

①⑨ RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
COURBEVOIE

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

3 042 007

②① N° d'enregistrement national : **15 59444**

⑤① Int Cl⁸ : **F 16 H 1/20** (2017.01), F 16 H 1/12, 3/02, F 02 B 61/
06, B 64 D 35/00

⑫ **DEMANDE DE BREVET D'INVENTION**

A1

②② Date de dépôt : 05.10.15.

③⑦ Priorité :

④③ Date de mise à la disposition du public de la
demande : 07.04.17 Bulletin 17/14.

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

⑥⑦ Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

○ Demande(s) d'extension :

⑦① Demandeur(s) : *SNECMA Société anonyme* — FR.

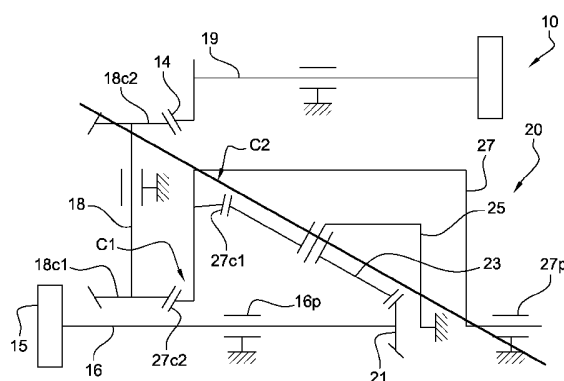
⑦② Inventeur(s) : *CURLIER AUGUSTIN, MARC,
MICHEL.*

⑦③ Titulaire(s) : *SNECMA Société anonyme.*

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

⑤④ **TURBO MOTEUR A SOUFFLANTES DEPORTEES ET REDUCTION DE VITESSE SUR L'ARBRE DE LA
TURBINE DE PUISSANCE.**

⑤⑦ La présente invention porte sur un ensemble de propulsion d'un aéronef comprenant une turbine (15), au moins une soufflante (10) d'axe décalé par rapport à l'axe de la turbine et un mécanisme de transmission de puissance entre la turbine et la soufflante, caractérisé par le fait que le mécanisme de transmission de puissance comprend un réducteur de vitesse (20) avec une entrée et une sortie de mouvement, l'entrée étant dans le prolongement de l'axe (16) de la turbine et la sortie reliée à la soufflante..



FR 3 042 007 - A1



Turbo moteur à soufflantes déportées et réduction de vitesse sur l'arbre de la turbine de puissance

Domaine de l'invention

La présente invention concerne le domaine aéronautique et porte sur un ensemble propulsif comportant au moins deux soufflantes entraînées par un même moteur. Elle vise plus particulièrement un système de transfert de puissance entre le moteur et les soufflantes qu'il entraîne.

Etat de l'art

Le présent déposant a entrepris des travaux portant sur une architecture d'ensemble propulsif à deux soufflantes distribuées. Ceux ci ont pour objectifs de rechercher une optimisation du rendement propulsif grâce à un fort taux de dilution, tout en conservant une garde au sol acceptable et des soufflantes de taille réduite ayant un régime différent de celui de la turbine.

Un schéma de principe d'un tel ensemble 1 est représenté sur les figures 1 et 2. Un générateur de gaz 3, comprend de façon classique un ensemble de compression alimentant en air une chambre de combustion annulaire ; les gaz issus de la chambre entraînent une ou plusieurs turbines reliées mécaniquement au compresseur et ici une turbine de puissance 5. Cette dernière est solidaire d'un arbre de puissance 6 coaxial au générateur de gaz 3. Cet arbre de puissance 6 entraîne par le biais d'engrenages coniques appropriés deux arbres radiaux intermédiaires 8 et 8' disposés en particulier à angle droit par rapport à l'axe de l'arbre de puissance 6. Les arbres radiaux intermédiaires entraînent chacun un arbre de soufflante 9, 9' déporté, c'est-à-dire d'axe décalé par rapport à l'axe du générateur de gaz. La transmission de puissance est effectuée par le moyen de premiers

engrenages 2 et 2' à pignons coniques entre l'arbre 6 et les arbres radiaux 8 et 8' et de seconds engrenages 4 et 4' à pignons coniques entre les arbres radiaux 8, 8' et les arbres de soufflantes 9 et 9'. Les arbres des soufflantes 9 et 9' entraînent chacun une soufflante 10, 10' d'axe déporté à celui du moteur. Un tel agencement permet d'atteindre les objectifs visés ci-dessus.

Selon l'art antérieur connu du déposant, la solution au problème de transmission entre la turbine libre et les arbres de soufflantes consiste à utiliser, pour chacune des soufflantes, des engrenages coniques simples à 45° : Un premier engrenage avec deux roues de même diamètre l'une sur l'arbre de la turbine libre et l'autre sur l'arbre radial et un second engrènement conique à 45° avec deux roues de diamètres différents reliant l'arbre radial à celui de la soufflante. A l'inverse, le premier engrenage peut avoir deux roues de diamètre différents et le second engrènement peut avoir deux roues de même diamètre.

Le pignon d'entrée du premier engrenage 2 de l'ensemble représenté sur la figure 2 est dimensionné de manière à tenir les contraintes relatives au couple de turbine, ce qui donne un diamètre primitif minimal incompressible pour celui-ci, et fixe donc ses dimensions. Le rapport de réduction du renvoi d'angle s'obtient alors en jouant sur la taille de la roue fixée sur l'arbre radial. Pour des rapports de réduction élevés, notamment supérieurs à 2.5, on constate que la roue en prise conique directe avec le pignon central pose alors un problème d'encombrement à cause du diamètre important de celle-ci.

En raison du faible espace disponible, il se pose le problème d'intégrer une roue de grand diamètre à distance de l'axe moteur, à l'intérieur du carter d'échappement du générateur de gaz où doit être disposé l'engrenage 2 de renvoi d'angle.

Il faut en outre tenir compte des phénomènes dynamiques parasites que pourraient engendrer deux roues de grand diamètre en rotation selon un axe perpendiculaire à l'axe moteur et à distance de l'axe moteur.

La présente invention a pour objectif de remédier à ce problème.

En particulier elle a pour objectif un agencement qui permet de réduire l'encombrement de la roue d'entraînement de l'axe radial intermédiaire.

5

Exposé de l'invention

On parvient à réaliser cet objectif avec un ensemble de propulsion d'un aéronef comprenant une turbine, au moins une soufflante d'axe décalé par rapport à l'axe de la turbine et un mécanisme de transmission de puissance entre la turbine et la soufflante, caractérisé par le fait que le mécanisme de transmission de puissance comprend un réducteur de vitesse avec une entrée et une sortie de mouvement, l'entrée étant dans le prolongement de l'axe de la turbine et la sortie reliée à la soufflante, le réducteur de vitesse étant un réducteur épicycloïdal avec un pignon planétaire, des satellites et une couronne, le pignon planétaire formant l'entrée et la couronne la sortie du réducteur, et l'axe de rotation des satellites étant incliné par rapport à l'axe du pignon planétaire.

En disposant un réducteur de vitesse dans l'axe de la turbine d'entraînement de la soufflante on peut réduire le diamètre de la roue d'entrée du mécanisme de transmission de puissance. On répond ainsi au besoin de ménager de l'espace au niveau de la turbine et du carter formant l'enveloppe de cette partie du moteur. L'encombrement radial est réduit davantage grâce à l'inclinaison du mécanisme d'engrènement.

L'arbre de la turbine est engagé dans l'axe du pignon planétaire central. Le réducteur est ainsi dans son prolongement.

Dans la présente invention, les termes « pignon » et « couronne » sont également désignés sous le terme « roue » ou « roue dentée ».

Les roues des satellites sont guidées en rotation et supportées par un châssis formant stator qui peut être agencé de manière à ce que les roues

30

des satellites forment un angle avec l'axe de la turbine. L'orientation des satellites permet également d'obtenir un réducteur avec une forme conique ou sphérique qui optimise la place disponible dans le cône d'échappement. L'angle d'inclinaison des roues de satellite est déterminé (à iso encombrement axial) par le rapport de réduction du réducteur de vitesse ensemble avec le rapport des diamètres primitifs entre satellites et couronne ainsi que par les contraintes de flexion et de pression admissibles dans les dents (l'augmentation du diamètre primitif du planétaire réduit les contraintes dans celui-ci à iso couple) et la longueur totale du réducteur.

Ainsi les pignons des satellites peuvent avoir un diamètre supérieur à celui du pignon du planétaire d'entrée. Le rapport de réduction du réducteur de vitesse épicycloïdal dépend uniquement du rapport entre le diamètre du planétaire d'entrée et le diamètre de la couronne de sortie. Le réducteur est ici un réducteur sphérique pour une transmission entre la couronne et l'arbre radial avec des roues à petit diamètre (proche de diamètre du planétaire d'entrée) et un rapport de réduction le plus faible possible. Grâce au réducteur de vitesse sphérique, un engrenage de renvoi d'angle est aménagé sur la toile de la couronne de sortie, à petit diamètre ce qui permet de transmettre au moyen de petites roues et à vitesse réduite le mouvement aux soufflantes. En revanche, un réducteur de vitesse épicycloïdal classique avec une couronne et un renvoi d'angle aménagé sur la couronne à haut diamètre nécessite un réducteur réduisant la vitesse puis un renvoi d'angle la ré accélérant ce qui multiplie les pertes de rendement dans l'engrenage.

Un réducteur sphérique permet également un encombrement radial réduit pour le même rapport de réduction. Ces caractéristiques correspondent bien avec l'encombrement disponible sous turbine.

Selon un mode de réalisation préféré, la couronne comprend un premier pignon engrenant avec les satellites et un deuxième pignon concentrique au premier formant la sortie du réducteur de vitesse. Plus

particulièrement, le deuxième pignon est de rayon inférieur à celui du premier pignon.

Conformément à une autre caractéristique, le mécanisme de transmission de puissance comprend un arbre intermédiaire orienté selon une direction radiale par rapport à l'axe de la turbine, l'arbre intermédiaire étant en prise avec la sortie du réducteur de vitesse.

L'invention s'applique avantageusement à un ensemble de propulsion dont la turbine est entraînée par un générateur de gaz. Elle s'applique plus particulièrement à un ensemble de propulsion dont le générateur de gaz est un moteur à turbine à gaz avec un carter d'échappement comprenant deux viroles concentriques, l'une interne l'autre externe, définissant la veine des gaz moteurs en aval de la turbine, le réducteur étant logé à l'intérieur de la virole interne. Conformément à une autre caractéristique alors l'arbre traverse les viroles du carter d'échappement.

Présentation des figures

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

La figure 1 est une représentation schématique d'une architecture d'ensemble de propulsion d'aéronef ;

La figure 2 montre un agencement des pignons coniques dans l'entraînement de l'arbre de soufflante par l'arbre de la turbine selon l'architecture de la figure 1 ;

La figure 3 montre une représentation schématique de la transmission de puissance conforme à un mode de réalisation de l'invention ;

La figure 4 montre un exemple d'intégration de la transmission de puissance de l'invention dans une structure de moteur ;

La figure 5 montre un détail de la transmission de la figure 4

La figure 6 montre un autre détail de la transmission de la figure 4.

Description détaillée d'un mode de réalisation de l'invention

5 En se reportant à la représentation schématique de la figure 3, on retrouve une turbine 15 de puissance entraînée par les gaz d'un générateur de gaz non indiqué ici avec un arbre 16 de turbine monté rotatif sur un palier 16p solidaire de la structure fixe du moteur. Cet arbre est relié à un réducteur de vitesse 20 à engrenage épicycloïdal en étant prolongé
10 axialement jusqu'à une roue dentée 21 formant la roue d'entrée du réducteur. L'axe de la roues est coaxiale à l'arbre de turbine 16.

Le réducteur 20 à engrenage épicycloïdal comprend en outre les satellites 23 et la couronne 27. La couronne 27 de forme cylindrique est montée à rotation dans un palier 27p solidaire de la structure fixe du moteur.
15 Les roues formant les satellites 23 engrènent d'une part sur les dents du pignon planétaire 21 et d'autre part sur les dents de la couronne formant une zone annulaire 27c1 centrée sur l'axe de l'arbre 16 de turbine. Les roues 23 de satellites sont supportées dans un châssis 25 fixe solidaire de la structure fixe du moteur. Comme on le voit sur la figure l'axe de rotation
20 des roues satellites n'est pas parallèle à l'axe de l'arbre 16 mais incliné par rapport à celui-ci. L'inclinaison des satellites permet de réduire l'encombrement radial du réducteur par rapport à un dispositif où les axes seraient parallèles entre eux. La sortie du réducteur est formée de la denture annulaire 27c2 de la couronne 27. Cette zone annulaire dentée
25 27c2 est centrée sur l'axe de l'arbre 16. Son rayon est notamment inférieur à celui de la denture annulaire 27c1 citée plus haut.

L'entraînement de la soufflante 10, d'arbre 19 parallèle à l'arbre 16 de turbine, est réalisé par un arbre intermédiaire 18, radial par rapport à l'arbre 16 de la turbine. Cet arbre intermédiaire 18 est relié d'une part, à son
30 extrémité radialement supérieure, à l'arbre de soufflante 19 par un

engrenage de renvoi d'angle 14, celui-ci comprenant le pignon conique 18c2 de l'arbre 18 et d'autre part à son extrémité radialement inférieure par un pignon conique 18c1 à la denture 27c2 annulaire de sortie de la couronne 27. En particulier, le renvoi d'angle au moyen de l'engrenage de renvoi d'angle 14 est réalisé en C1 plutôt qu'en C2 (cf. figure 3) grâce à la configuration du réducteur de vitesse sphérique qui permet et facilite la connexion d'une roue de renvoi de petit diamètre en C1. En effet, le diamètre de la roue est moins important qu'en C2.

Grâce à cet agencement, l'arbre intermédiaire 18 tourne à une vitesse réduite par rapport à celle de l'arbre 16 de turbine. La réduction de vitesse résulte des rapports entre les rayons des pignons et roues dentées, 21/23, 23/27c2, 27c1/27c2 ainsi que de l'inclinaison des roues satellites 23.

De préférence le diamètre du pignon 18c2 n'est pas supérieur à celui du pignon 18c1 pour ne pas accélérer l'arbre de soufflante.

L'inclinaison des roues satellites n'est pas impérative à la fonction de réduction de vitesse mais elle apporte l'avantage supplémentaire d'une réduction du diamètre du réducteur permettant son introduction dans le carter d'échappement d'un moteur d'aéronef.

Les figures 4, 5 et 6 montrent un exemple pratique d'agencement des éléments de l'ensemble de transmission de puissance de l'invention, dans la structure d'un moteur comprenant un générateur de gaz à moteur à turbine à gaz.

Le réducteur 20 est disposé en bout de l'arbre 16 de turbine, Il forme un module logé dans une virole 35 de carter structural qui elle-même est solidaire du carter d'échappement 30 du moteur. Ce carter d'échappement comprend une virole 32 radialement intérieure et une virole radialement extérieure 31 reliées par des bras radiaux 33. Ces deux viroles ménagent entre elles un canal annulaire formant la veine des gaz issus de la turbine de puissance. La virole 35 est fermée axialement par un capot 37.

Une virole tournante 28 comprenant la couronne 27 est montée à rotation à l'intérieur de la virole fixe 35 dans un premier palier 27p (cf. figure 5). De manière avantageuse, mais non limitative, le palier 27p est un palier à billes. Le palier 27p disposé en extrémité axiale du réducteur est agencé pour former également une butée axiale. En particulier, la bague intérieure du palier 27p est portée par la virole tournante 28 et la bague extérieure est portée par la virole fixe 35. Un palier à rouleaux (non représenté) est prévu entre la virole tournante 28 et le carter de manière à assurer le guidage en rotation de la virole tournante 28.

La couronne 27 comprend également une portée cylindrique intérieure 27t recouvrant au moins partiellement l'arbre du pignon planétaire 21 et prenant un appui rotatif sur lui par l'intermédiaire d'un palier 27r, par exemple à rouleaux. Plus précisément, le palier 27r est disposé vers l'extrémité distale de la portée cylindrique intérieure 27t. La bague intérieure du palier 27r est portée par la portée cylindrique intérieure 27t et la bague extérieure est portée par le pignon planétaire 21. Cette configuration permet d'avoir un espacement assez important entre paliers rouleaux et billes et d'améliorer la qualité du guidage en rotation de la couronne.

Cet arbre du pignon planétaire 21 est situé dans le prolongement de l'arbre 16 de turbine auquel il est relié par un accouplement à cannelures.. A l'opposé des cannelures de l'arbre 16, le pignon planétaire est supporté par un palier 21p formant également butée axiale. De manière avantageuse, le palier 21p est un palier à billes. Le palier 21p est logé dans le châssis 25 support des satellites. En particulier, la bague intérieure du palier 21p est portée par l'extrémité distale de l'arbre du pignon planétaire 21 et la bague extérieure est portée par le châssis. Le châssis est lui-même solidaire de la virole de carter 35. De manière avantageuse, mais non limitative, la couronne 27 est montée rigide et le châssis 25 et l'arbre 16 de turbine sont montés souples de sorte à limiter l'hyperstatisme dans le réducteur, et donc son usure. L'arbre 16 de turbine est souple grâce aux cannelures et aux

soufflets sur l'arbre en amont du réducteur. Ainsi, les efforts parasites du générateur de gaz ne sont pas transmis au réducteur. Par ailleurs, les cannelures permettent de transmettre le couple entre les deux arbres mais laissent la possibilité d'un glissement axial limité de l'un par rapport à l'autre pour absorber à ce niveau des déformations de structure en fonctionnement. Le châssis est monté souple grâce à une épingle entourant le palier 27p (cf. figure 5). Ainsi la transmission des vibrations générée par le réducteur à la structure est limitée.

Les roues satellites dont l'axe de rotation coupe celui de l'arbre 16 de turbine, sont par exemple au nombre de trois supportées par le châssis 25 en étant montées dans des paliers 23p. Le guidage en rotation des satellites est assuré par exemple à l'aide de paliers à rouleaux sphériques, permettant de réaliser une liaison rotule équivalente qui rend le réducteur tolérant aux désalignements entre les organes d'entrée et de sortie.

La pièce 27 réalisant la fonction couronne possède ici la particularité de présenter une zone annulaire dentée 27c1 dans laquelle engrènent les roues satellites 23 et également une zone annulaire dentée, située à un diamètre primitif sensiblement plus faible que la précédente, et située par exemple sur la face opposée.

Cette deuxième zone dentée permet de transmettre la puissance aux arbres radiaux 18 et est dimensionnée de manière à faciliter l'intégration de la roue interne 18c1 de l'arbre radial 18. Le diamètre primitif de la seconde zone annulaire dentée de la couronne est choisi le plus petit possible compte tenu des contraintes mécaniques.

Il est bien entendu indispensable que le diamètre primitif de la roue interne de l'arbre radial 18 soit au moins égal à celui de cette seconde zone dentée de manière à ne pas augmenter la vitesse de rotation de l'arbre en sortie du réducteur et supprimer l'effet du réducteur.

Pour permettre l'intégration des deux arbres radiaux 18 au travers du carter de structure 30, il est nécessaire d'épaissir le profil de ceux-ci.

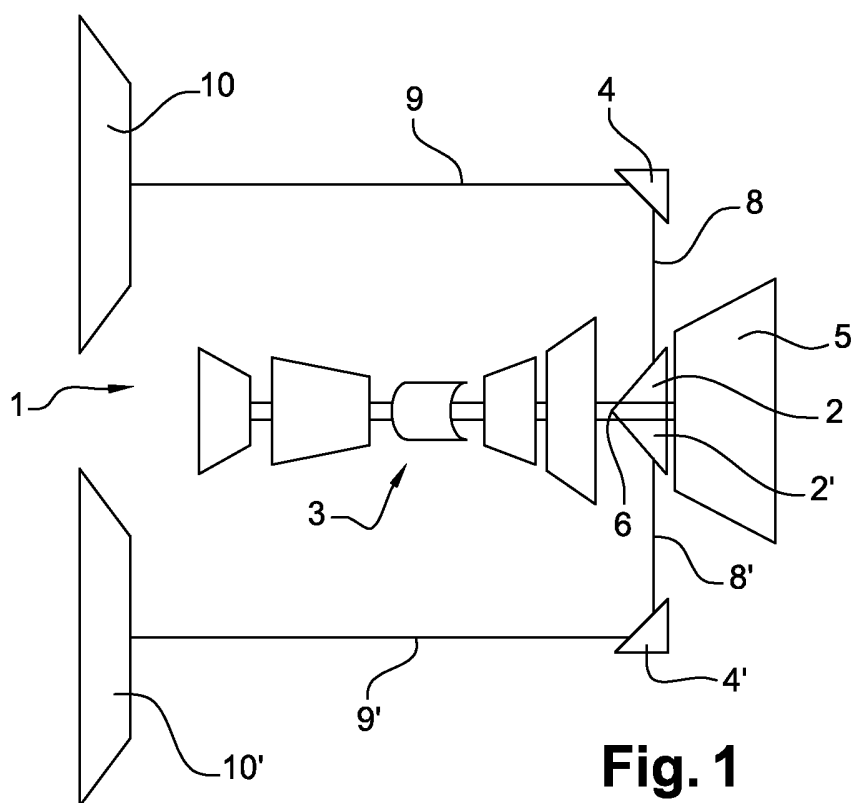
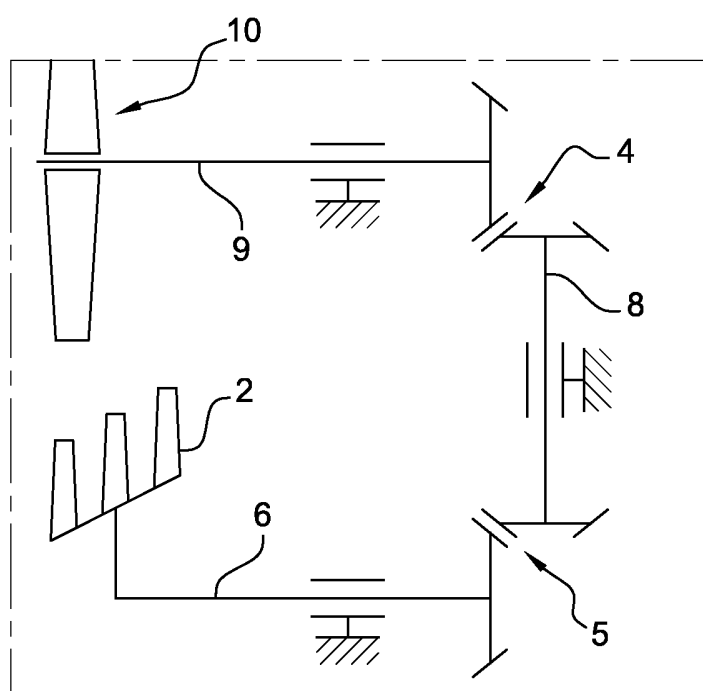
Par ailleurs, suivant une configuration de l'invention, les arbres radiaux 18 sont placés dans un même plan de sorte que le chargement latéral des paliers de la couronne 27 soit limité. De manière alternative, les arbres radiaux 18 peuvent être disposés dans des plans différents transversaux par rapport à l'arbre 16 de la turbine. Ainsi, les contraintes mécaniques dues à la disposition des soufflantes sont limitées.

Revendications

1. Ensemble de propulsion d'un aéronef comprenant une turbine (15),
au moins une soufflante (10) d'axe décalé par rapport à l'axe de la
turbine et un mécanisme de transmission de puissance entre la
turbine et la soufflante, caractérisé par le fait que le mécanisme de
transmission de puissance comprend un réducteur de vitesse (20)
avec une entrée et une sortie de mouvement, l'entrée étant dans le
prolongement de l'axe (16) de la turbine et la sortie reliée à la
soufflante, le réducteur de vitesse (20) étant un réducteur épicycloïdal
avec un pignon planétaire (21), des satellites (23) et une couronne
(27), le pignon planétaire formant l'entrée et la couronne la sortie du
réducteur, et l'axe de rotation des satellites (23) étant incliné par
rapport à l'axe du pignon planétaire (21).
2. Ensemble selon la revendication 1 dont la couronne (27) comprend
une première zone annulaire dentée (27c1) engrenant avec les roues
satellites (23) et une deuxième zone annulaire dentée (27c2) formant
la sortie du réducteur de vitesse.
3. Ensemble selon la revendication précédente dont la deuxième zone
annulaire dentée (27c2) est de rayon inférieur à celui de la première
zone annulaire dentée (27c1).
4. Ensemble selon l'une des revendications précédentes dont le
mécanisme de transmission de puissance comprend un arbre
intermédiaire (18) orienté selon une direction radiale par rapport à
l'axe de la turbine, l'arbre intermédiaire engrenant avec la sortie du
réducteur de vitesse (20).

5. Ensemble de propulsion selon l'une des revendications précédentes dont la turbine est entraînée par un générateur de gaz.
- 5 6. Ensemble de propulsion selon la revendication précédente dont le générateur de gaz est un moteur à turbine à gaz avec un carter d'échappement comprenant deux viroles concentriques, l'une interne l'autre externe, définissant la veine des gaz moteurs en aval de la turbine, le réducteur étant logé à l'intérieur de la virole interne.
- 10 7. Ensemble selon la revendication précédente dont l'arbre traverse les viroles du carter d'échappement.

1/3

**Fig. 1****Fig. 2**

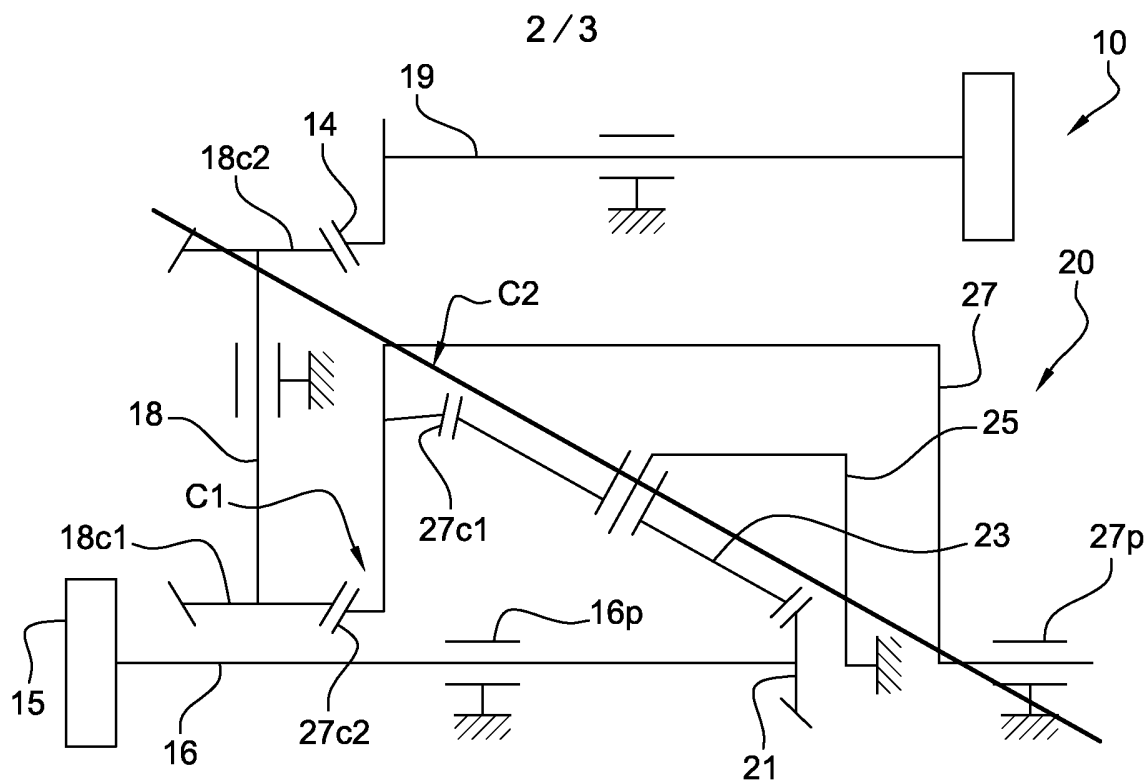
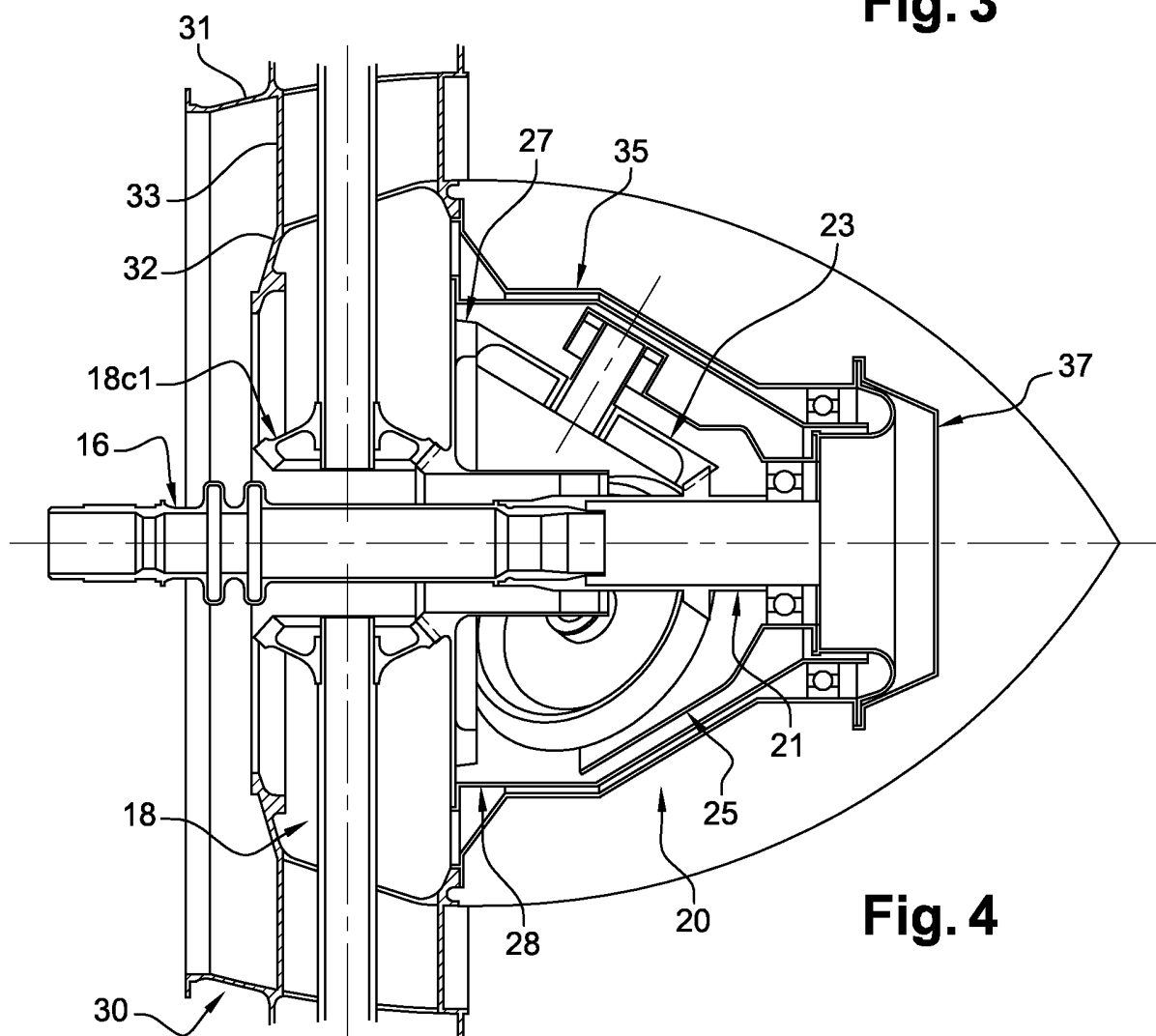
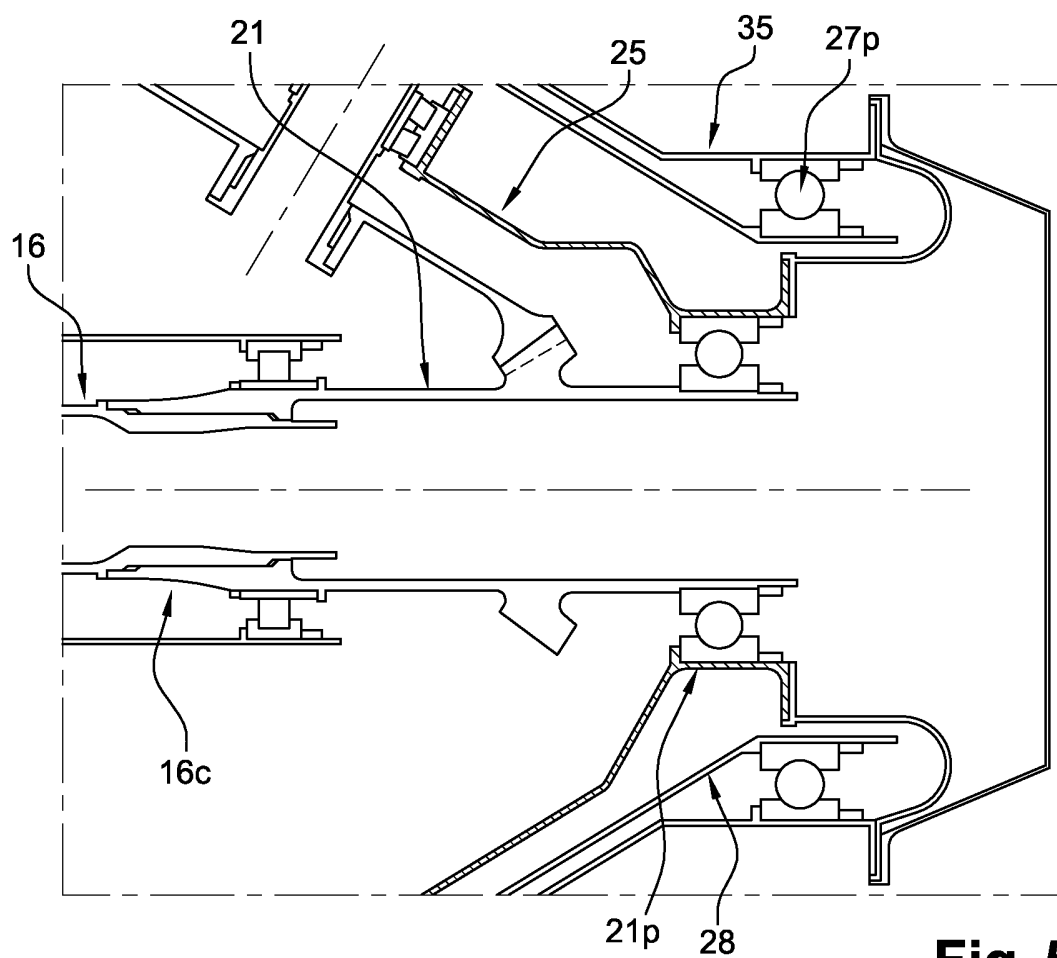
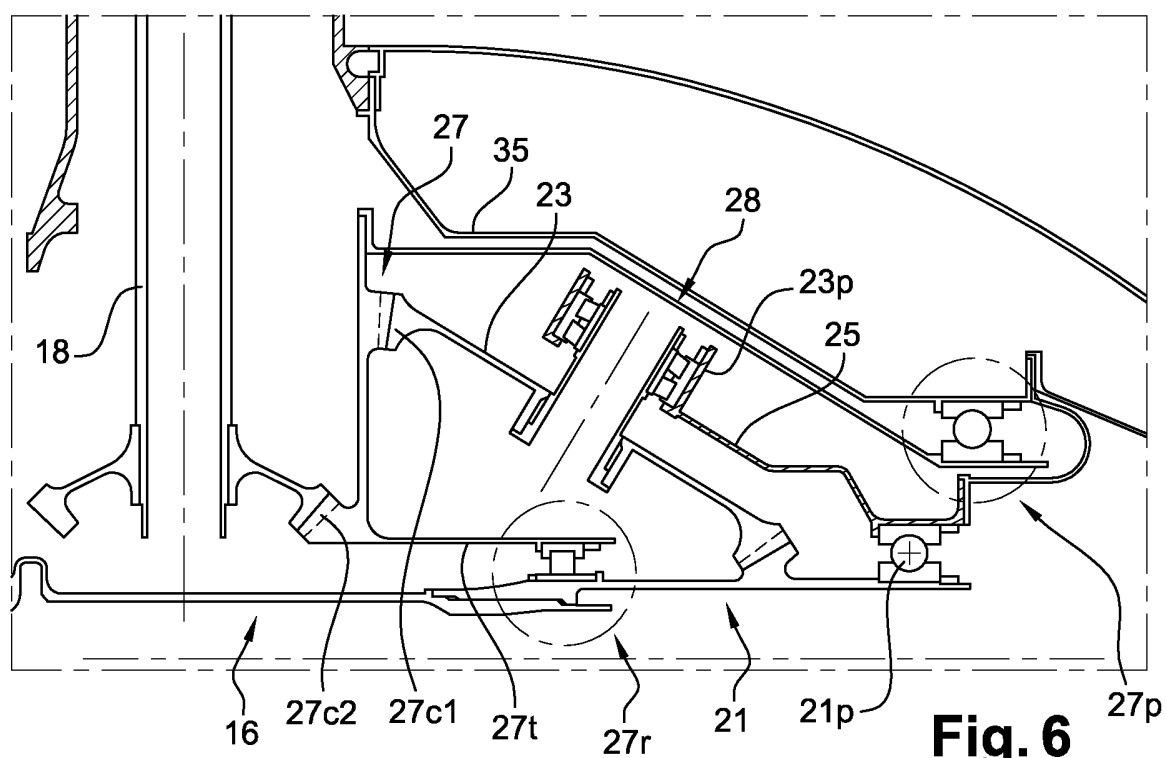


Fig. 3



3 / 3

**Fig. 5****Fig. 6**



RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE

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

N° d'enregistrement
national

FA 815291
FR 1559444

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		
A	US 2012/292440 A1 (KOSHELEFF PATRICK A [US]) 22 novembre 2012 (2012-11-22) * figure 10 *	1-7	F16H1/20 F16H1/12 F16H3/02 F02B61/06 B64D35/00
A	US 2 253 977 A (KINNUCAN JAMES W) 26 août 1941 (1941-08-26) * colonne 1, ligne 4 - ligne 10; figure 1 *	1-7	
A	RU 2 176 027 C2 (VLADIMIROV PORFIRIJ SERGEEVICH) 20 novembre 2001 (2001-11-20) * figure 3 *	1	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)
			F02C F01D F16H
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
22 août 2016		Mihé, Julian	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS		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	
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			

ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE**RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 1559444 FA 815291**

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 **22-08-2016**

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 2012292440 A1	22-11-2012	AUCUN	
US 2253977 A	26-08-1941	AUCUN	
RU 2176027 C2	20-11-2001	AUCUN	