

19 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
COURBEVOIE

11 N° de publication : **3 147 614**
(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

21 N° d'enregistrement national : **23 03454**

51 Int Cl⁸ : **F 16 H 57/04 (2023.01), F 02 C 7/12, 7/36**

12 **DEMANDE DE BREVET D'INVENTION**

A1

22 Date de dépôt : 06.04.23.

30 Priorité :

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

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

60 Références à d'autres documents nationaux apparentés :

Demande(s) d'extension :

71 Demandeur(s) : **SAFRAN TRANSMISSION SYSTEMS SASU — FR.**

72 Inventeur(s) : **FRANCOIS, Loïc, FERNANDEZ, Maxime, MORELLI, Boris Pierre Marcel, PELTIER, Jordane Emile André et PENNACINO, Antoine Jacques Marie.**

73 Titulaire(s) : **SAFRAN TRANSMISSION SYSTEMS SASU.**

74 Mandataire(s) : **GEVERS & ORES.**

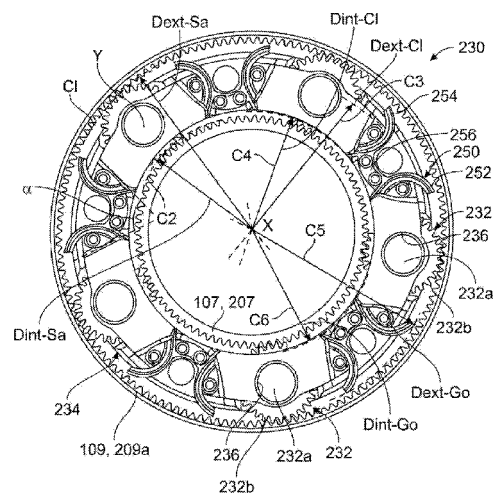
54 **ENSEMBLE POUR UN REDUCTEUR MECANIQUE D'AERONEF.**

57 Ensemble (230) comportant des satellites (232) et un porte-satellites (234) pour un réducteur mécanique (106, 206) à barbotage, en particulier d'aéronef, cet ensemble (230) ayant une forme annulaire autour d'un axe longitudinal (X),

le porte-satellites (234) ayant une forme annulaire autour dudit axe (X) et comportant des logements (238) de réception des satellites (232), délimités par deux cloisons latérales (244),

caractérisé en ce qu'il comprend en outre des écopes à huile (250) qui sont solidaires du porte-satellites (234) et qui sont régulièrement réparties autour dudit axe (X) et intercalées entre les satellites (232), chacune de ces écopes (250) comportant au moins un godet (252, 254) incurvé dont la concavité (256) s'étend en partie autour d'un des satellites (232) et est séparée de ce satellite 232) par l'une desdites cloisons (244).

Figure pour l'abrégié : Figure 5



FR 3 147 614 - A1



Description

Titre de l'invention : ENSEMBLE POUR UN REDUCTEUR MECANIQUE D'AERONEF

Domaine technique de l'invention

[0001] La présente invention concerne un ensemble pour un réducteur mécanique d'aéronef, et en particulier pour une turbomachine d'aéronef ou pour un système d'entraînement d'une roue d'un train d'atterrissage d'aéronef. Cet ensemble comprend des satellites et un porte-satellites.

Arrière-plan technique

[0002] L'état de l'art comprend notamment les documents FR-A1-3 025 780, FR-B1-3 066 792, FR-B1-3 071 023, FR-3 072 749, FR-B1-3 098 562 et FR-B1-3 101 129.

[0003] Le rôle d'un réducteur mécanique est de modifier le rapport de vitesse et de couple entre l'axe d'entrée et l'axe de sortie d'un système mécanique.

[0004] Les nouvelles générations de turbomachines à double flux, notamment celles ayant un haut taux de dilution, comportent un réducteur mécanique pour entraîner l'arbre d'une soufflante (aussi appelé « fan »). De manière usuelle, le réducteur a pour but de transformer la vitesse de rotation dite rapide de l'arbre d'une turbine de puissance en une vitesse de rotation plus lente pour l'arbre entraînant la soufflante.

[0005] Un système d'entraînement d'une roue d'un train d'atterrissage peut en outre comprendre un réducteur mécanique, comme proposée par la Demanderesse dans le document EP-A1-3 882 136.

[0006] Un tel réducteur comprend un pignon central, appelé solaire, une couronne et des pignons appelés satellites, qui sont en prise entre le solaire et la couronne. Les satellites sont maintenus par un châssis appelé porte-satellites. Le solaire, la couronne et le porte-satellites sont des planétaires car leurs axes de révolution coïncident avec l'axe de la turbomachine ou de la roue d'un train d'atterrissage. Les satellites ont chacun un axe de révolution différents équirépartis sur le même diamètre de fonctionnement autour de l'axe des planétaires. Ces axes sont parallèles à l'axe longitudinal X.

[0007] Il existe plusieurs architectures de réducteur. Dans l'état de l'art, les réducteurs sont de type planétaire ou épicycloïdal. Il existe dans d'autres applications similaires, des architectures dites différentielles ou « compound ».

[0008] - Sur un réducteur planétaire, le porte-satellites est fixe et la couronne constitue l'arbre de sortie du dispositif qui tourne dans le sens inverse du solaire.

[0009] - Sur un réducteur épicycloïdal, la couronne est fixe et le porte-satellites constitue l'arbre de sortie du dispositif qui tourne dans le même sens que le solaire.

- [0010] - Sur un réducteur différentiel, aucun élément n'est fixé en rotation. La couronne tourne dans le sens contraire du solaire et du porte-satellites.
- [0011] Les réducteurs peuvent être composés d'un ou plusieurs étages d'engrènement. Cet engrènement est assuré de différentes façons comme par contact, par friction ou encore par champs magnétique. Il existe plusieurs types d'engrènement par contact comme avec des dentures droites, hélicoïdales ou en chevron.
- [0012] Les réducteurs peuvent être composés d'un ou plusieurs étages d'engrènement. Cet engrènement est assuré de différentes façons comme par contact, par friction ou encore par champs magnétique.
- [0013] Un satellite peut comprendre un ou deux étages d'engrènement. Dans la présente demande, on entend par « étage » ou « denture », une série de dents d'engrènement avec une série de dents complémentaires. Une denture peut être interne ou externe. Un satellite à simple étage comprend une denture qui peut être droite, hélicoïdale ou en chevron et dont les dents sont situées sur un même diamètre. Cette denture coopère à la fois avec le solaire et la couronne.
- [0014] Un satellite à double étage comprend deux dentures ou deux séries de dents qui sont situées sur des diamètres différents. Une première denture coopère avec le solaire et une seconde denture coopère avec la couronne.
- [0015] Il existe également une configuration, appelée Wolfrom, dans laquelle les satellites sont à double étage et comportent une première denture qui coopère avec le solaire et une couronne, et une seconde denture qui coopère avec une seconde couronne. Le réducteur comprend ainsi deux couronnes, dont une est fixe et l'autre mobile.
- [0016] Un réducteur mécanique doit être lubrifié pour garantir son fonctionnement et aussi évacuer les calories générées en fonctionnement. Pour cela, de l'huile de lubrification est utilisée.
- [0017] Il existe deux technologies de lubrification d'un réducteur mécanique.
- [0018] La première technologie consiste à lubrifier le réducteur par des gicleurs d'huile. Les gicleurs sont alimentés par de l'huile et projettent de l'huile sur les engrènements, c'est-à-dire les dentures du solaire, des satellites et de la ou des couronne(s). Cette huile est ensuite évacuée et récupérée pour être recyclée.
- [0019] Une autre technologie consiste à utiliser un réducteur à barbotage d'huile. L'huile est présente en permanence dans le réducteur qui comprend une enceinte étanche de rétention de cette huile. Le niveau d'huile dans l'enceinte du réducteur est tel qu'au moins une partie des satellites, du porte-satellites, et de la ou des couronnes, barbote dans l'huile, c'est-à-dire est baignée en permanence dans l'huile.
- [0020] Dans un réducteur à barbotage, par effet de la gravité, l'huile s'écoule et se stocke en partie basse de l'enceinte et du réducteur. Donc les dentures situées en partie basse baignent dans l'huile alors que les dentures en partie haute ne baignent pas dans

l'huile. En fonctionnement, les éléments rotatifs contenus dans l'enceinte tournent à des vitesses importantes et entraînent l'huile. L'huile a tendance à être centrifugée et à former un anneau d'huile à l'intérieur de l'enceinte.

[0021] Une des problématiques d'un réducteur mécanique à barbotage est de garantir que tous ses engrenements soient bien lubrifiés.

[0022] L'invention permet d'apporter une solution simple, efficace et économique à cette problématique.

Résumé de l'invention

[0023] L'invention concerne un ensemble comportant des satellites et un porte-satellites pour un réducteur mécanique à barbotage, en particulier d'aéronef, cet ensemble ayant une forme annulaire autour d'un axe longitudinal,

[0024] les satellites étant régulièrement espacés autour dudit axe et comportant chacune deux extrémités longitudinales cylindriques,

[0025] le porte-satellites ayant une forme annulaire autour dudit axe et comportant des logements de réception des satellites, ces logements étant régulièrement répartis autour dudit axe et étant chacun délimités axialement par deux parois s'étendant respectivement dans deux plans perpendiculaires audit axe, et deux cloisons latérales s'étendant entre les parois, ces parois comportant des orifices de montage desdites extrémités longitudinales des satellites,

[0026] caractérisé en ce qu'il comprend en outre des écopés à huile qui sont solidaires du porte-satellites et qui sont régulièrement réparties autour dudit axe et intercalées entre les satellites, chacune de ces écopés comportant au moins un godet incurvé dont la concavité s'étend en partie autour d'un des satellites et est séparée de ce satellite par l'une desdites cloisons.

[0027] Comme évoqué dans ce qui précède, en fonctionnement, un anneau d'huile se forme autour du réducteur dans son enceinte. L'invention permet de forcer l'huile à se déplacer et par exemple à la réorienter vers des engrenements à lubrifier du réducteur. Pour cela, l'ensemble formé par les satellites et le porte-satellites comprend des écopés à huile.

[0028] La solution proposée ci-dessous est compatible d'un réducteur simple étage ou à plusieurs étages. Elle est compatible d'un réducteur épicycloïdal, différentiel ou de type Wolfrom. Elle est également compatible de dentures droites, hélicoïdales ou en chevron. Elle est compatible de tout type de porte-satellites, et en particulier d'un porte-satellites monobloc. Elle est en outre compatible de tout type de palier, qu'il soit composé d'éléments roulants, d'un palier hydrodynamique, etc. Elle est compatible d'une utilisation de l'ensemble et du réducteur dans une turbomachine à double flux, par exemple pour l'entraînement d'une soufflante ou d'une hélice. Elle est également

compatible d'une utilisation de l'ensemble et du réducteur dans un système d'entraînement d'une roue d'un train d'atterrissage.

[0029] L'ensemble selon l'invention peut comprendre une ou plusieurs des caractéristiques suivantes, prises isolément les unes des autres, ou en combinaison les unes avec les autres :

- chacune des écopés comprend deux godets incurvés dont les concavités sont orientées dans des directions opposées pour s'étendre respectivement autour des satellites entre lesquels l'écope est montée,
- les deux godets de chacune des écopés sont reliés l'un à l'autre par une platine de fixation au porte-satellites,
- chacune des écopés est formée d'une seule pièce,
- le godet et le satellite autour duquel la concavité du godet s'étend, sont situés à une distance circonférentielle l'un de l'autre qui est supérieure ou égale à une moitié d'un rayon maximal du satellite,
- le ou chaque godet a une dimension axiale qui est inférieure à une dimension axiale desdites cloisons,

[0030] - $Dext_Cl \leq Dext_Go \leq Dext_Sa$, et $Dint_Sa \leq Dint_Go \leq Dint_Cl$,

[0031] dans lesquelles :

[0032] $Dext_Cl$ est le diamètre d'une circonférence centrée sur ledit axe et passant par des extrémités radialement externes desdites cloisons,

[0033] $Dext_Go$ est le diamètre d'une circonférence centrée sur ledit axe et passant par des extrémités radialement externes desdits godets,

[0034] $Dext_Sa$ est le diamètre maximal d'une circonférence centrée sur ledit axe et passant par les satellites,

[0035] $Dint_Sa$ est le diamètre minimal d'une circonférence centrée sur ledit axe et passant par les satellites,

[0036] $Dint_Go$ est le diamètre d'une circonférence centrée sur ledit axe et passant par des extrémités radialement internes desdits godets, et

[0037] $Dint_Cl$ est le diamètre d'une circonférence centrée sur ledit axe et passant par des extrémités radialement internes desdites cloisons.

- chacune des écopés est fixée par des vis ou boulons sur le porte-satellites, ces vis ou boulons étant également utilisés pour fixer deux anneaux du porte-satellites formant respectivement lesdites parois desdits logements ; en variante, chacune des écopés est soudée sur le porte-satellites,

[0038] -- lesdites parois comportent des premières parois reliées les unes aux autres pour former un premier anneau du porte-satellites, ce premier anneau s'étendant sensiblement dans un plan perpendiculaire audit axe longitudinal,

[0039] -- lesdites parois comportent des secondes parois qui sont à distance circonfé-

rentielles les unes des autres et qui sont reliés entre elles par des ponts de matière pour former un second anneau du porte-satellites, les secondes parois s'étendant sensiblement dans un plan perpendiculaire audit axe longitudinal, et lesdits ponts de matière s'étendant en dehors de ce plan,

[0040] -- les écopés sont formés d'une seule pièce avec le porte-satellites ou une partie du porte-satellites.

[0041] La présente invention concerne également un réducteur mécanique à barbotage, en particulier pour un aéronef, ce réducteur comportant :

[0042] - un solaire mobile en rotation autour d'un axe longitudinal,

[0043] - au moins une couronne montée autour du solaire et dudit axe longitudinal, et

[0044] - un ensemble tel que décrit ci-dessus qui est mobile en rotation autour dudit axe longitudinal, les satellites de cet ensemble étant montés entre le solaire et la ou les couronnes et engrenés avec le solaire et la couronne, ces satellites ayant des axes de rotation parallèles audit axe, et

[0045] - une enceinte étanche dans laquelle sont situés le solaire, la première couronne, et ledit ensemble, cette enceinte étant configurée pour contenir de l'huile destinée à être écopée par les écopés à huile dudit ensemble.

[0046] Selon un mode de réalisation de l'invention, les satellites sont à double étage et comprennent un premier étage engrené avec une première couronne mobile autour dudit axe longitudinal et le solaire, et un second étage engrené avec une seconde couronne qui est fixe vis-à-vis dudit axe longitudinal.

[0047] Avantagement, le ou chaque godet de chacune des écopés est décalé axialement de la couronne pour écoper de l'huile à côté de la couronne, ou est décalé axialement de la couronne fixe et aligné radialement avec la couronne mobile pour écoper de l'huile au niveau de cette couronne mobile, ou est décalé axialement de la couronne mobile et aligné radialement avec la couronne fixe pour écoper de l'huile au niveau de cette couronne fixe.

[0048] L'invention concerne en outre une turbomachine ou un système d'entraînement d'une roue de train d'atterrissage, en particulier d'aéronef, comportant au moins un ensemble ou un réducteur mécanique tel que décrit ci-dessus.

Brève description des figures

[0049] D'autres caractéristiques et avantages ressortiront de la description qui suit d'un mode de réalisation non limitatif de l'invention en référence aux dessins annexés sur lesquels :

[0050] [Fig.1] la [Fig.1] est une vue schématique en coupe axiale d'une turbomachine d'aéronef,

[0051] [Fig.2] la [Fig.2] est une vue schématique partielle en coupe axiale d'un réducteur

mécanique planétaire à gicleurs d'huile,

[0052] [Fig.3] la [Fig.3] est une vue schématique partielle en coupe axiale d'un réducteur mécanique planétaire à barbotage,

[0053] [Fig.4] la [Fig.4] est une vue schématique partielle en coupe axiale d'un réducteur mécanique Wolfrom à barbotage,

[0054] [Fig.5] la [Fig.5] est une vue schématique de face d'un ensemble selon un mode de réalisation de l'invention, pour un réducteur mécanique à barbotage,

[0055] [Fig.6] la [Fig.6] est une vue schématique à plus grande échelle d'une partie de l'ensemble de la [Fig.5], et illustre le fonctionnement du réducteur et la rotation de l'ensemble,

[0056] [Fig.7] la [Fig.7] est une autre vue schématique à plus grande échelle d'une partie de l'ensemble de la [Fig.5], et illustre le fonctionnement du réducteur et la rotation de l'ensemble,

[0057] [Fig.8] la [Fig.8] est une vue schématique partielle en perspective d'un réducteur comportant une variante de réalisation d'un ensemble selon l'invention,

[0058] [Fig.9] la [Fig.9] est une vue schématique partielle en perspective d'un réducteur comportant une autre variante de réalisation d'un ensemble selon l'invention,

[0059] [Fig.10] la [Fig.10] est une vue schématique en perspective d'une roue d'un train d'atterrissage d'aéronef et d'un système d'entraînement de cette roue.

Description détaillée de l'invention

[0060] La [Fig.1] décrit une turbomachine 1 qui comporte, de manière classique, une soufflante S, un compresseur basse pression 1a, un compresseur haute pression 1b, une chambre annulaire de combustion 1c, une turbine haute pression 1d, une turbine basse pression 1e et une tuyère d'échappement 1h. Le compresseur haute pression 1b et la turbine haute pression 1d sont reliés par un arbre haute pression 2 et forment avec lui un corps haute pression (HP). Le compresseur basse pression 1a et la turbine basse pression 1e sont reliés par un arbre basse pression 3 et forment avec lui un corps basse pression (BP).

[0061] La soufflante S est entraînée par un arbre de soufflante 4 qui est entraîné en rotation avec l'arbre BP 3 au moyen d'un réducteur 6. Ce réducteur 6 peut être du type planétaire, épicycloïdal ou Wolfrom par exemple.

[0062] Bien que la description qui suit concerne un réducteur du type planétaire ou épicycloïdal, elle s'applique également à un différentiel mécanique dans lequel les trois composants, que sont le porte-satellites, la couronne et le solaire, sont mobiles en rotation, la vitesse de rotation de l'un de ces composants dépendant notamment de la différence de vitesses des deux autres composants. Elle s'applique également au cas particulier d'un réducteur à double étage du type Wolfrom.

- [0063] Le réducteur 6 est positionné dans la partie amont de la turbomachine. Une structure fixe comportant schématiquement, ici, une partie amont 5a et une partie aval 5b qui compose le carter moteur ou stator 5 est agencée de manière à former une enceinte E entourant le réducteur 6. Cette enceinte E est ici fermée en amont par des joints au niveau d'un palier permettant la traversée de l'arbre de soufflante 4, et en aval par des joints au niveau de la traversée de l'arbre BP 3.
- [0064] La [Fig.2] montre un réducteur 6 qui peut prendre la forme de différentes architectures selon si certaines pièces sont fixes ou en rotation. En entrée, le réducteur 6 est relié à l'arbre BP 3, par exemple par l'intermédiaire de cannelures internes 7a. Ainsi l'arbre BP 3 entraîne un pignon planétaire appelé le solaire 7. Classiquement, le solaire 7, dont l'axe de rotation est confondu avec celui de la turbomachine X, entraîne une série de pignons appelés satellites 8, qui sont répartis sur le même diamètre autour de l'axe de rotation X. Ce diamètre est égal au double de l'entraxe de fonctionnement entre le solaire 7 et les satellites 8. Le nombre de satellites 8 est généralement défini entre trois et sept pour ce type d'application.
- [0065] L'ensemble des satellites 8 est maintenus par un porte-satellites 10. Chaque satellite 8 tourne autour de son propre axe Y, et engrène avec la couronne 9.
- [0066] En sortie nous avons :
- dans une configuration épicycloïdale, l'ensemble des satellites 8 entraîne en rotation le porte-satellite 10 autour de l'axe X de la turbomachine. La couronne est fixée au carter moteur ou stator 5 via un porte-couronne 12 et le porte-satellites 10 est fixé à l'arbre de soufflante 4.
 - dans une configuration planétaire, l'ensemble des satellites 8 est maintenu par un porte-satellites 10 qui est fixé au carter moteur ou stator 5. Chaque satellite entraîne la couronne qui est rapportée à l'arbre de soufflante 4 via un porte-couronne 12.
- [0067] Chaque satellite 8 est monté libre en rotation à l'aide d'un palier 11, par exemple de type roulement ou palier lisse hydrodynamique. Dans le cas d'un palier lisse, le palier 11 comprend un corps de palier 10b et les corps de palier 10b des différents paliers lisses sont positionnés les uns par rapport aux autres et sont portés par des parois 10a1, 10a2 du porte-satellites 10.
- [0068] Les parois 10a1, 10a2 ont une forme annulaire et sont perpendiculaires à l'axe X. Elles sont à distance axiale l'une de l'autre et reçoivent entre elles les paliers 11, les satellites 8 et le solaire 7.
- [0069] Il existe un nombre de paliers 11 égal au nombre de satellites 8. Pour des raisons de fonctionnement, de montage, de fabrication, de contrôle, de réparation ou de rechange, les paliers 11 (et en particulier les corps de palier 10b) et les parois 10a1, 10a2 peuvent être séparés en plusieurs pièces.

[0070] Pour les mêmes raisons citées précédemment, la denture 8d d'un réducteur peut être séparée en plusieurs hélices présentant chacun un plan médian P. Dans notre exemple, nous détaillons le fonctionnement d'un réducteur à plusieurs hélices avec une couronne séparée en deux demi-couronnes :

- une demi-couronne amont 9a constituée d'une jante 9aa et d'une demi-bride de fixation 9ab. Sur la jante 9aa se trouve l'hélice amont de la denture du réducteur. Cette hélice amont engrène avec celle du satellite 8 qui engrène avec celle du solaire 7.
- une demi-couronne aval 9b constituée d'une jante 9ba et d'une demi-bride de fixation 9bb. Sur la jante 9ba se trouve l'hélice aval de la denture du réducteur. Cette hélice aval engrène avec celle du satellite 8 qui engrène avec celle du solaire 7.

[0071] Si les largeurs d'hélice varient entre le solaire 7, les satellites 8 et la couronne 9 à cause des recouvrements de denture, elles sont toutes centrées sur un plan médian P pour les hélices amont et sur un autre plan médian P pour les hélices aval.

[0072] La demi-bride de fixation 9ab de la couronne amont 9a et la demi-bride de fixation 9bb de la couronne aval 9b forment la bride de fixation 9c de la couronne. La couronne 9 est fixée à un porte-couronne en assemblant la bride de fixation 9c de la couronne et la bride de fixation 12a du porte-couronne à l'aide d'un montage boulonné par exemple.

[0073] En variante, la bride 9c de la couronne 9 pourrait être remplacée par des cannelures.

[0074] Les flèches de la [Fig.2] décrivent l'acheminement de l'huile dans le réducteur 6.

L'huile arrive dans le réducteur 6 depuis la partie stator 5 dans le distributeur 13 par différents moyens qui ne seront pas précisés dans cette vue car ils sont spécifiques à un ou plusieurs types d'architecture. Le distributeur est séparé en deux parties en général chacune répétée du même nombre de satellites. Les injecteurs 13a ont pour fonction de lubrifier les dentures et les bras 13b ont pour fonction de lubrifier les paliers 11.

L'huile est amenée vers des injecteurs 13a pour ressortir par des extrémités 13c afin de lubrifier par de l'huile les dentures des satellites 8, du solaire 7 et aussi de la couronne 9. L'huile est également amenée vers le bras 13b et circule via la bouche d'alimentation 13d du corps de palier 10b dans une cavité interne 10c de ce dernier.

L'huile circule ensuite dans cette cavité 10c pour alimenter des orifices 10d de passage d'huile jusqu'à une surface cylindrique externe de guidage du satellite correspondant.

[0075] Le réducteur 6 de la [Fig.2] est ainsi un réducteur du type à gicleurs ou injecteurs d'huile.

[0076] Au contraire, la présente invention concerne un réducteur du type à barbotage dont deux exemples sont illustrés aux figures 3 et 4.

[0077] Dans la [Fig.3], le réducteur 106 est un réducteur planétaire à barbotage, c'est-à-dire

que sa couronne 109 est mobile et que son porte-satellites 110 est fixe, ou un réducteur épicycloïdal à barbotage, c'est-à-dire que sa couronne est fixe et que son porte-satellites est mobile. Comme on le voit dans cette figure, le réducteur 106 est enfermé dans une enceinte Q fermée de manière étanche.

- [0078] L'enceinte Q peut être formée par un ou plusieurs carters annulaires 120, 122 assemblés les uns aux autres. L'étanchéité est assurée par des joints 124 ou analogues qui sont par exemple situés :
- [0079] - entre le carter 120, 122 de l'enceinte Q et le solaire 107 ou l'arbre solidaire du solaire ou accouplé avec le solaire,
- [0080] - entre la couronne 109 ou le porte-couronne 112 et le carter 120, 122 de l'enceinte Q.
- [0081] A l'arrêt, l'huile H1 contenue dans l'enceinte Q est située en partie basse du réducteur 106 et en particulier de l'enceinte Q. Une partie de la couronne 109, des satellites 108 et du porte-satellites 110 baignent ou barbotent dans cette huile. En fonctionnement, un anneau d'huile H2 se forme à l'intérieur de l'enceinte Q, tout autour de l'axe X.
- [0082] Dans la [Fig.4], le réducteur 206 est un réducteur Wolfrom à barbotage, c'est-à-dire qu'il comprend deux couronnes 209a, 209b, à savoir une couronne mobile 209a et une couronne fixe 209b. Comme on le voit dans cette figure, le réducteur 206 est également enfermé dans une enceinte Q fermée de manière étanche.
- [0083] Les satellites 208 sont à double étage et comprennent un premier étage 208a engrené avec la première couronne 209a et le solaire 207, et un second étage 208b engrené avec une seconde couronne 209b qui est fixe vis-à-vis dudit axe longitudinal X.
- [0084] L'enceinte Q peut être formée par un ou plusieurs carters annulaires 220, 222 assemblés les uns aux autres. La couronne fixe 209b est ici fixé au(x) carter(s) 220, 222 de l'enceinte Q, et en particulier intercalée entre deux carters 220, 222 de l'enceinte Q.
- [0085] L'étanchéité est assurée par des joints annulaires 225 ou analogues qui sont par exemple situés :
- [0086] - entre le carter 220, 222 de l'enceinte Q et le solaire 207 ou l'arbre solidaire du solaire ou accouplé avec le solaire,
- [0087] - entre le carter 220, 222 de l'enceinte Q et la couronne mobile 209a, et
- [0088] - entre la couronne mobile 209a et le solaire 207 ou l'arbre solidaire du solaire ou accouplé avec le solaire.
- [0089] Il peut en outre y avoir des étanchéités entre le porte-satellites 210 et le solaire 207 ou l'arbre solidaire du solaire ou accouplé avec le solaire, ainsi qu'entre ce solaire 207 ou cet arbre et la couronne mobile 209a ou l'élément solidaire en rotation de la couronne mobile.

- [0090] Les éléments mobiles en rotation sont guidés par des paliers à roulement 224 qui sont par exemple situés :
- [0091] - entre le carter 220, 222 de l'enceinte Q et la couronne mobile 209a,
- [0092] - entre le carter 220, 222 de l'enceinte et le porte-satellites 210,
- [0093] - entre le porte-satellites 20 et les satellites 208, et
- [0094] - entre la couronne mobile 209a et le solaire 207 ou l'arbre solidaire du solaire ou accouplé avec le solaire.
- [0095] A l'arrêt, l'huile H1 est située en partie basse du réducteur 206 et en particulier de l'enceinte Q. Une partie des couronnes 209a, 209b, des satellites 208 et du porte-satellites 210 baignent ou barbotent dans cette huile. En fonctionnement, un anneau d'huile H2 se forme à l'intérieur de l'enceinte Q, tout autour de l'axe X.
- [0096] La présente invention concerne un ensemble 230 pour un réducteur mécanique 106, 206 d'aéronef, cet ensemble 230 comportant des satellites 232 et un porte-satellites 234. Cet ensemble 230 est mobile en rotation autour de l'axe X donc le réducteur 106, 206 peut être du type épicycloïdal, différentiel ou Wolfrom. Par ailleurs, ce réducteur 106, 206 peut être utilisé dans une turbomachine 1 telle que celle illustrée à la [Fig.1], pour l'entraînement d'une soufflante S, ou dans un autre contexte comme dans un système d'entraînement d'une roue pour un train d'atterrissage d'aéronef (cf. [Fig.10]).
- [0097] L'ensemble 230 selon l'invention peut coopérer avec une seule couronne 109 comme dans le cas du réducteur 106 de la [Fig.3], ou avec deux couronnes distinctes, respectivement mobile 209a et fixe 209b, comme dans le réducteur 206 de la [Fig.4].
- [0098] Les figures 5 à 7 illustrent un premier mode de réalisation d'un ensemble 230 selon l'invention, et les figures 8 et 9 illustrent des variantes de réalisation de cet ensemble 230.
- [0099] Les satellites 232 sont régulièrement espacés autour de l'axe X et comportent chacun deux extrémités longitudinales cylindriques 232a, comme cela est également visible dans les figures 3 et 4. Chacun des satellites 232 peut comprendre une seule denture 232b destinée à être engrenée avec le solaire 107 et la couronne 109. En variante, chacun des satellites 232 peut comprendre deux dentures 232b dont une est engrenée avec le solaire 207 et la couronne mobile 209a et dont l'autre est engrenée avec la couronne fixe 209b.
- [0100] De manière connue en soi, la ou chaque denture 232b de chaque satellite 232 peut être formée d'une seule pièce avec un axe physique centré sur l'axe Y et comportant les deux extrémités longitudinales 232a. C'est par exemple le cas de l'une des dentures des satellites 208 de la [Fig.4] (celle de gauche), qui est formée d'une seule pièce avec les deux extrémités longitudinales. En variante, la ou chaque denture 232b de chaque satellite 232 pourrait être montée par frettage sur un axe physique comportant ces extrémités longitudinales 232a. C'est par exemple le cas de l'autre des dentures des sa-

tellites 208 de la [Fig.4] (celle de droite) et de la denture des satellites 108 de la [Fig.3] , qui sont chacune montées par un palier lisse sur un corps physique comportant deux extrémités longitudinales 232a de montage sur le porte-satellites.

[0101] On note :

[0102] Dext_Sa, le diamètre maximal d'une circonférence C1 centrée sur l'axe X et passant par les satellites 232, et

[0103] Dint_Sa, le diamètre minimal d'une circonférence C2 centrée sur l'axe X et passant par les satellites 232.

[0104] Le porte-satellites 234 a une forme annulaire autour de l'axe X et comporte des logements 238 de réception des satellites 232. Ces logements 238 sont régulièrement répartis autour de l'axe X et sont chacun délimités axialement par deux parois 240, 242 s'étendant respectivement dans deux plans perpendiculaires à l'axe X, et deux cloisons latérales 244 s'étendant entre les parois 240, 242.

[0105] Les parois 240, 242 comportent les orifices 236 de montage des extrémités longitudinales 232a des satellites 232.

[0106] Les parois 240, 242 définissant les logements 238 comportent des premières parois 240 reliées les unes aux autres pour former un premier anneau A1 autour de l'axe. Ce premier anneau A1 s'étend principalement dans un plan perpendiculaire à l'axe X.

[0107] Les secondes parois 242 sont à distance circonférentielles les unes des autres, et sont reliées les unes aux autres par des ponts de matière 243 pour former un second anneau A2 autour de l'axe X. Ces ponts de matière 243 sont destinés à être appliqués et fixés sur le premier anneau A1 pour solidariser les deux anneaux A1, A2 du porte-satellites 234 entre eux. Les secondes parois 242 définissent ainsi entre elles des espaces E circonférentiels libres.

[0108] Chacune des secondes parois 242 est reliée aux cloisons 244 par ses extrémités circonférentielles. Les espaces E précités sont ainsi délimités en direction circonférentielles par ces cloisons 244.

[0109] Les cloisons 244 peuvent diverger l'une par rapport à l'autre radialement vers l'extérieur, comme dans l'exemple représenté. Elles forment par exemple entre elles un angle α supérieur ou égal à 60° , mesuré dans un plan perpendiculaire à l'axe X ([Fig.5]). En variante, cet angle α peut être inférieur à 60° voire négatif selon le besoin.

[0110] On note :

[0111] Dext_Cl, le diamètre d'une circonférence C3 centrée sur l'axe X et passant par les extrémités radialement externes des cloisons 244, et

[0112] Dint_Cl, le diamètre d'une circonférence C4 centrée sur l'axe X et passant par les extrémités radialement internes des cloisons 244.

[0113] On constate notamment à la [Fig.1] que :

- [0114] Dext_Cl < Dext_Sa, et
- [0115] Dint_Cl > Dint_Sa.
- [0116] L'ensemble 230 selon l'invention comprend en outre des écopés à huile 250 qui sont solidaires du porte-satellites 234 et qui sont régulièrement réparties autour de l'axe X et intercalées entre les satellites 232.
- [0117] Chacune des écopés 250 comporte au moins un godet 252, 254 incurvé dont la concavité 256 s'étend en partie autour d'un des satellites 232 et est séparée de ce satellite par l'une des cloisons 244.
- [0118] Dans un réducteur à gicleurs d'huile tel que celui représenté à la [Fig.2], des collecteurs d'huile peuvent être intercalés entre les satellites. Ces collecteurs ont des concavités qui entourent les satellites, au plus près de leurs dentures, et la fonction de ces collecteurs est de collecter l'huile projetée par les dentures et de guider son écoulement.
- [0119] Dans la présente invention, les écopés 250 n'ont pas la même fonction car elles sont séparées par les cloisons 244 des dentures 232b des satellites 232, et sont également à distance de ces dentures.
- [0120] On comprend ainsi que les écopés 250 sont logées dans les espaces E précités.
- [0121] Chacune des écopés 250 peut comprendre un unique godet 252 dont la concavité 256 est orientée en fonction du sens de rotation du porte-satellites 234, comme cela sera décrit plus en détail dans ce qui suit.
- [0122] Dans l'exemple représenté, chacune des écopés 250 comprend deux godets 252, 254 incurvés dont les concavités 256 sont orientées dans des directions opposées pour s'étendre respectivement autour des satellites 232 entre lesquels l'écope 250 est montée.
- [0123] Les deux godets 252, 254 de chaque écope 250 peuvent être reliés l'un à l'autre par une platine 258 de fixation au porte-satellites 234. Cette platine 258 s'étend par exemple dans un plan perpendiculaire à l'axe X et est appliquée axialement contre le porte-satellites 234, et en particulier contre le premier anneau A1 formé par les premières parois 240.
- [0124] La platine 258 comprend des orifices axiaux qui sont alignés avec des orifices du porte-satellites 234 pour le passage de moyens de fixation (non représentés) du type vis-écrou ou analogues.
- [0125] En variante, la platine 258 peut être fixée sur le porte-satellites par soudage. Dans ce cas, la platine 258 ne comprend pas d'orifices pour sa fixation.
- [0126] Ces moyens de fixation peuvent également servir à la fixation des deux anneaux A1, A2 du porte-satellites 234. Les orifices de la platine 258 sont alors alignés avec des orifices des deux anneaux A1, A2 du porte-satellites 234.
- [0127] Chacune des écopés 250 peut être formée d'une seule pièce, comme dans l'exemple

représenté. La ou les godets 252, 254 et la platine 258 sont ainsi formés d'une seule pièce.

[0128] Le godet 252, 254 et le satellite 232 autour duquel la concavité 256 du godet s'étend, sont situés à une distance circonférentielle H l'un de l'autre qui est par exemple supérieure ou égale à une moitié du rayon maximal R du satellite 232 ([Fig.6]).

[0129] Le ou chaque godet 252, 254 a une dimension axiale L1 qui est inférieure à une dimension axiale L2 des cloisons 244.

[0130] On note :

[0131] Dext_Go, le diamètre d'une circonférence C5 centrée sur l'axe X et passant par les extrémités radialement externes des godets 252, 254,

[0132] Dint_Go, le diamètre d'une circonférence D6 centrée sur l'axe X et passant par les extrémités radialement internes des godets.

[0133] De préférence :

[0134] - $Dext_Cl \leq Dext_Go \leq Dext_Sa$, et

[0135] - $Dint_Sa \leq Dint_Go \leq Dint_Cl$.

[0136] Dans une variante non représentée, les écopos sont formées d'une seule pièce avec le porte-satellites ou une partie du porte-satellites, et par exemple avec l'un de ces anneaux A1, A2.

[0137] Le fonctionnement de l'ensemble 230 est schématiquement représenté aux figures 6 et 7.

[0138] Au démarrage et en fonctionnement, l'ensemble 230 tourne autour de l'axe X et sa partie basse baigne dans l'huile H1 présente dans le réducteur 106, 206 ou disposée tout autour du réducteur pour former un anneau H2 dans l'enceinte. Les écopos 250 forcent l'huile à se déplacer (flèches T) et orientent cette huile dans une direction prédéterminée, par exemple vers des engrènements à lubrifier. L'engrènement à lubrifier est par exemple celui entre les satellites et la couronne fixe dans le cadre d'un réducteur du type Wolfrom.

[0139] En variante, les écopos 250 pourraient simplement récupérer de l'huile en partie basse pour l'amener en partie haute. Une fois en haut, l'huile pourrait ruisseler sur les éléments nécessitant une lubrification.

[0140] Lorsqu'il y a une seule écope 250 entre deux satellites 232 adjacents, leurs concavités 256 sont orientées en fonction du sens de rotation de l'ensemble 230 de façon à ce que l'huile puisse être récupérée et déplacée par ces concavités.

[0141] Dans la variante de réalisation de la [Fig.8], le réducteur 106 est du type épicycloïdal et comprend une seule couronne 109. Chaque écope 250 est positionnée de sorte que son ou ses godets 252, 254 soit décalé axialement de la couronne 109 pour écoper de l'huile à côté de la couronne 109. Dans le cas présent, Dext-Go peut être supérieur ou égal au diamètre interne de la couronne 109.

- [0142] Dans la variante de réalisation de la [Fig.9], le réducteur 206 est du type Wolfrom et comprend deux couronnes, respectivement mobile 209a et fixe 209b. Chaque écope 250 est positionnée de sorte que son ou ses godets 252, 254 soit décalé axialement de la couronne 209b et alignée radialement avec la couronne 209a. Les écopes 250 sont configurées pour écoper de l'huile au niveau de la couronne 209a. Dans le cas présent, Dext-Go peut être supérieur ou égal au diamètre interne de la couronne 209b et est inférieur au diamètre interne de la couronne 209a.
- [0143] Dans ces figures 8 et 9, les références 260 désignent les moyens précités de fixation des platines 258 des écopes 250 au porte-satellites 234.
- [0144] La [Fig.10] montre un système 310 d'entraînement d'au moins une roue 312 d'un train d'atterrissage 314 d'aéronef.
- [0145] La roue 312 comporte une jante 316 qui a un axe de rotation X. De manière classique, cette jante 316 a une forme générale tubulaire ou de disque et porte à sa périphérie un pneu 318.
- [0146] Le système 310 comprend un moteur électrique 320 et un système de transmission mécanique 322 entre un arbre du moteur 320 et la jante 316 de la roue 312.
- [0147] Dans l'exemple représenté, le moteur 320 et le système 322 ont chacun une forme générale annulaire et sont centrés sur l'axe X. Ils sont disposés à côté l'un de l'autre et le système 322 est installé entre le moteur 320 et la jante 316. Une partie du système 322, voire également une partie du moteur 320, pourraient être logées dans la jante 16 pour réduire l'encombrement du système 310. Le moteur 320 et le système 322 peuvent être protégés par un capot cylindrique extérieur 326 en saillie sur un côté de la jante 316 ou du pneu 318.
- [0148] Le système de transmission mécanique 322 comprend un réducteur mécanique 328 similaire au réducteur 106, 206 décrit dans ce qui précède et incluant un ensemble 230 au sens de l'invention.

Revendications

- [Revendication 1] Ensemble (230) comportant des satellites (232) et un porte-satellites (234) pour un réducteur mécanique (106, 206) à barbotage, en particulier d'aéronef, cet ensemble (230) ayant une forme annulaire autour d'un axe longitudinal (X),
les satellites (232) étant régulièrement espacés autour dudit axe (X) et comportant chacune deux extrémités longitudinales cylindriques (232a), le porte-satellites (234) ayant une forme annulaire autour dudit axe (X) et comportant des logements (238) de réception des satellites (232), ces logements (238) étant régulièrement répartis autour dudit axe (X) et étant chacun délimités axialement par deux parois (240, 242) s'étendant respectivement dans deux plans perpendiculaires audit axe (X), et deux cloisons latérales (244) s'étendant entre les parois (240, 242), ces parois (240, 242) comportant des orifices (236) de montage desdites extrémités longitudinales (232a) des satellites (232),
caractérisé en ce qu'il comprend en outre des écopés à huile (250) qui sont solidaires du porte-satellites (234) et qui sont régulièrement réparties autour dudit axe (X) et intercalées entre les satellites (232), chacune de ces écopés (250) comportant au moins un godet (252, 254) incurvé dont la concavité (256) s'étend en partie autour d'un des satellites (232) et est séparée de ce satellite (232) par l'une desdites cloisons (244).
- [Revendication 2] Ensemble (230) selon la revendication 1, dans lequel chacune des écopés (250) comprend deux godets (252, 254) incurvés dont les concavités (256) sont orientées dans des directions opposées pour s'étendre respectivement autour des satellites (232) entre lesquels l'écope (250) est montée.
- [Revendication 3] Ensemble (230) selon la revendication 2, dans lequel les deux godets (252, 254) de chacune des écopés (250) sont reliés l'un à l'autre par une platine (258) de fixation au porte-satellites (234).
- [Revendication 4] Ensemble (230) selon l'une des revendications précédentes, dans lequel chacune des écopés (250) est formée d'une seule pièce.
- [Revendication 5] Ensemble (230) selon l'une des revendications précédentes, dans lequel le godet (252, 254) et le satellite (234) autour duquel la concavité (256) du godet s'étend, sont situés à une distance (H) circonférentielle l'un de l'autre qui est supérieure ou égale à une moitié d'un rayon maximal (R) du satellite (234).

- [Revendication 6] Ensemble (230) selon l'une des revendications précédentes, dans lequel le ou chaque godet (252, 254) a une dimension axiale (L1) qui est inférieure à une dimension axiale (L2) desdites cloisons (244).
- [Revendication 7] Ensemble (230) selon l'une des revendications précédentes, dans lequel :
- $Dext_Cl \leq Dext_Go \leq Dext_Sa$, et
 - $Dint_Sa \leq Dint_Go \leq Dint_Cl$,
- dans lesquelles :
- Dext_Cl est le diamètre d'une circonférence (C3) centrée sur ledit axe (X) et passant par des extrémités radialement externes desdites cloisons (244),
- Dext_Go est le diamètre d'une circonférence (C5) centrée sur ledit axe (X) et passant par des extrémités radialement externes desdits godets (252, 254),
- Dext_Sa est le diamètre maximal d'une circonférence (C1) centrée sur ledit axe (X) et passant par les satellites (232),
- Dint_Sa est le diamètre minimal d'une circonférence (C2) centrée sur ledit axe (X) et passant par les satellites (232),
- Dint_Go est le diamètre d'une circonférence (C6) centrée sur ledit axe (X) et passant par des extrémités radialement internes desdits godets (252, 254), et
- Dint_Cl est le diamètre d'une circonférence (C4) centrée sur ledit axe et passant par des extrémités radialement internes desdites cloisons (244).
- [Revendication 8] Ensemble (230) selon l'une des revendications précédentes, dans lequel chacune des écopés (250) est fixée par des vis ou boulons (260) sur le porte-satellites (234), ces vis ou boulons (260) étant également utilisés pour fixer deux anneaux (A1, A2) du porte-satellites (234) formant respectivement lesdites parois (240, 242) desdits logements (238).
- [Revendication 9] Réducteur mécanique (106, 206) à barbotage, en particulier pour un aéronef, ce réducteur (106, 206) comportant :
- un solaire (107, 207) mobile en rotation autour d'un axe longitudinal (X),
 - au moins une couronne (109, 209a) montée autour du solaire (107, 207) et dudit axe longitudinal (X), et
 - un ensemble (230) selon l'une des revendications précédentes qui est mobile en rotation autour dudit axe longitudinal (X), les satellites (108, 208) de cet ensemble étant montés entre le solaire (107, 207) et la couronne (109, 209a) et engrenés avec le solaire et la couronne, ces sa-

tellites (108, 208) ayant des axes de rotation (Y) parallèles audit axe (X), et

- une enceinte (Q) étanche dans laquelle sont situés le solaire (107, 207), la première couronne (109, 209a), et ledit ensemble (203), cette enceinte (Q) étant configurée pour contenir de l'huile destinée à être écopée par les écopés (250) à huile dudit ensemble.

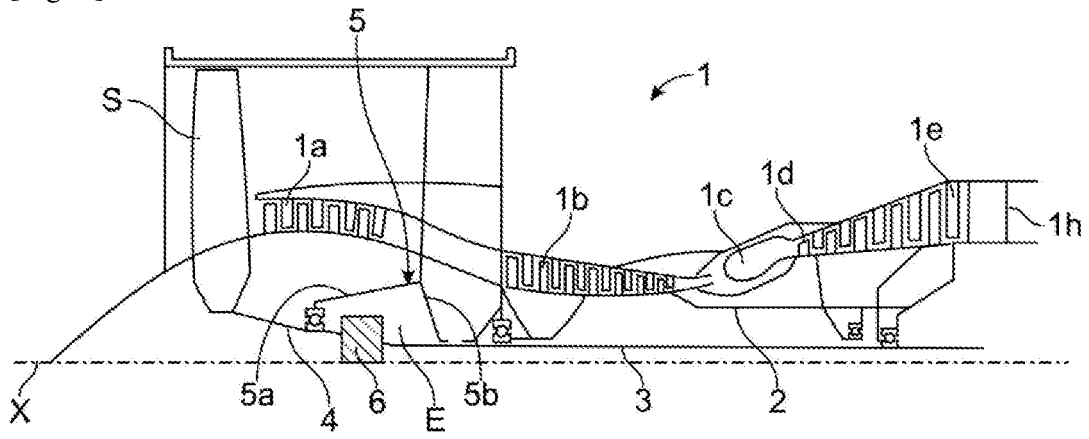
[Revendication 10] Réducteur (106, 206) selon la revendication 9, dans lequel les satellites (232) sont à double étage et comprennent un premier étage engrené avec une première couronne (209a) mobile autour dudit axe longitudinal (X) et le solaire (107, 207), et un second étage engrené avec une seconde couronne (209b) qui est fixe vis-à-vis dudit axe longitudinal (X).

[Revendication 11] Réducteur (6) selon la revendication 9 ou 10, dans lequel le ou chaque godet (252, 254) de chacune des écopés (250) est décalé axialement de la couronne (109) pour écoper de l'huile à côté de la couronne (109), ou est décalé axialement de la couronne fixe (209b) et aligné radialement avec la couronne mobile (209a) pour écoper de l'huile au niveau de cette couronne mobile (209a).

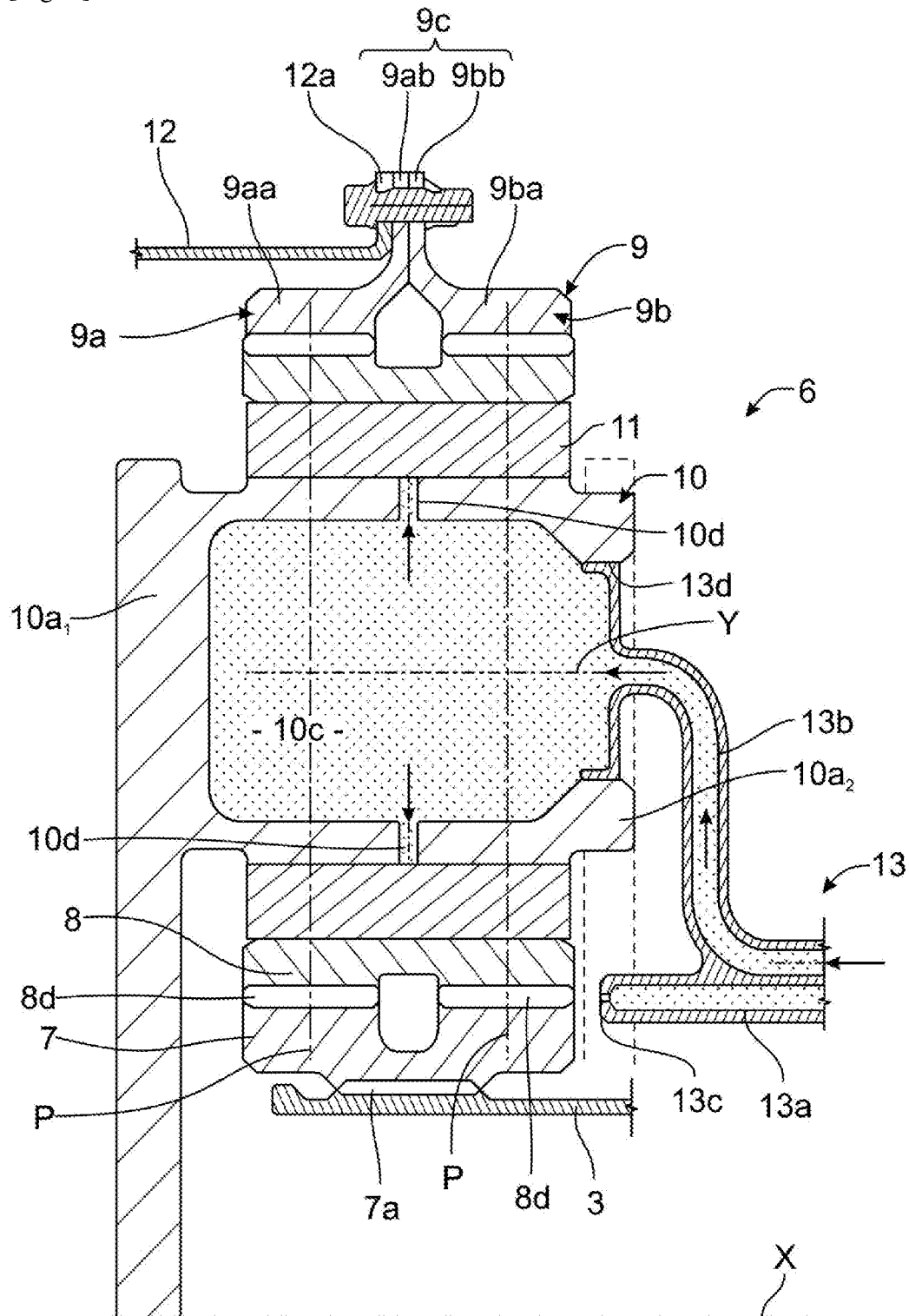
[Revendication 12] Turbomachine (1), en particulier d'aéronef, comportant au moins un ensemble (230) selon l'une des revendications 1 à 8 ou un réducteur mécanique (106, 206) selon l'une des revendications 9 à 11.

[Revendication 13] Système (210) d'entraînement d'une roue (212) de train d'atterrissage (214), en particulier d'aéronef, comportant au moins un ensemble (230) selon l'une des revendications 1 à 8 ou un réducteur mécanique (106, 206) selon l'une des revendications 9 à 11.

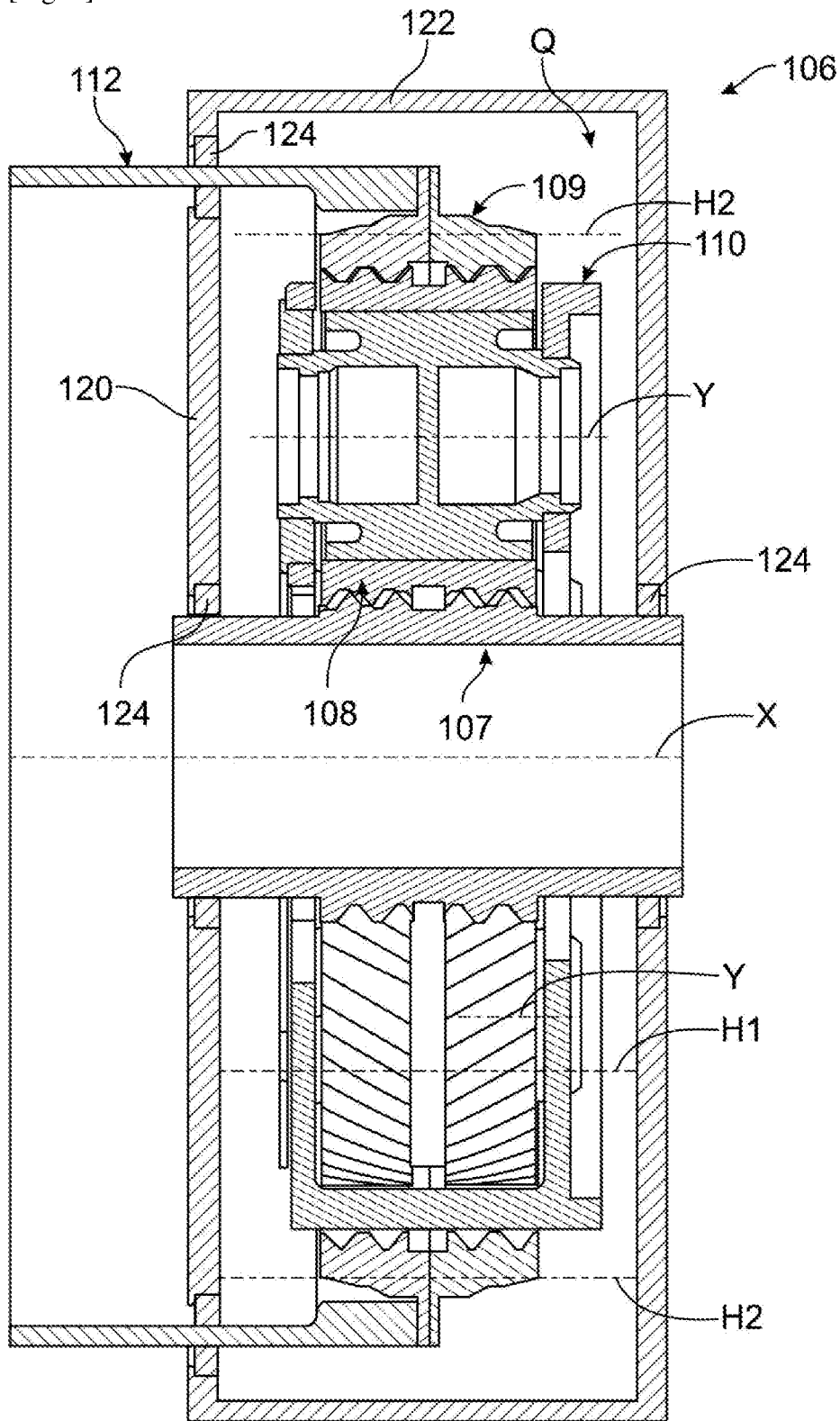
[Fig. 1]



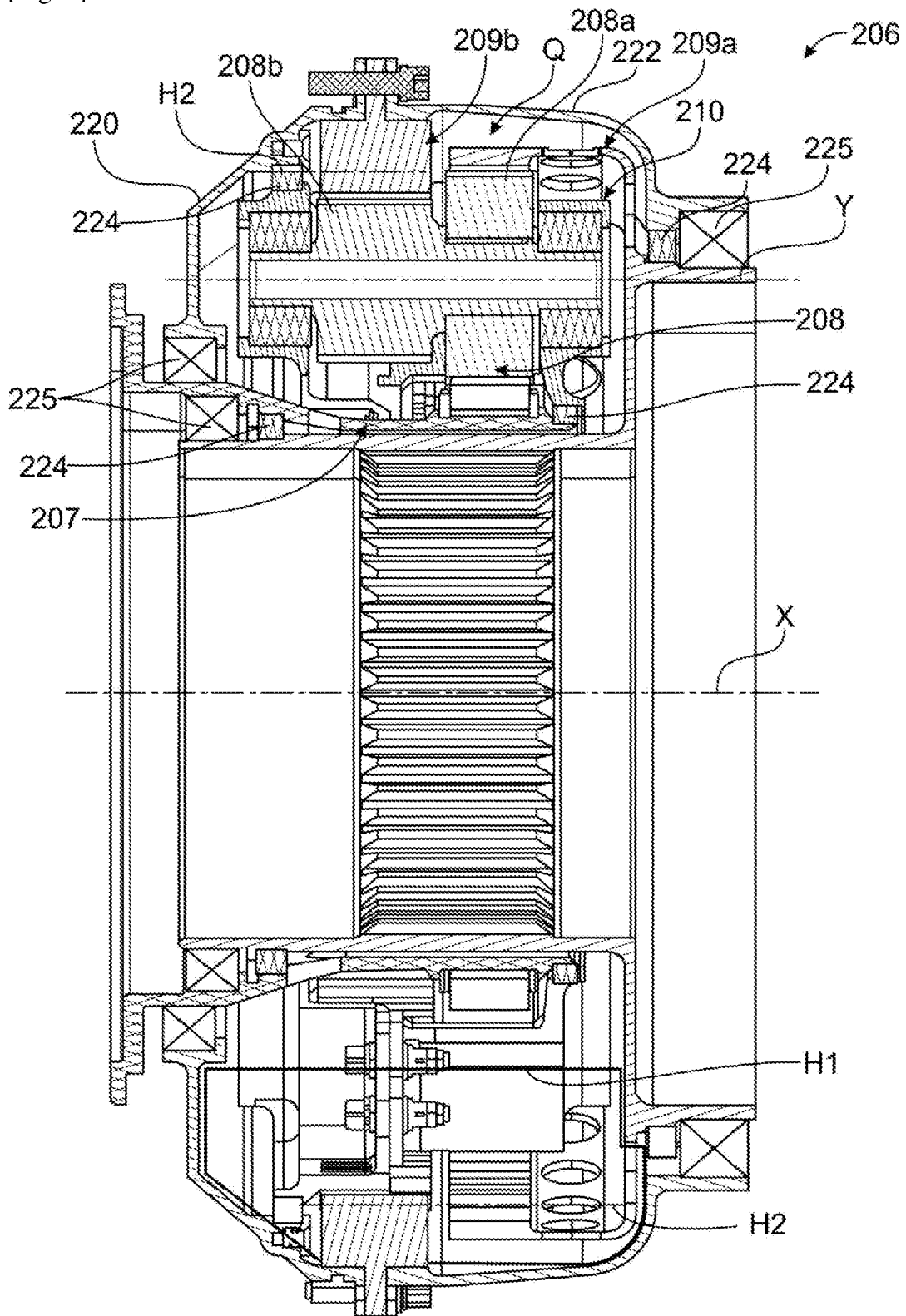
[Fig. 2]



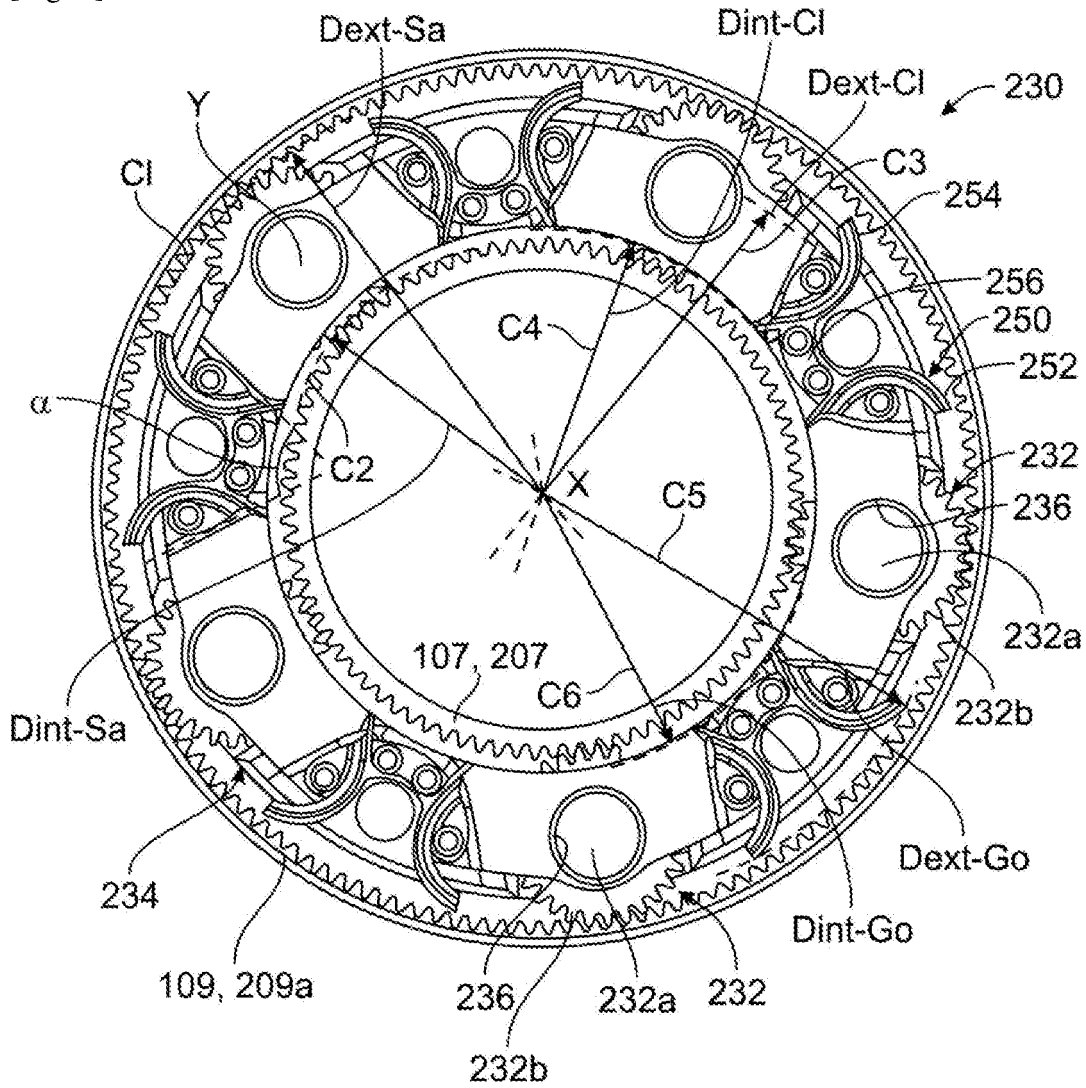
[Fig. 3]



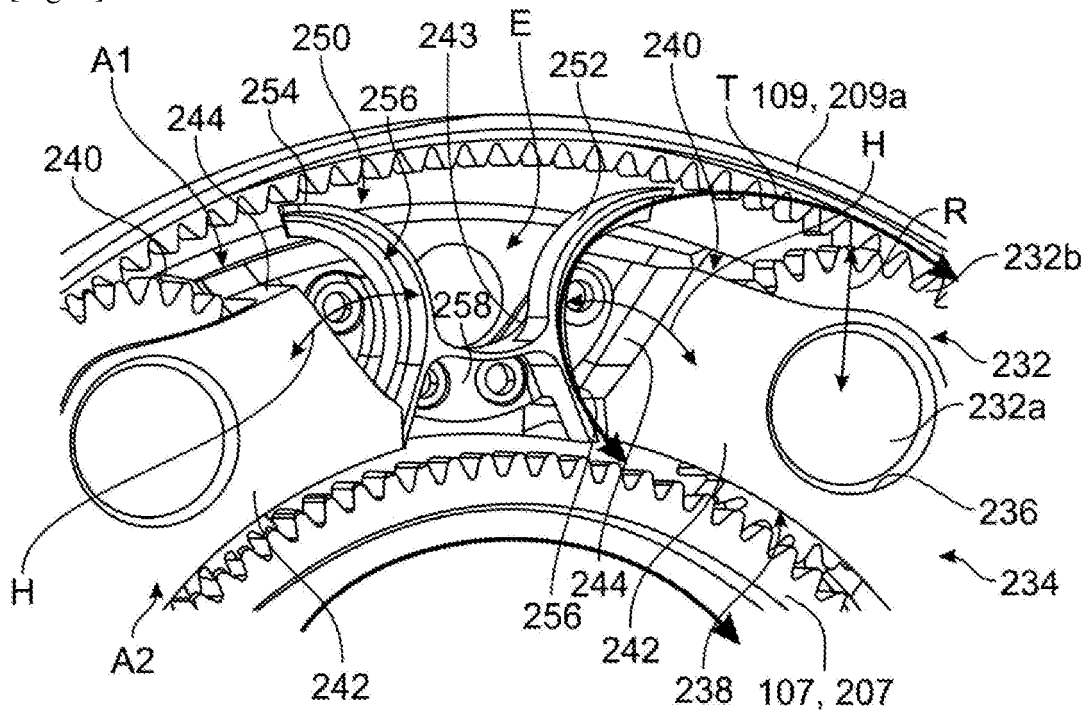
[Fig. 4]



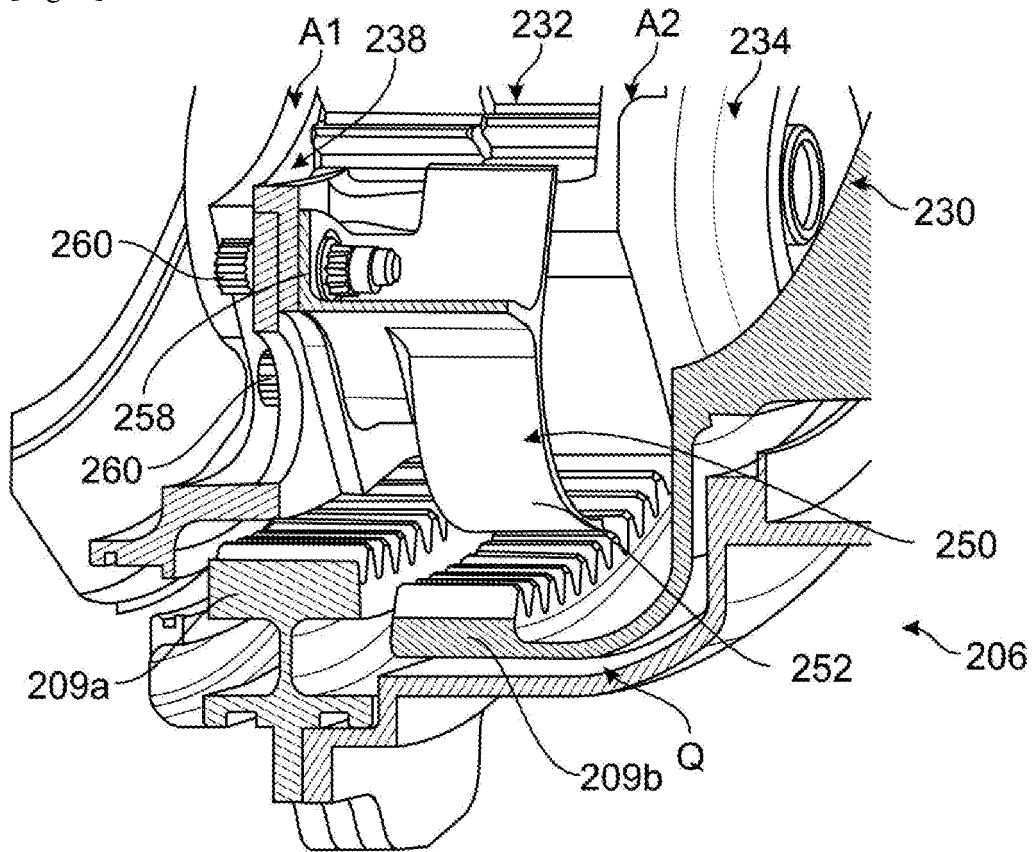
[Fig. 5]



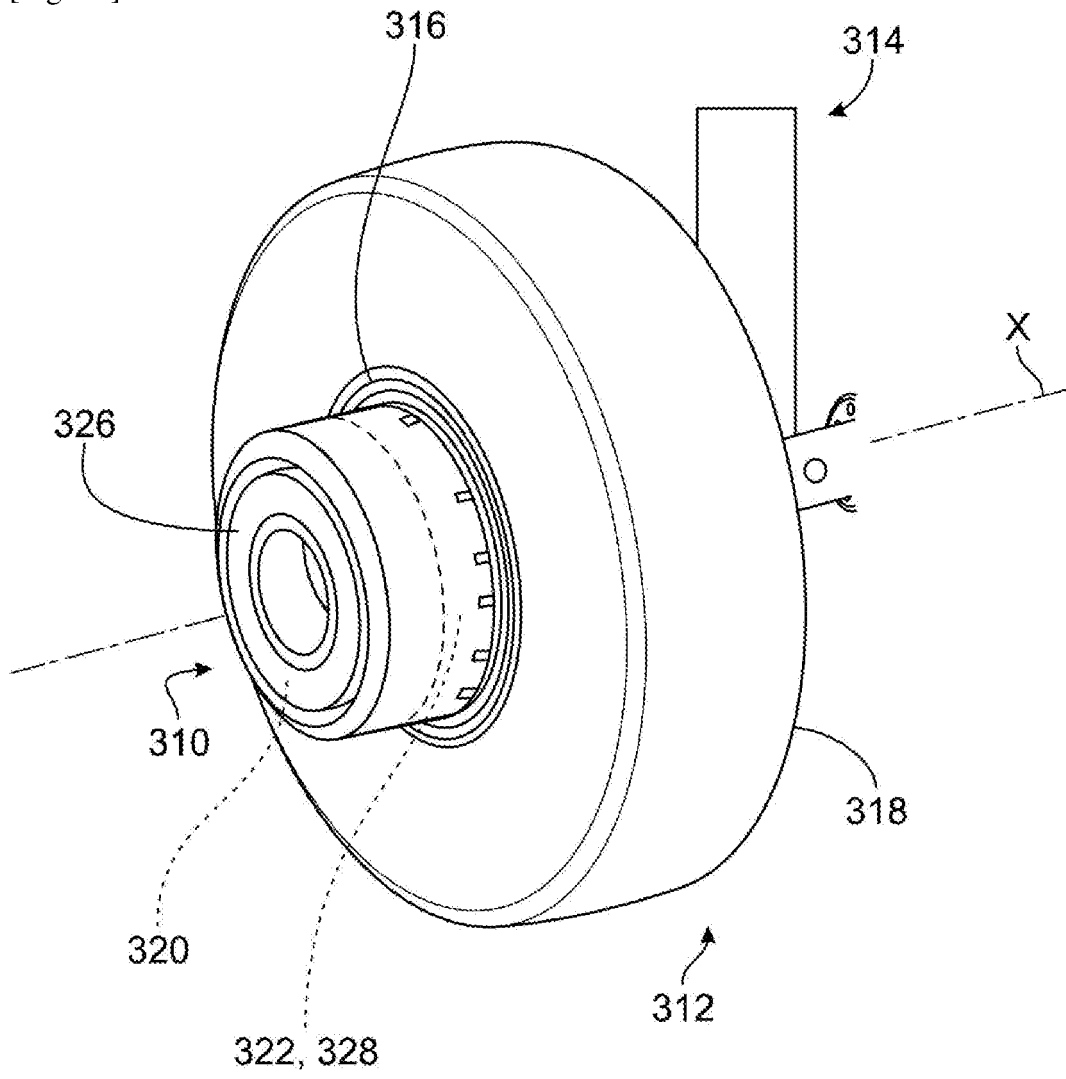
[Fig. 6]



[Fig. 9]



[Fig. 10]



**RAPPORT DE RECHERCHE
PRÉLIMINAIRE**

N° d'enregistrement
national

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

FA 917759
FR 2303454

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
X	US 5 669 844 A (HOMAN AKINORI [JP] ET AL) 23 septembre 1997 (1997-09-23)	1, 4, 5, 9, 11, 13	F02C 7/12 F02C 7/36
A	* colonne 3, ligne 15 - ligne 16; figures 2, 12, 14, 15 * * colonne 6, ligne 32 - ligne 35 * -----	2, 3, 6-8, 10, 12	F16H 57/04
A	US 11 543 019 B2 (NANJING HIGH SPEED GEAR MFG CO LTD [CN]) 3 janvier 2023 (2023-01-03) * figures 1-4 * -----	1-13	
A	US 2010/113205 A1 (LASKO RICK T [US] ET AL) 6 mai 2010 (2010-05-06) * figures 4, 5 * -----	1-13	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)
			F16H F02K B64C F02C
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
21 septembre 2023		Gubovits, János	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS			
X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 2303454 FA 917759**

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche préliminaire visé ci-dessus.
Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du **21-09-2023**
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 5669844	A	23-09-1997	DE 19542424 A1	30-05-1996
			JP 3221476 B2	22-10-2001
			JP H08145151 A	04-06-1996
			US 5669844 A	23-09-1997

US 11543019	B2	03-01-2023	EP 3892891 A1	13-10-2021
			US 2021048098 A1	18-02-2021
			WO 2020114507 A1	11-06-2020

US 2010113205	A1	06-05-2010	AUCUN	
