

12 DEMANDE DE BREVET D'INVENTION A1

22 Date de dépôt : 05.06.23.

30 Priorité :

43 Date de mise à la disposition du public de la
demande : 06.12.24 Bulletin 24/49.

56 Liste des documents cités dans le rapport de
recherche préliminaire : *Ce dernier n'a pas été
établi à la date de publication de la demande.*

60 Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

○ Demande(s) d'extension :

71 Demandeur(s) : GROLLEAU FRANCK — FR.

72 Inventeur(s) : GROLLEAU FRANCK.

73 Titulaire(s) : GROLLEAU FRANCK.

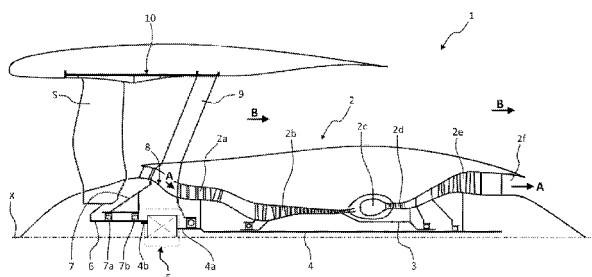
54 **Dispositif(s) d'inversion de poussée pour moteur
d'aéronef de forte puissance ultra-frugaux.**
57 L'invention concerne selon son acceptation la plus gé-

nérale, un dispositif d'inversion de poussée permettant, de manière progressive et réversible, de passer d'un mode de fonctionnement en entraînement direct à un mode de fonctionnement en entraînement en sens inverse, d'un fan en

fonctionnement, entraîné ou non par un réducteur de soufflante, sans inverser le sens de rotation de la turbomachine entraînant ladite soufflante, en permettant ;

Une phase transitoire, de décélération, d'inversion de sens de rotation et de réaccélération en sens inverse de la soufflante, par assujettissement en rotation d'un porte-satellite de réducteur épicycloïdal, via un tambour d'embrayage multidisques mobile. Une transmission de puissance sûr et robuste entre la turbomachine et la soufflante, en dehors de ladite phase transitoire.

Figure pour l'abrégé : Figure 1



Description

Titre de l'invention : Dispositif d'inversion de poussée pour moteur d'aéronef de forte puissance ultra-frugaux

- [0001] La présente invention concerne le domaine des moteurs à turbine à gaz d'aéronef, et en particulier les dispositifs d'inversion de poussée pour turbosoufflante de forte puissance à très haute efficacité.
- [0002] Une turbosoufflante à double flux ou « turbofan » (en langue anglaise), peut être définie globalement comme une turbomachine à gaz, entraînant au moins une soufflante ou « fan » (en langue anglaise) carénée, ou non carénée, d'un module de soufflante. Dans les turbofans modernes un réducteur de vitesse est intercalé entre le fan et la turbomachine pour optimiser leur vitesse de rotation respectives et diminuer la consommation énergétique. Un tel réducteur de vitesse est ici appelé « réducteur de soufflante ».
- [0003] Le carénage, aussi appelé nacelle, que l'on peut schématiquement représenter comme une manche tubulaire entourant le fan, n'est pas obligatoire pour le fonctionnement d'un turbofan, mais il est toutefois largement utilisé sur les aéronefs actuels car il offre de nombreux avantages, comme par exemple, le confinement des aubes de fan et du bruit, ou encore isoler et maximiser le travail propulsif du fan. La nacelle offre en outre un volume permettant l'intégration d'un système d'inversion de poussée, ou « reverse » (en langue anglaise), par déviation des gaz froids, comme par exemple le dispositif décrit dans la publication US 8109467. Ce système conventionnel est utilisé pour améliorer le freinage de l'aéronef lors de l'atterrissage.
- [0004] Cependant, pour une telle turbosoufflante carénée, il est connu que le carénage engendre, par son poids et la traînée qu'il génère en vol, une baisse significative de l'efficacité propulsive du moteur ; cette baisse étant d'autant plus grande sur les turbofans moderne à fort taux de dilution, possédant un grand diamètre de fan.
- [0005] Dans le cas où l'on cherche à maximiser l'efficacité propulsive d'un turbofan, une première solution consiste à envisager une turbosoufflante dite « open-fan », c'est-à-dire un turbofan simple ou à doublet contrarotatif, dépourvu de carénage, tel que décrit par exemple dans la publication US 2011 286842. Cette architecture dépourvue de carénage est la plus frugale, mais outre certains inconvénients majeurs comme la non possibilité de confiner une perte d'aube de fan, cette solution ne permet pas d'intégrer sur le moteur un système d'inversion de poussée conventionnel.
- [0006] Une seconde solution consiste à garder un carénage autour du fan afin de conserver certains des avantages précités, tout en cherchant à réduire autant que possible le poids et le volume dudit carénage pour minimiser son impact négatif sur l'efficacité

propulsive du moteur. Cet objectif peut être atteint avec un carénage très mince, mais un tel carénage mince ne permet pas non plus d'intégrer au moteur ledit système d'inversion de poussée conventionnel qui nécessite un carénage ayant une certaine épaisseur pour pouvoir être logé.

[0007] Afin de remédier à cette problématique, différents systèmes d'inversion de poussée non intégré au carénage ont été proposés dans l'art antérieur. Un premier système appelé « fan à pas variable », comme décrit par exemple dans la publication US 3873235, consistant en la rotation des aubes du fan autour de leur axe longitudinal, permet en modifiant le calage angulaire des aubes, de générer une poussée dans un sens ou dans l'autre. Un tel système d'inversion de poussée est toutefois un mécanisme complexe qui impacte la fiabilité et complique la maintenance du moteur. De plus, dans le cas où un carénage mince est souhaité, un jeu de fonctionnement élevé entre l'extrémité des aubes de fan et le carénage est nécessaire, ce qui impacte fortement l'efficacité propulsive lors des autres phases de vol et rend cette solution non optimale.

[0008] Un second système a été proposé dans l'art antérieur pour créer une poussée inversée sans carénage. Ce système consistant à inverser le sens de rotation du fan, tel que décrit par exemple dans les publications EP 0940560 ou encore EP 2955359, permet, outre une meilleure efficacité par rapport audit système conventionnel, que le jeu de fonctionnement entre les aubes de fan et le carénage reste optimal, dans le cas où un carénage mince est souhaité. Cependant, pour diverses raisons connues de l'homme du métier, dans une telle application de moteur d'aéronef de forte puissance, il n'est pas envisageable d'inverser le sens de rotation du moteur pour inverser le sens de rotation du fan en fonctionnement.

Pour réaliser un tel système d'inversion de poussée, il est nécessaire de recourir à un dispositif permettant, de manière réversible et durable, de passer en toute sécurité et en un temps suffisamment court, du fonctionnement en sens normal du fan à un fonctionnement en sens inversé, tout en garantissant une transmission de puissance sûre et robuste entre la turbomachine et le fan, notamment pendant les phases de vol.

[0009] Les systèmes précités de l'art antérieur proposent à l'aide d'embrayage et de mécanisme à engrenages, tel qu'un réducteur épicycloïdal par exemple, d'inverser le sens de rotation du fan en fonctionnement, sans nécessiter d'inverser la rotation de la turbomachine. Cependant, lesdits systèmes utilisent un ou plusieurs réducteur de vitesse combinés, qui modifient la vitesse de rotation du fan dans les deux sens de fonctionnement, ce qui n'est pas optimal si l'on souhaite disposer d'une transmission de puissance directe et non modifiée entre la turbomachine et le fan, c'est-à-dire conservant un sens et une vitesse de rotation identique.

Comme dans le cas, par exemple, où l'on souhaite contourner ou « shunter » le dispositif d'inversion de sens du fan, nécessaire uniquement à l'atterrissage, pour maximiser la fiabilité de la transmission pendant le vol.

[0010] La publication FR 3114622 propose une approche similaire aux brevets précités tout en permettant un entraînement direct entre la turbomachine et le fan. Toutefois, ce dispositif n'est ni optimal, ni envisageable pour l'application visée par la présente demande, car ;

[0011] D'une part, outre une solution entraînant des vitesses de glissement et des couples de friction dépassant très largement les capacités des meilleurs matériaux ; et outre un fonctionnement non réaliste ne tenant pas compte des jeux importants liés à l'usure inévitable et importante des surfaces de friction ;

Une telle transmission par embrayage entre une turbomachine et un fan d'aéronef, tel que divulguée dans la publication FR 3114622, n'est pas envisageable pour une telle application de turbofan de forte puissance.

[0012] D'autre part, le moyeu du fan et le compresseur basse pression de la turbomachine étant fusionnés avec la solution de la divulgation FR 3114622, ne permet pas d'intercaler un réducteur de soufflante permettant d'optimiser leur vitesse de rotation respectives et diminuer la consommation énergétique du moteur, ce qui est entre autres recherché par la présente demande ;

[0013] Les performances énergétiques et la fiabilité des moteurs d'avions commerciaux ayant un besoin constant d'améliorations, l'objectif de l'invention est de proposer un dispositif réaliste et durable d'inversion de poussée par inversion du sens de rotation d'une soufflante de turbofan en fonctionnement, sans inversion du sens de rotation de la turbomachine, permettant pendant les phases de vol, une transmission sûre et robuste de la puissance d'une turbomachine, à une soufflante ou à un réducteur de soufflante.

[0014] DESCRIPTION DES FIGURES

Sur ces dessins :

[Fig.1] est une vue schématique générale en demie coupe longitudinale d'un premier exemple d'architecture d'un turbofan double flux incorporant un inverseur de fan selon l'invention

[Fig.2] est une vue schématique générale en demie coupe longitudinale d'un second exemple d'architecture d'un turbofan double flux comportant un réducteur de soufflante et incorporant un inverseur de fan selon l'invention

[Fig.3] est une vue schématique selon les figures 1 et 2, en demie coupe longitudinale d'un premier mode de réalisation simplifié d'un inverseur de fan selon l'invention, selon un premier mode de fonctionnement en entraînement direct

[Fig.4] est une vue selon la [Fig.3], selon un second mode de fonctionnement en entraînement inversé

[Fig.5] est une vue schématique selon les figures 1 et 2, en demie coupe longitudinale d'un second mode de réalisation amélioré d'un inverseur de fan selon l'invention, selon un premier mode de fonctionnement en entraînement direct

[Fig.6] est une vue selon la [Fig.5], selon un troisième mode de fonctionnement intermédiaire

[Fig.7] est une vue selon la [Fig.5], selon un second mode de fonctionnement en entraînement inversé

- [0015] Pour ce faire, l'invention concerne selon son acceptation la plus générale, un dispositif d'inversion de poussée permettant, de manière progressive et réversible, de passer d'un mode de fonctionnement en entraînement direct à un mode de fonctionnement en entraînement en sens inverse, d'un fan en fonctionnement, entraîné ou non par un réducteur de soufflante, sans inverser le sens de rotation de la turbomachine entraînant ledit fan, en permettant ;
- Une phase transitoire, de décélération, d'inversion de sens de rotation et de réaccélération en sens inverse du fan, par assujettissement en rotation d'un porte-satellite de réducteur épicycloïdal, via un tambour d'embrayage multidisques mobile.
 - Une transmission de puissance sûr et robuste entre la turbomachine et le fan, en dehors de ladite phase transitoire.

- [0016] Les figures 1 et 2 représentent deux exemples non limitatifs d'un turbofan 1 à double flux (A ;B), équipé ici, d'un carénage 10, et comportant un inverseur 5 tel que décrit dans la présente invention.

La [Fig.1] représente un premier exemple de turbofan 1 comportant un unique fan S sans réducteur de soufflante et la [Fig.2] représente un deuxième exemple de turbofan 1 comportant un doublet de fans contrarotatifs S;S' entraînés par un réducteur de soufflante 11.

- [0017] Ledit turbofan 1 comprenant d'amont en aval, dans le sens d'écoulement des flux, au moins un fan S, de manière optionnel mais préférentiellement, un réducteur de soufflante 11, un inverseur 5 et une turbomachine 2 comportant, un compresseur basse pression 2a, un compresseur haute pression 2b, une chambre de combustion 2c, une turbine haute pression 2d, une turbine basse pression 2e et une tuyère d'échappement 2f. Le compresseur haute pression 2b et la turbine haute pression 2d sont reliés par un arbre haute pression 3. Le compresseur basse pression 2a et la turbine basse pression 2e sont reliés par un arbre basse pression 4.

- [0018] Le au moins un fan S est entraîné en rotation par un arbre fan 6 relié à l'arbre basse pression 4 de la turbomachine 2 au moyen d'un inverseur 5 à arbres 4a;4b coaxiaux selon l'invention. De manière optionnel un réducteur de soufflante 11 à arbres coaxiaux peut être intercalé, préférentiellement en amont dudit inverseur 5, afin d'une

part optimiser la vitesse de rotation entre le au moins un fan S et la turbomachine 2, et d'autre part réduire l'inertie du module de soufflante « vu » par l'inverseur 5. Le au moins un fan S, qui dans l'exemple de la [Fig.2] est un doublet contrarotatif S;S', est dans ce cas entraîné en rotation par un réducteur de soufflante 11 relié à l'arbre basse pression 4 de la turbomachine 2 au moyen d'un inverseur 5 à arbres 4a;4b coaxiaux selon l'invention.

- [0019] Les axes de l'arbre haute pression 3, de l'arbre basse pression 4, de l'inverseur 5, optionnellement du réducteur de soufflante 11 et de l'arbre fan 6 sont sensiblement confondu avec l'axe de rotation X du turbofan 1.
- [0020] L'inverseur 5 est positionné dans la partie avant du turbofan 1. Un boîtier de roulement 7 est rattaché à un carter 8 entourant l'inverseur 5. Le carter 8, assimilable à un élément du stator du turbofan 1 est rattaché au bâti fixe du turbofan 1. Optionnellement, un carénage de fan 10 est rattaché au bâti fixe du turbofan 1 par exemple, par l'intermédiaire d'une pluralité de rayons profilés 9.
- [0021] L'inverseur 5 se compose globalement de deux sous-ensemble distinct ; un premier sous-ensemble assimilable à un réducteur de vitesse de type épicycloïdal, d'axe X, bien connu de l'homme du métier, et un second sous-ensemble correspondant à un tambour d'embrayage, d'axe X, mobile en translation.
- Lesdits sous-ensembles étant agencés entre eux et opérant de la manière suivante ;
- [0022] Comme schématisé sur les figures 3 et 4,
- Dans un premier mode de réalisation simplifié de l'invention, tel un engrenage intérieur de réducteur épicycloïdal, un premier engrenage denté 40 ici appelé « sun », d'axe de rotation X et monté rotatif par rapport au bâti fixe de la turbomachine 2, comporte une couronne dentée 40a, s'étendant longitudinalement selon X, en prise maillée et coopérant avec une pluralité de satellite 30 équirépartis autour de l'axe X. Chacun desdits satellite 30 est monté rotatif autour d'un tourillon 52, d'axe longitudinal parallèle à X et radialement espacé de celui-ci, lesdits tourillon 52 étant rattachés, tel un porte-satellites de réducteur épicycloïdal, à une paroi annulaire 50, ici appelé « carrier », s'étendant radialement autour de X, et ledit carrier 50 étant monté rotatif autour de X, sur au moins un roulement 73, relié au châssis 90 de l'inverseur 5.
- [0023] En amont de l'inverseur 5, tel un engrenage extérieur de réducteur épicycloïdal, un second engrenage dentée 60, ici appelée « ring », d'axe de rotation X, coaxial au sun 40 et monté rotatif par rapport au bâti fixe de la turbomachine 2, comporte une couronne dentée 60a s'étendant longitudinalement selon X, englobant la pluralité de satellites 30, en étant en prise maillée et en coopérant avec chacun desdits satellites 30.
- [0024] Dans le présent mode de réalisation simplifié de l'invention, le sun 40, la pluralité de satellite 30, le carrier 50, et le ring 60 sont fixes en translation, et ce comportent ensemble comme un réducteur épicycloïdal bien connu.

- [0025] Le sun 40 comporte en outre une couronne cannelée 40b, d'axe X et s'étendant longitudinalement à celui-ci, radialement plus petite que la couronne dentée 40a et coaxiale à cette dernière, coopérant en rotation avec une pluralité de disque de friction 22 libre en translation sur X, de manière à entraîner ces derniers, autour de l'axe X, à une même vitesse et dans un même sens de rotation que le sun 40.
- [0026] Le sun 40 comporte en outre une paroi annulaire 40d, s'étendant radialement autour de l'axe X, rattachant ensemble la couronne dentée 40a, la couronne cannelée 40b et une surface annulaire de friction 40c, d'axe X, cette dernière étant coaxialement agencée entre la couronne dentée 40a et la couronne cannelée 40b, pour être en vis-à-vis de la pluralité de disque de friction 22.
- [0027] En aval de l'inverseur 5, un châssis 90 rattaché au bâti fixe de la turbomachine 2 par l'intermédiaire du carter 8, comporte une couronne cannelée 90a, d'axe X, s'étendant longitudinalement à celui-ci, et coopérant en rotation avec une pluralité de disque de friction 24 libre en translation sur X.
- Le châssis 90 comporte en outre une surface annulaire de friction 90c agencée avec la couronne cannelée 90a de manière sensiblement symétriques, par rapport à une paroi annulaire 20e d'un tambour cylindrique 20, respectivement auxdites surface annulaire de friction 40c et couronne cannelée 40b du sun 40. Une paroi annulaire 90b, du châssis 90, s'étendant radialement autour de l'axe X, rattache ensemble la couronne cannelée 90a et la surface annulaire de friction 90c.
- [0028] Un tambour cylindrique 20, d'axe de rotation X et s'étendant longitudinalement suivant X, est monté rotatif sur au moins un roulement 72 et est mobile en translation dans la direction de l'axe X.
- Le tambour 20 comporte en outre une paroi annulaire 20e, située longitudinalement sensiblement au milieu du tambour cylindrique 20, s'étendant radialement, autour de l'axe X, de l'extérieur vers l'intérieur du tambour cylindrique 20. L'extrémité intérieure de ladite paroi annulaire 20e, proximal à l'axe X, supportant deux surface annulaire de friction 20c;20d, coaxiales à la paroi annulaire 20e, symétrique l'une de l'autre par rapport à cette dernière, et radialement agencées pour être en vis-à-vis desdites pluralité de disque de friction 22 et 24.
- [0029] Lesdites surfaces annulaire de friction 40c, 20d, 20c et 90c, diamétralement sensiblement identiques audits disque de friction 22 et 24, sont agencées longitudinalement de manière que ladite pluralité de disque de friction 22 se situe entre lesdites surface annulaire de friction 40c du sun 40 et 20d du tambour cylindrique 20 ; et que ladite pluralité de disque de friction 24 se situe entre lesdites surface annulaire de friction 90c du châssis 90 et 20c du tambour cylindrique 20.
- [0030] Le tambour cylindrique 20 comporte en outre deux couronnes cannelées intérieure 20a;20b, d'axe X et s'étendant longitudinalement suivant X, sensiblement symétrique

l'une de l'autre par rapport à la paroi annulaire 20e, et rattachées à cette dernière, chacune coopérant en rotation avec une pluralité de disque de friction libre en translation sur X, respectivement 23 et 21, afin d'entraîner ces derniers autour de l'axe X, à une même vitesse et dans un même sens de rotation que le tambour cylindrique 20.

[0031] Lesdites couronnes cannelées intérieure 20a;20b, du tambour cylindrique 20, étant radialement plus grande que lesdites couronne cannelée 40b;90a, respectivement du sun 40 et du châssis 90, entourent ou englobe lesdites pluralité de disque de friction 21, 22, 23 et 24, en outre agencées entre-elles, pour former deux ensembles distinct d'embrayage. Un premier embrayage amont constitué par la pluralité de disques de friction 21 intercalées les uns après les autres avec la pluralité de disque de friction 22, et un second embrayage aval constitué par la pluralité de disques de friction 23 intercalées les uns après les autres avec la pluralité de disque de friction 24.

Ledit tambour cylindrique 20 et lesdites pluralité de disque de friction 21;22;23;24, formant ainsi ledit second sous-ensemble tambour d'embrayage.

[0032] Le tambour cylindrique 20 ayant la possibilité de translater suivant l'axe X, est piloté ou déplacé dans sa position longitudinale par rapport au châssis 90 fixe, par un vérin 70, préférentiellement, mais non limitativement, de type vérin annulaire hydraulique. La vitesse de rotation du tambour cylindrique 20 pouvant évoluer entre une vitesse nulle et une vitesse égale à celle du sun 40, ledit vérin 70, rattaché au châssis 90 fixe, pilote le tambour cylindrique 20 par l'intermédiaire d'au moins un roulement 72.

[0033] De ce fait, lorsque le vérin 70 exerce une force dans la direction (D), celui-ci, par le biais du roulement 72, déplace suivant X, le tambour cylindrique 20. La surface annulaire de friction 20d rattachée au tambour cylindrique 20 par la paroi annulaire 20e, comprime alors ledit premier embrayage amont sur la surface annulaire de friction 40c, tournant avec le sun 40.

De manière symétrique, lorsque le vérin 70 exerce une force dans la direction (R), opposée à la direction (D), la surface annulaire de friction 20c rattachée au tambour cylindrique 20 par la paroi annulaire 20e, comprime ledit second embrayage aval sur la surface annulaire de friction 90c, du châssis 90, fixe.

[0034] Enfin, le tambour cylindrique 20 comporte en outre une couronne cannelée extérieure 20f, d'axe X et s'étendant longitudinalement suivant X, coopérant en rotation avec une couronne cannelée 50a du carrier 50, permettant au tambour cylindrique 20, mobile en translation suivant X, de pouvoir entraîner autour de l'axe X, dans un même sens et à une même vitesse de rotation, le carrier 50 rotatif, et fixe en translation.

[0035] En se référant à la [Fig.3],

En aval de l'inverseur 5, l'arbre 4a de l'inverseur 5 est relié à l'arbre basse pression 4 par exemple par l'intermédiaire de cannelures. Ainsi, l'arbre basse pression 4, entraîne

en rotation et transmet la puissance motrice de la turbomachine 2 à l'arbre 4a, monté rotatif.

L'arbre 4a, couplé en rotation au sun 40, entraîne en rotation ce dernier dans un sens S1, autour de l'axe X, ainsi que la couronne dentée 40a, la couronne cannelée 40b et la surface annulaire de friction 40c lui étant rattaché.

[0036] Dans un premier mode de fonctionnement en entraînement direct du dispositif selon l'invention, correspondant au sens normal de déplacement de l'aéronef ;

Comme décrit précédemment, le vérin 70 exerce une force dans la direction (D) pour comprimer le premier embrayage amont de disque de friction 21;22 entre les surfaces annulaire de friction 20d et 40c.

[0037] La compression dudit embrayage amont génère alors un couple de friction couplant progressivement en rotation la pluralité de disque 21 et 22, et donc lesdites couronnes cannelées 40b et 20b coopérant en rotation avec ces derniers, jusqu'à tourner ensemble, dans un même sens et à une même vitesse de rotation, autour de l'axe X.

Ledit embrayage aval, non comprimé, est ici libre et non couplé.

La couronne cannelée 20b du tambour cylindrique 20, se couplant progressivement à la couronne cannelée 40b du sun 40, entraîne dans un même sens S1 et jusqu'à une même vitesse de rotation que le sun 40, le tambour cylindrique 20 et le carter 50 coopérant en rotation avec ce dernier.

[0038] Pendant la phase transitoire de couplage de l'embrayage amont, la pluralité de satellites 30, à la fois en prise maillée et coopérant avec le sun 40 et à la fois montés rotatif sur lesdits tourillons 52, rattachés au carter 50, adaptent leur vitesse de rotation relative en tournant autour de leur tourillon 52 respectifs, jusqu'à finir, lorsque le carter 50 est synchronisé avec la vitesse de rotation du sun 40, par ne plus tourner sur eux-mêmes et à uniquement tourner, autour de l'axe X, avec le sun 40, le carter 50 et le tambour cylindrique 20, comme d'une seule pièce. Ladite pluralité de satellites 30 coopérant en outre avec le ring 60, entraîne donc ce dernier progressivement dans un même sens S1 et jusqu'à une même vitesse de rotation que le sun 40.

[0039] Dans ce mode de fonctionnement en entraînement direct du dispositif selon la présente invention, après une phase transitoire de couplage d'embrayage, le sun 40 et le ring 60 tournent tout les deux dans un même sens S1 et à une même vitesse de rotation.

L'inverseur 5 se comporte ici comme un couplage direct par embrayage à friction, permettant à l'arbre 4b, rattaché au ring 60, d'être directement entraîné par l'arbre 4a couplé à la turbomachine 2, à une même vitesse et dans un même sens de rotation S1.

[0040] En se référant à la [Fig.4],

Dans un second mode de fonctionnement en entraînement inversé du dispositif selon l'invention, correspondant au sens reverse pour freiner l'aéronef ;

Le vérin 70 exerce une force dans la direction (R) pour comprimer le second embrayage aval de disque de friction 23;24, entre les surfaces annulaire de friction 20c et 90c.

La compression dudit embrayage aval génère un couple de friction couplant progressivement en rotation la pluralité de disque 23 et 24, et donc lesdites couronnes cannelées 20a et 90a coopérant en rotation avec ces derniers.

[0041] La couronne cannelée 20a du tambour cylindrique 20, se couplant progressivement à la couronne cannelée 90a, du châssis 90, fixe, immobilise progressivement en rotation le tambour cylindrique 20 et le carrier 50 coopérant en rotation avec ce dernier. Ledit embrayage amont, non comprimé, est ici libre et non couplé, la pluralité de disque de friction 22 tournant librement, entraînée par la turbomachine 2 entraînant le sun 40, dans un sens de rotation S1.

[0042] De manière symétrique au premier mode de fonctionnement précédemment décrit, pendant la phase transitoire de couplage de l'embrayage aval, ladite pluralité de satellites 30, à la fois en prise maillée et coopérant avec le sun 40 et à la fois montés rotatif sur lesdits tourillons 52, rattachés au carrier 50, adaptent leur vitesse de rotation relative en tournant autour de leur tourillon 52 respectifs, jusqu'à finir, lorsque le carrier 50 est synchronisés avec la couronne cannelée 90a, c'est-à-dire est immobilisé en rotation, par ne tourner que sur eux-mêmes, autour de leur tourillon 52 respectifs, pareillement à un réducteur épicycloïdal à porte-satellite fixe, bien connu, où le ring et le sun tournent en sens contraires.

De ce fait, ladite pluralité de satellites 30, en prise maillée avec le ring 60, entraîne donc ce dernier progressivement jusqu'à un sens S2, inversé par rapport au sens S1 de la turbomachine 2, avec une vitesse de rotation différente de celle-ci.

[0043] Dans ce mode de fonctionnement en entraînement inversé du dispositif selon la présente invention, après une phase transitoire de couplage d'embrayage, le sun 40 et le ring 60 tournent dans des sens de rotation S1;S2 opposés et à des vitesses de rotation différentes.

L'inverseur 5 se comporte ici comme un réducteur épicycloïdal de type planétaire ayant le porte-satellite immobilisé en rotation par un embrayage à friction, permettant à l'arbre 4b, rattaché au ring 60, d'être entraîné par l'arbre 4a couplé à la turbomachine 2, à une vitesse différente et dans un sens de rotation S2, opposé à S1.

[0044] Dans le but de satisfaire les objectifs de la présente demande et permettre une transmission de puissance sûr et robuste entre la turbomachine 2 et le au moins un fan S du turbofan 1, en dehors desdites phase transitoire de couplage d'embrayage ;

[0045] En ce référant aux figures 5, 6 et 7 ;

Dans un second mode de réalisation amélioré de l'invention, le carrier 50, comporte des couronnes dentées ou cannelées 50b;50c, d'axe X, radialement espacées l'une de

l'autre et s'étendant longitudinalement suivant X, coaxiales à la couronne dentée 50a, rattachées au carrier 50 et radialement agencées en vis-à-vis desdites couronne dentée, respectivement, 60a du ring 60 et 40a du sun 40, de manière à pouvoir être en prise maillée et coopérer en rotation avec ces dernières.

[0046] En outre, dans ce mode de réalisation amélioré, le carrier 50, est mobile en translation sur X, et est pilotable ou déplaçable dans sa position longitudinale par rapport au châssis 90 fixe, par un vérin trois-positions 71, préférentiellement, mais non limitativement, de type vérin annulaire hydraulique. Ledit vérin trois-positions 71, rattaché au châssis 90 fixe, pilote le carrier 50 par l'intermédiaire d'au moins un roulement 73.

Enfin, le châssis 90 comporte une couronne dentée 90d, d'axe X et s'étendant longitudinalement suivant X, coaxiales et plus grande que la couronne dentée 90a, rattachées au châssis 90 et radialement agencées en vis-à-vis de la couronne dentée 50b du carrier 50, de manière à pouvoir être en prise maillée et coopérer en rotation avec cette dernière.

[0047] Suivant la [Fig.5], dans ledit premier mode de fonctionnement en entraînement direct, après ladite phase transitoire de couplage d'embrayage, le sun 40, le carrier 50 et le ring 60 tournant dans un même sens S1 et à une même vitesse de rotation, le carrier 50, est piloté ou déplacé par le vérin trois-positions 71, dans une première position 71a, pour enclencher en prise maillée et coupler ainsi en rotation, à la fois, la couronne dentée 40a du sun 40 avec la couronne dentée 50c du carrier 50 et la couronne dentée 60a du ring 60 avec la couronne dentée 50b du carrier 50.

[0048] Dans ce mode de fonctionnement en entraînement direct selon le présent mode de réalisation de l'invention, la puissance transmise à l'arbre 4a par la turbomachine 2, est donc directement transmise du sun 40 au ring 60, en passant par les deux couronnes dentées 50b;50c du carrier 50, sans passer ni par les mailles de la pluralité de satellites 30, ni par les disques de friction 21;22 dudit embrayage amont, assurant ainsi une transmission sûre et robuste entre la turbomachine 2 et le au moins un fan S du turbofan 1.

[0049] Suivant la [Fig.7], dans ledit second mode de fonctionnement en entraînement inversé, après ladite phase transitoire de couplage d'embrayage, le sun 40 et le ring 60 tournant dans des sens de rotation S1;S2 opposés, à des vitesses de rotation différentes, et le carrier 50 étant immobilisé en rotation par rapport au châssis 90, fixe. Le carrier 50, est piloté ou déplacé par le vérin trois-positions 71, dans une troisième position 71c, pour enclencher en prise maillée et coupler ainsi en rotation, la couronne dentée 50b du carrier 50 avec la couronne dentée 90d du châssis 90.

[0050] Dans ce mode de fonctionnement en entraînement inversé selon le présent mode de réalisation de l'invention, le carrier 50 est ainsi immobilisé en rotation directement

avec le châssis 90, sans passer par les disques de friction dudit embrayage aval, afin de permettre une transmission sûre et robuste entre la turbomachine 2 et le au moins un fan S du turbofan 1, tournant en sens inversé.

[0051] Suivant la [Fig.6], est représenté un troisième mode de fonctionnement intermédiaire, où, avant le pilotage du vérin 70, le carrier 50 est piloté ou déplacé sur une seconde position 71b du vérin trois-positions 71 afin de désenclencher les prise maillées 50b;50c du carrier 50, entre ledit premier mode de fonctionnement direct et ledit second mode de fonctionnement inversé du présent mode de réalisation, en attendant la fin, c'est-à-dire la synchronisation, desdites phase transitoire de couplage d'embrayage dudit embrayage amont ou dudit embrayage aval, avant d'être piloté à nouveau vers une position 71a ou 71c.

[0052] L'inverseur 5 tel que décrit dans la présente invention permet donc d'une part ;
Un mode de fonctionnement en entraînement direct où la turbomachine 2 entraîne l'arbre 4b de l'inverseur 5, à une même vitesse et dans un même sens de rotation S1, et un mode de fonctionnement en entraînement inversé où la turbomachine 2 entraîne l'arbre 4b de l'inverseur 5, dans un sens de rotation S2, opposé à S1 ;
Permet d'autre part, à travers à un tambour d'embrayage mobile à deux positions (D;R), que le sens de rotation de l'arbre 4b de l'inverseur 5, passe lors desdites phase transitoire de couplage d'embrayage, d'un sens de rotation S1 à un sens inversé S2 de manière progressive et réversible ;
Et permet enfin, en dehors des phases transitoire d'embrayage, une transmission sûre et robuste de la puissance, entre les arbre 4a et 4b de l'inverseur 5.

[0053] Outre un gain significatif de poids et de trainée procuré par le remplacement, par la présente invention, des inverseurs de poussée conventionnel par déviation des gaz froid, un autre avantage du présent dispositif est une plus grande efficacité de l'inversion de poussée de l'aéronef, réalisée ici directement par la soufflante elle-même.

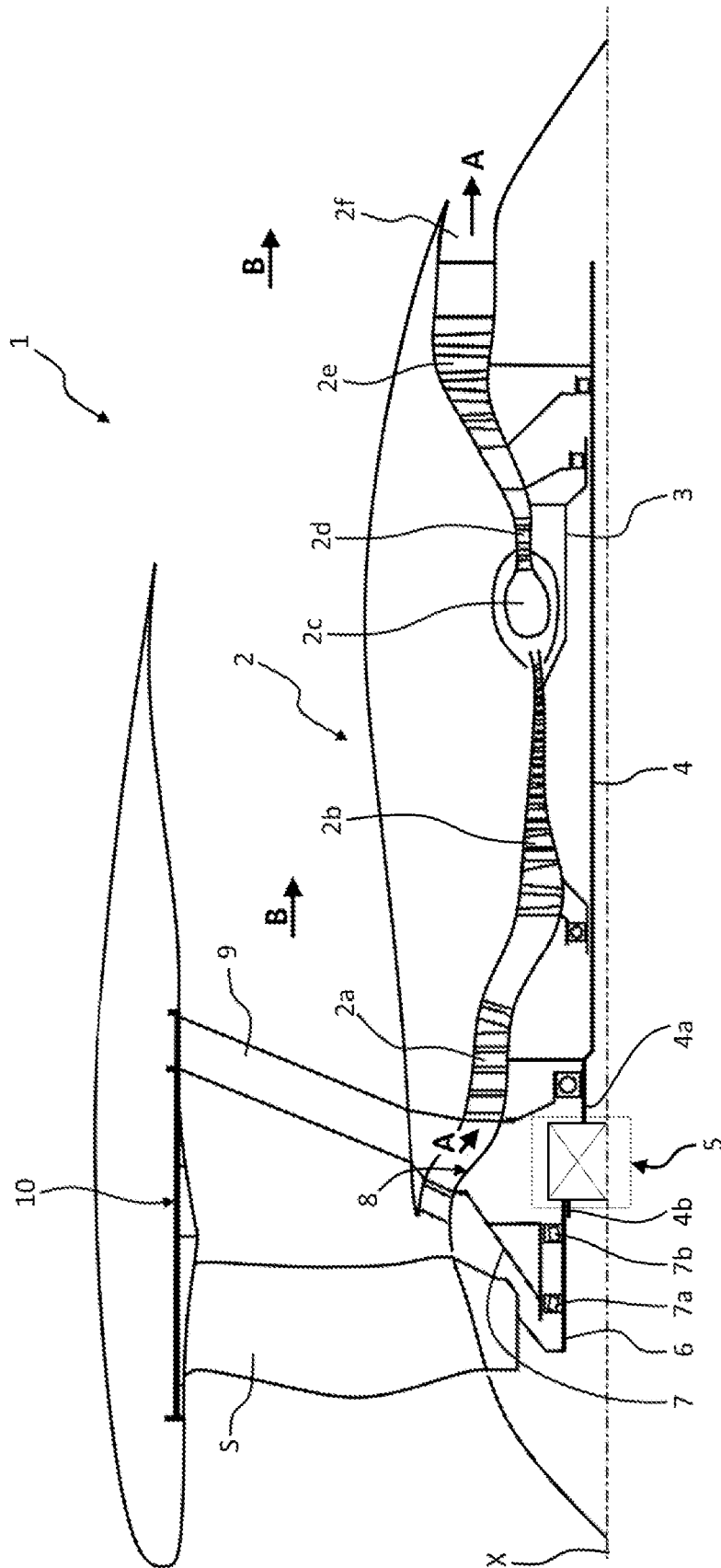
[0054] De plus, un tel dispositif d'inverseur de poussée à tambour d'embrayage mobile tel que décrit dans la présente invention, capable d'entraîner indifféremment, soit un fan directement, soit un réducteur de soufflante, permet un nombre de disques de friction élevés, de faible diamètre, compatible avec la puissance, les délais de réaction et les haute vitesses de rotation de l'application visée, tout en dissociant les mailles d'engrenages fortement sollicitées de l'inverseur, de la prise en compte réaliste des jeux important engendré par l'usure des disques de friction sur une durée raisonnable d'exploitation d'une telle turbosoufflante d'aéronef.

Revendications

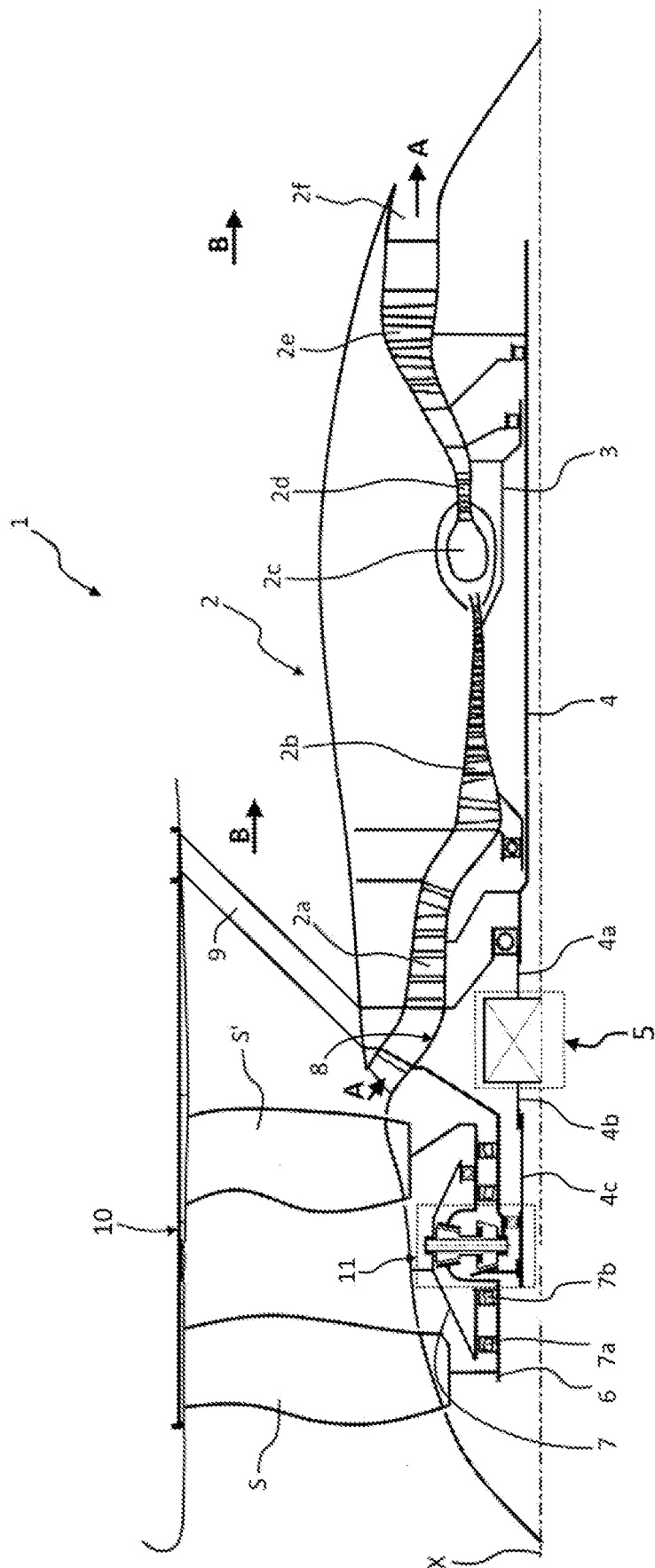
[Revendication 1]

Néant

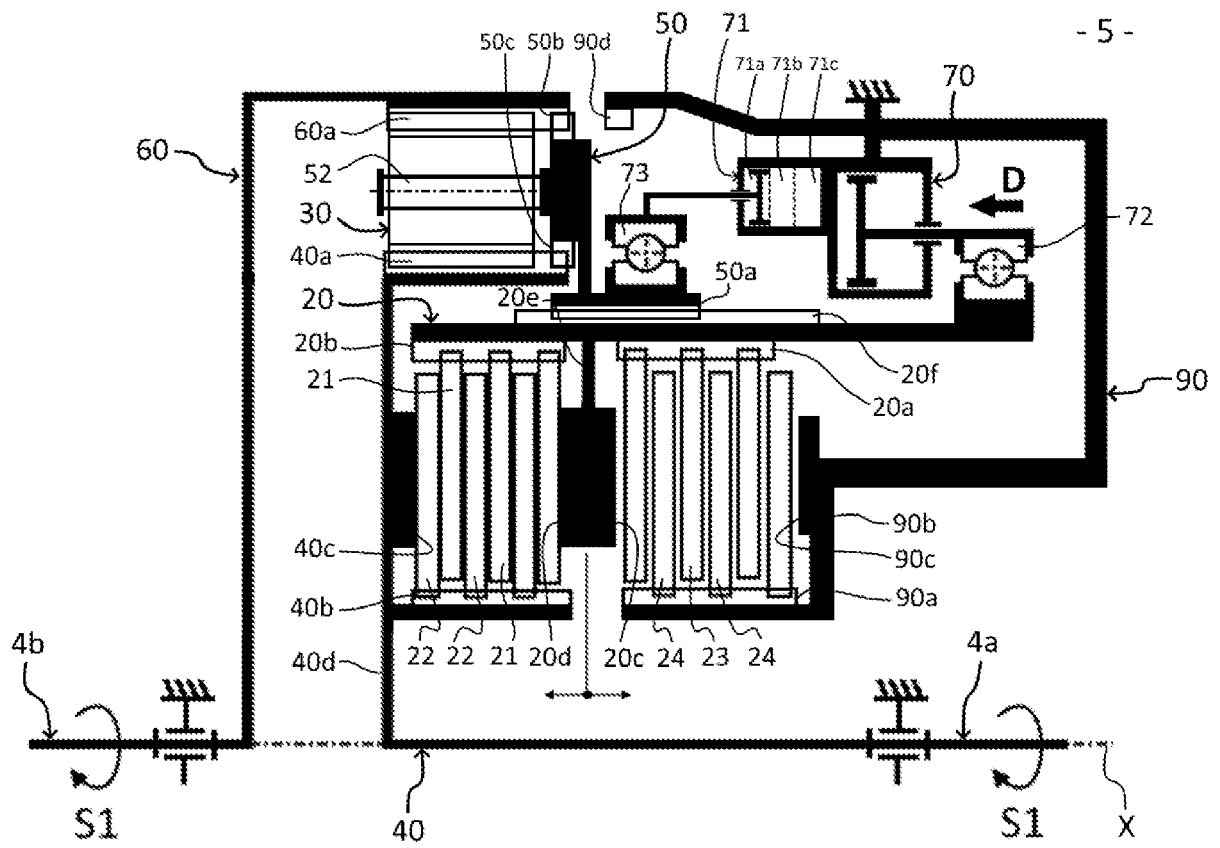
[Fig. 1]



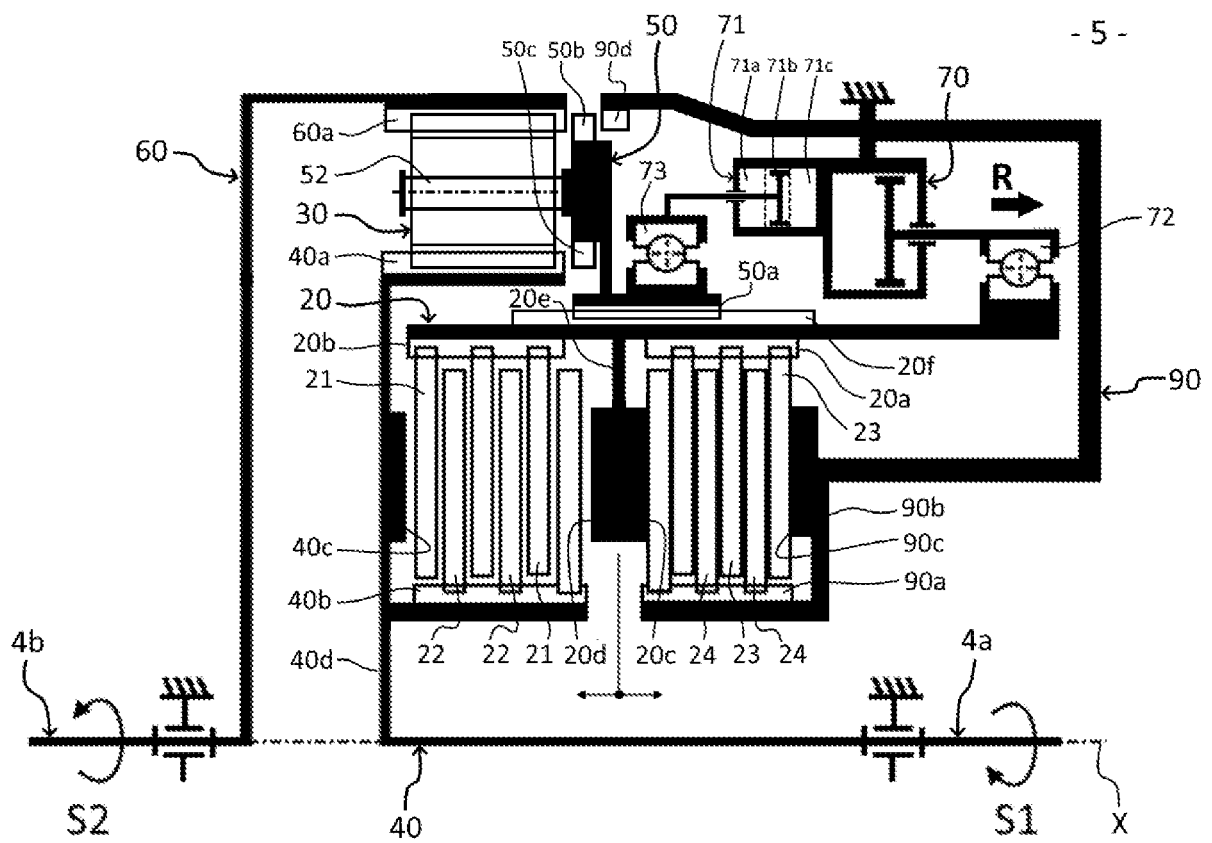
[Fig. 2]



[Fig. 5]



[Fig. 6]



[Fig. 7]

