d'un côté ou de l'autre de l'arrière du fuselage, une turbomachine d'arrière de fuselage comprend de manière standard des organes de fixation au mât de deux côtés opposés de la turbomachine 2.

- [0011] Dans le cadre de l'hybridation des moteurs d'aéronefs, qui vise à la fois à améliorer leur opérabilité et à réduire leur impact environnemental, il est souhaitable d'installer sur les aéronefs des machines électriques couplées mécaniquement aux turbomachines, notamment à l'arbre basse pression qui est couplé en rotation avec la soufflante.
- [0012] Ces machines électriques sont adaptées pour fonctionner comme générateur électrique pendant les phases où la poussée requise est faible, permettant de rediriger les surplus d'énergie pour une utilisation par des fonctions secondaires ou pour un stockage sur des batteries embarquées. Les machines électriques sont également adaptées pour fournir en mode moteur électrique un surplus d'énergie mécanique à la turbomachine pendant un temps relativement court, par exemple quand un supplément de poussée est particulièrement bénéfique comme au décollage de l'aéronef.
- [0013] Cependant, l'intégration d'une machine électrique et des raccords mécaniques avec l'arbre basse pression dans l'espace confiné d'une turbomachine et de la nacelle la recevant est particulièrement complexe. Ce problème est encore plus prononcé pour des moteurs de petite dimension, comme les moteurs d'arrière de fuselage destinés à des aéronefs de petite taille. Enfin, il est souhaitable de réduire autant que possible le nombre de modifications à apporter à la turbomachine, afin d'éviter des coûts de conception importants et d'éventuelles pertes d'efficacité de la turbomachine.

Présentation de l'invention

- [0014] L'invention vise à remédier à ces inconvénients, en proposant une méthode d'intégration d'une machine électrique à un ensemble propulsif de dimension réduite nécessitant peu de modifications de l'ensemble propulsif.
- [0015] A cet effet, l'invention a pour objet un ensemble propulsif pour un arrière de fuselage d'un aéronef, comprenant :
- [0016] - une turbomachine à double flux présentant un axe principal, la turbomachine comprenant un corps haute pression et un corps basse pression comprenant un arbre basse pression monté mobile en rotation autour de l'axe principal,
- [0017] - une nacelle recevant la turbomachine, sensiblement symétrique autour de l'axe principal,
- [0018] - un mât de support de la turbomachine fixé à la turbomachine d'une part et destiné à être fixé à l'arrière de fuselage d'autre part, et
- [0019] - une machine électrique comprenant au moins un stator solidaire de la turbomachine, disposée extérieurement à la nacelle, d'un côté opposé au mât relativement à l'axe principal, et au moins un rotor entraîné en rotation par l'arbre basse pression autour d'un axe de rotation formant un angle inférieur ou égal à 15° avec l'axe principal.
- [0020] Un tel ensemble propulsif permet d'associer une machine électrique à une turbomachine en bénéficiant d'une fixation robuste et d'un encombrement réduit.

- [0021] Le rotor peut être entraîné par l'arbre basse pression à travers un arbre transversal s'étendant sensiblement perpendiculairement à l'axe principal et à travers un premier jeu de pignons coniques engrenant l'arbre basse pression et l'arbre transversal et un deuxième jeu de pignons coniques engrenant l'arbre transversal et le rotor.
- [0022] Une telle caractéristique permet d'associer mécaniquement l'arbre de rotor de la machine électrique et l'arbre basse pression de la turbomachine par un système d'entraînement à double renvoi d'angle, ce qui permet de disposer la machine électrique dans une configuration stable et générant une faible trainée aérodynamique.
- [0023] Le premier jeu de pignon coniques peut être relié à une extrémité aval de l'arbre basse pression.
- [0024] Une telle caractéristique permet de réduire l'encombrement associé à la transmission mécanique dans l'espace encombré de la turbomachine.
- [0025] Au moins l'un parmi le premier jeu de pignons coniques et le deuxième jeu de pignon coniques peut comprendre deux pignons coniques de diamètres différents, de sorte que le rotor de la machine électrique présente un régime supérieur au régime de l'arbre basse pression.
- [0026] Une telle caractéristique permet d'avoir un régime de rotation de la machine électrique plus élevé et donc de réduire le diamètre de la machine électrique pour une même puissance électrique, réduisant ainsi la trainée aérodynamique.
- [0027] L'axe de rotation du rotor de la machine électrique peut être sensiblement parallèle à l'axe principal de la turbomachine.
- [0028] Une telle caractéristique permet d'améliorer la stabilité de la transmission en ayant deux report d'angles à 90° à chaque fois.
- [0029] L'axe de rotation du rotor de la machine électrique peut former un angle inférieur à 90° avec l'arbre transversal.
- [0030] Une telle caractéristique permet de disposer la machine électrique au plus près de la surface externe courbe de la nacelle et ainsi de réduire sa trainée aérodynamique et le bras de levier de la suspension.
- [0031] La turbomachine peut comprendre des moyens de fixation au mât prévus sur deux côtés opposés de la turbomachine de part et d'autre de l'axe principal, la machine électrique étant fixée à la turbomachine par les moyens de fixation situés du côté opposé aux moyens de fixation de la turbomachine au mât.
- [0032] Une telle caractéristique permet d'utiliser les moyens de fixation déjà prévus sur la turbomachine et inutilisée, du côté opposé au mât, pour fixer la machine électrique de manière rigide et robuste.
- [0033] La machine électrique peut être fixée à la turbomachine par des moyens de fixation qui comprennent un berceau, ledit berceau comprenant un organe de support en U, muni de deux branches entre lesquelles la machine électrique est disposée.

[0034] Une telle caractéristique permet d'améliorer la stabilité de la machine électrique et ainsi de maintenir la transmission en position malgré les vibrations générées par la turbomachine.

[0035] Les moyens de fixation de la machine électrique à la turbomachine peuvent être rigides.

[0036] Une telle caractéristique permet de garder le contact entre les différentes pièces de la transmission même au cours des phases de vibrations importantes ou des chocs.

[0037] L'invention concerne également un aéronef comprenant un fuselage et au moins deux ensembles propulsifs comme plus haut, fixés à un arrière dudit fuselage par des mâts sensiblement horizontaux.

Brève description des figures

[0038] [Fig.1] est une vue en coupe transversale d'une turbomachine,

[0039] [Fig.2] est une vue de dessus d'un ensemble propulsif selon l'invention fixé à l'arrière du fuselage d'un aéronef,

[0040] [Fig.3] est une vue schématique d'une transmission de l'ensemble propulsif de la [Fig.2],

[0041] [Fig.4] est une vue en perspective d'un organe de fixation d'une machine électrique de l'ensemble propulsif des figures 2 et 3, et

[0042] [Fig.5] est une vue schématique d'un deuxième mode de réalisation d'un l'ensemble propulsif selon l'invention.

Description détaillée de l'invention

[0043] Un ensemble propulsif 1 selon l'invention est représenté à la [Fig.2].

[0044] L'ensemble propulsif 1 comprend une turbomachine 2 et une nacelle 3, ainsi qu'un mât 14 de support de la turbomachine 2 et une machine électrique 15 fixée à la turbomachine 2.

[0045] La turbomachine 2 est à double flux présentant un axe principal X, et est sensiblement identique à celle de la [Fig.1].

[0046] La nacelle 3 s'étend de manière sensiblement cylindrique autour de l'axe principal X et reçoit et loge la turbomachine 2 dans son espace interne.

[0047] Le mât 14 s'étend sensiblement perpendiculairement à l'axe principal X de la turbomachine 2.

[0048] Le mât 14 est fixé à la turbomachine 2 par une première extrémité 16 et à un arrière de fuselage 17 d'un aéronef 18 par sa deuxième extrémité 19.

[0049] L'arrière de fuselage 17 est une partie du fuselage de l'aéronef 18 s'étendant en arrière des ailes, jusqu'à l'extrémité arrière du fuselage.

[0050] La turbomachine 2 comprend des premiers organes de fixation 20 et des deuxièmes organes de fixation 21, disposés diamétralement opposés de part et d'autre de l'axe

principal X.

- [0051] Les premiers organes de fixation 20 sont fixés à la première extrémité 16 du mat 14, avec des organes de fixation mettant en œuvre une suspension souple. Une telle suspension est adaptée pour amortir les vibrations et réduire leur transmission de la turbomachine 2 au fuselage.
- [0052] La machine électrique 15, représentée plus en détails sur la [Fig.3], comprend un stator 22 et un rotor 23 monté sur un arbre de rotor 24 mobile en rotation par rapport au stator 22 autour d'un axe de rotation X' de la machine électrique 15.
- [0053] Dans le mode de réalisation représenté sur les figures 2 et 3, l'axe de rotation X' est sensiblement parallèle à l'axe principal X de la turbomachine 2.
- [0054] Le stator 22 et le rotor 23 sont disposés dans un carter principal 25 sensiblement cylindrique fixé à la turbomachine 2 par des moyens de suspension 26. Le stator 22 est solidaire du carter principal 25, tandis que l'arbre de rotor 24 portant le rotor 23 est monté sur des paliers de rotation solidaires du carter principal 25.
- [0055] L'ensemble propulsif 1 comprend en outre un arbre transversal 27 s'étendant selon un axe transversal Y et mobile en rotation autour de cet axe transversal Y.
- [0056] L'axe transversal Y s'étend perpendiculairement à l'axe principal X de la turbomachine 2 et peut, comme dans le cas représenté à la [Fig.3], s'étendre perpendiculairement à l'axe de rotation X'.
- [0057] L'arbre transversal 27 est arrangé pour transmettre un couple de rotation entre l'arbre basse pression 11 et l'arbre de rotor 24.
- [0058] Pour ce faire, un premier jeu de pignons coniques 28 engrène l'arbre basse pression 11 et l'arbre transversal 27, et un deuxième jeu de pignons coniques engrène l'arbre transversal 27 et l'arbre de rotor 24.
- [0059] Avantageusement, le premier jeu de pignon coniques est relié mécaniquement à l'arbre basse pression 11 au voisinage d'une extrémité aval 30 de celui-ci.
- [0060] Le deuxième jeu de pignons coniques 29 est disposé dans un carter de transmission 31 solidaire du carter principal 25 et disposé en aval de celui-ci.
- [0061] Le premier jeu de pignon coniques 28 et le deuxième jeu de pignons coniques 29 peuvent présenter des rapports des rayons entre les deux pignons qui les composent tous deux égaux à 1. Dans ce cas, les vitesses de rotation de l'arbre basse pression 11 et de l'arbre de rotor 24, ou régimes, sont égales.
- [0062] Alternativement, au moins l'un des jeux de pignons coniques 28, 29 peut présenter un rapport entre les rayons des pignons différent de 1, avec notamment le pignon situé du côté de l'arbre de rotor 24 plus petit que le pignon situé du côté de l'arbre basse pression 11.
- [0063] Le régime de fonctionnement de la machine électrique 15 est alors plus élevé que celui de l'arbre basse pression, ce qui permet de diminuer le diamètre de la machine

électrique 15 pour une puissance électrique équivalente, et ainsi de réduire la trainée aérodynamique et la masse suspendue.

- [0064] Les moyens de suspension 26 sont adaptés pour fixer la machine électrique 15 à la turbomachine 2 et comprennent par exemple une fixation amont 32 et une fixation aval 33.
- [0065] Les moyens de suspension 26 sont par exemple solidaires du carter principal 25 à une extrémité à fixés aux deuxièmes organes de fixation 21 de la turbomachine 2, du côté opposé au mât 14 relativement à l'axe principal X.
- [0066] Les moyens de fixation 26 mettent en œuvre une suspension rigide de la machine électrique 15 à la turbomachine 2, de manière à maintenir l'entraînement mécanique entre l'arbre de rotor 24 et l'arbre basse pression 11.
- [0067] Les moyens de fixation 26 sont représentés en détail à la [Fig.4], qui figure une suspension avant 34 faisant partie des deuxièmes moyens de fixation 21, ainsi que la fixation amont 32 et la fixation aval 33.
- [0068] Les moyens de fixation 26 comprennent en outre un berceau 35 comprenant une structure de raccord 36, un organe de support en U 37 et un plot de maintien 38.
- [0069] La structure de raccord 36 est solidaire des fixations amont et aval 32, 33 et porte l'organe de support en U 37 et le plot de maintien 38.
- [0070] L'organe de support en U 37 comprend une première branche 39 en saillie destinée à s'étendre sous la machine électrique 15, notamment en contact avec le carter principal 25, et une deuxième branche 40 en saillie, destinée à s'étendre au-dessus de la machine électrique 15, notamment en contact avec le carter principal 25.
- [0071] Le plot de maintien 38 s'étend en saillie depuis la structure de raccord 36, en amont de l'organe de support en U, en direction de la machine électrique 15, et est destiné à coopérer avec un relief du carter principal 25 afin de bloquer les débattements verticaux de la machine électrique.
- [0072] Dans un deuxième mode de réalisation représenté schématiquement à la [Fig.5], l'axe principal X de la turbomachine 2 et l'axe de rotation X' de l'arbre de rotor 24 ne sont pas parallèles entre eux.
- [0073] Notamment, l'axe principal X de la turbomachine 2 et l'axe de rotation X' de l'arbre de rotor 24 sont coplanaires et forment entre eux un angle β inférieur à 15° .
- [0074] Un tel mode de réalisation permet de fixer la machine électrique 15 au plus près d'une surface courbe de la nacelle 3, réduisant le moment mécanique et la trainée aérodynamique.
- [0075] Dans ce cas, l'axe transversal Y est toujours perpendiculaire à l'axe principal X, mais l'axe transversal Y n'est pas perpendiculaire à l'axe de rotation X' de l'arbre de rotor 24, avec lequel il forme un angle α strictement inférieur à 90° , et supérieur ou égal à 75° .

[0076] La variation d'angle est alors entièrement reprise par le deuxième jeu de pignons coniques 29, qui présentent des angles respectifs adaptés à la valeur de l'angle α .

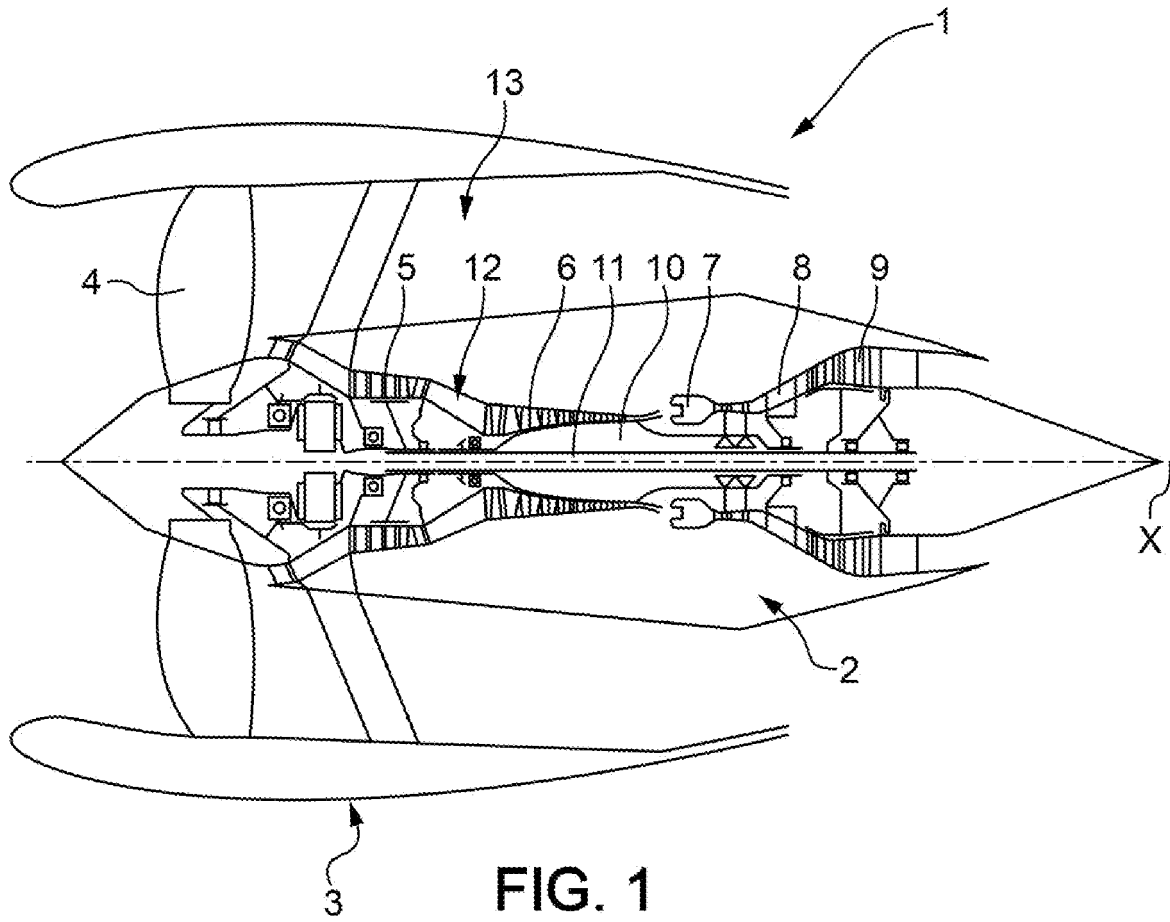
Revendications

- [Revendication 1] Ensemble propulsif (1) pour un arrière de fuselage (17) d'un aéronef, comprenant :
- une turbomachine (2) à double flux présentant un axe principal (X), la turbomachine (2) comprenant un corps haute pression et un corps basse pression comprenant un arbre basse pression (11) monté mobile en rotation autour de l'axe principal (X),
 - une nacelle (3) recevant la turbomachine (2), sensiblement symétrique autour de l'axe principal (X),
 - un mât (14) de support de la turbomachine (2) fixé à la turbomachine (2) d'une part et destiné à être fixé à l'arrière de fuselage (17) d'autre part, et
 - une machine électrique (15) comprenant au moins un stator (22) solidaire de la turbomachine (2), disposée extérieurement à la nacelle (3), d'un côté opposé au mât (14) relativement à l'axe principal (X), et au moins un rotor (23) entraîné en rotation par l'arbre basse pression (11) autour d'un axe de rotation (X') formant un angle (β) inférieur ou égal à 15° avec l'axe principal (X).
- [Revendication 2] Ensemble propulsif (1) selon la revendication 1, dans lequel le rotor (23) est entraîné par l'arbre basse pression (11) à travers un arbre transversal (27) s'étendant sensiblement perpendiculairement à l'axe principal (X) et à travers un premier jeu de pignons coniques (28) engrenant l'arbre basse pression (11) et l'arbre transversal (27) et un deuxième jeu de pignons coniques (29) engrenant l'arbre transversal (27) et le rotor (23).
- [Revendication 3] Ensemble propulsif (1) selon la revendication 2, dans lequel le premier jeu de pignon coniques (28) est relié à une extrémité aval (30) de l'arbre basse pression (11).
- [Revendication 4] Ensemble propulsif (1) selon la revendication 2 ou 3, dans lequel au moins l'un parmi le premier jeu de pignons coniques (28) et le deuxième jeu de pignon coniques (29) comprend deux pignons coniques de diamètres différents, de sorte que le rotor (23) de la machine électrique (15) présente un régime supérieur au régime de l'arbre basse pression (11).
- [Revendication 5] Ensemble propulsif (1) selon l'une des revendications précédentes, dans lequel l'axe de rotation (X') du rotor (23) de la machine électrique (15) est sensiblement parallèle à l'axe principal (X) de la turbomachine (2).
- [Revendication 6] Ensemble propulsif (1) selon l'une des revendications 2 à 4, dans lequel

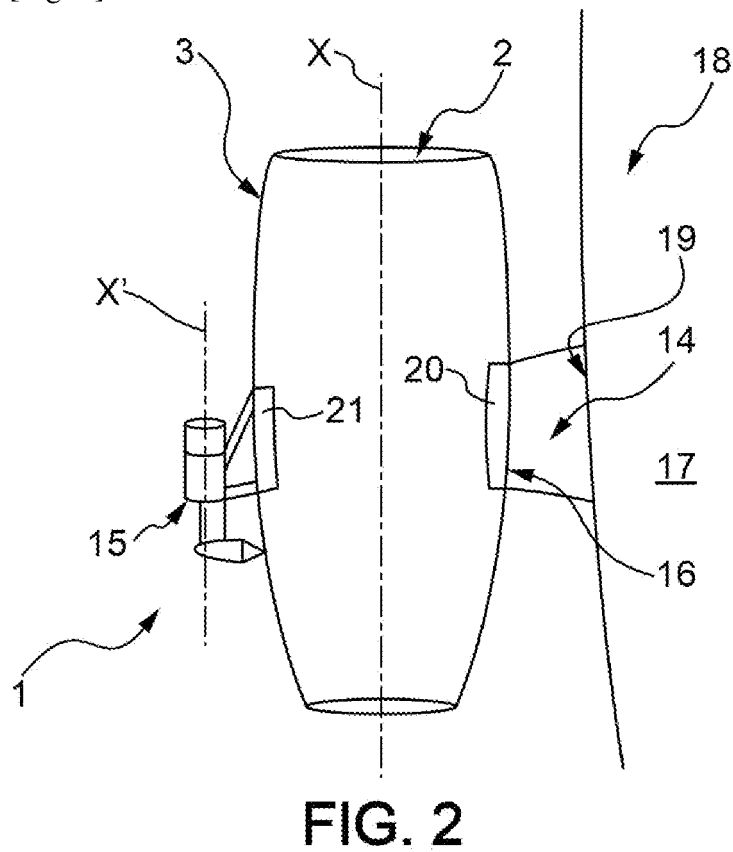
l'axe de rotation (X') du rotor (23) de la machine électrique (15) forme un angle (α) inférieur à 90° avec l'arbre transversal (27).

- [Revendication 7] Ensemble propulsif (1) selon l'une des revendications précédentes, dans lequel la turbomachine (2) comprend des moyens de fixation (20, 21) au mât (14) prévus sur deux côtés opposés de la turbomachine (2) de part et d'autre de l'axe principal (X), la machine électrique (15) étant fixée à la turbomachine (2) par les moyens de fixation (21) situés du côté opposé aux moyens de fixation (20) de la turbomachine (2) au mât (14).
- [Revendication 8] Ensemble propulsif (1) selon la revendication précédente, dans lequel la machine électrique (15) est fixée à la turbomachine (2) par des moyens de fixation (26) qui comprennent un berceau (35), ledit berceau comprenant un organe de support en U (37) muni de deux branches (39, 40) entre lesquelles la machine électrique (15) est disposée.
- [Revendication 9] Ensemble propulsif (1) selon la revendication précédente, dans lequel les moyens de fixation (26) de la machine électrique (15) à la turbomachine (2) sont rigides.
- [Revendication 10] Aéronef (18) comprenant un fuselage et au moins deux ensembles propulsifs (1) selon l'une des revendications précédentes, fixés à un arrière (17) dudit fuselage par des mâts (14) sensiblement horizontaux.

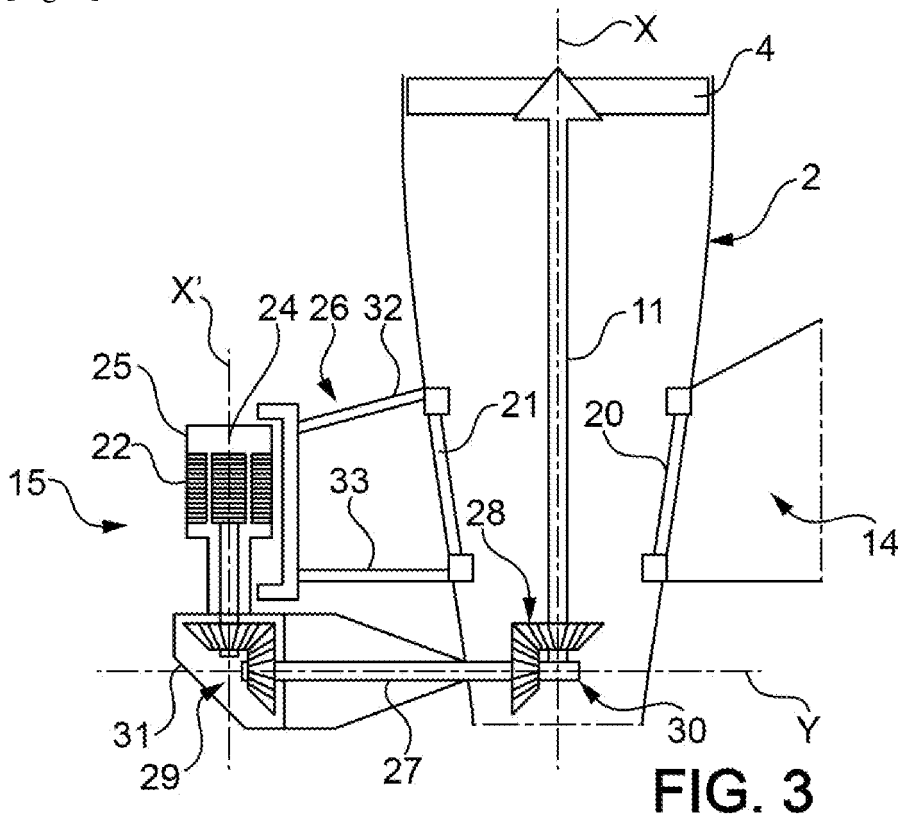
[Fig. 1]



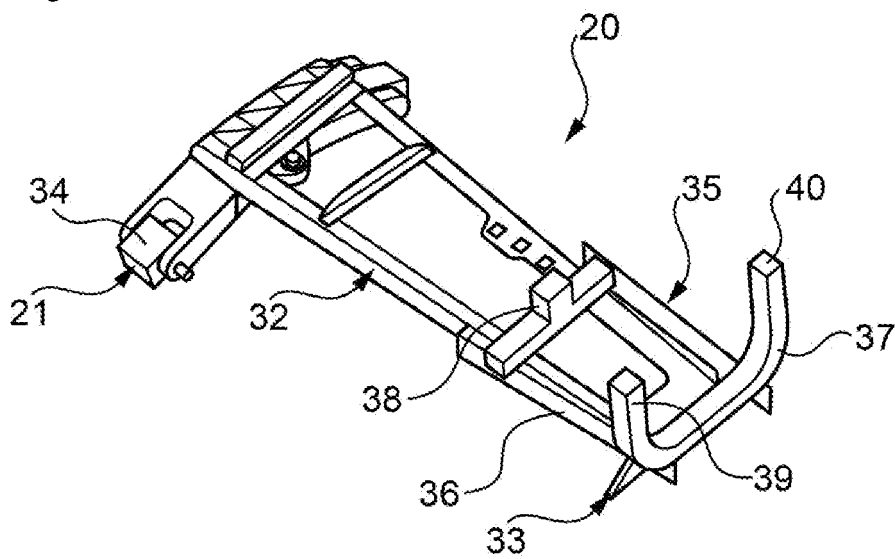
[Fig. 2]



[Fig. 3]



[Fig. 4]



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 (nouveau) 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

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

Le demandeur a maintenu les revendications.

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.

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 2021/404386 A1 (VENTER GIDEON DANIEL
[DE] ET AL) 30 décembre 2021 (2021-12-30)

US 2014/360206 A1 (BRADBROOK STEPHEN JOHN
[GB]) 11 décembre 2014 (2014-12-11)

US 2012/308362 A1 (ELEFThERIOU ANDREAS
[CA]) 6 décembre 2012 (2012-12-06)

US 2021/010384 A1 (BRADLEY JONATHAN P
[GB]) 14 janvier 2021 (2021-01-14)

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

NEANT