

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la  
Propriété Intellectuelle  
Bureau international



(10) Numéro de publication internationale  
**WO 2020/084219 A1**

(43) Date de la publication internationale  
30 avril 2020 (30.04.2020)

(51) Classification internationale des brevets :  
*F01D 5/02* (2006.01)      *F02C 7/268* (2006.01)  
*F01D 15/10* (2006.01)    *F02C 7/32* (2006.01)  
*F02C 7/36* (2006.01)

(21) Numéro de la demande internationale :  
PCT/FR2019/052403

(22) Date de dépôt international :  
10 octobre 2019 (10.10.2019)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :  
1859941                      26 octobre 2018 (26.10.2018)      FR

(71) Déposant : **SAFRAN AIRCRAFT ENGINES** [FR/FR] ;  
2 boulevard du Général Martial Valin, 75015 PARIS (FR).

(72) Inventeurs : **CHARIER, Gilles, Alain, Marie** ; SAFRAN CEPI, Rond-Point René Ravaud - Réau, 77550 MOISSY-CRAMAYEL (FR). **FRANTZ, Caroline, Marie** ; SAFRAN CEPI, Rond-Point René Ravaud - Réau, 77550 MOISSY-CRAMAYEL (FR). **GUILLOTTEL, Loïc, Paul, Yves** ; SAFRAN CEPI, Rond-Point René Ravaud - Réau, 77550 MOISSY-CRAMAYEL (FR). **MILLIER, Vincent, François, Georges** ; SAFRAN CEPI, Rond-Point René Ravaud - Réau, 77550 MOISSY-CRAMAYEL (FR).

(74) Mandataire : **BARBE, Laurent** et al. ; GEVERS & ORES, Immeuble PALATIN 2, 3 Cours du TRIANGLE, CS 80165, 92939 PARIS LA DEFENSE CEDEX (FR).

(54) Title: AIRCRAFT TURBINE ENGINE EQUIPPED WITH AN ELECTRICAL MACHINE

(54) Titre : TURBOMACHINE D'AERONEF EQUIPEE D'UNE MACHINE ELECTRIQUE

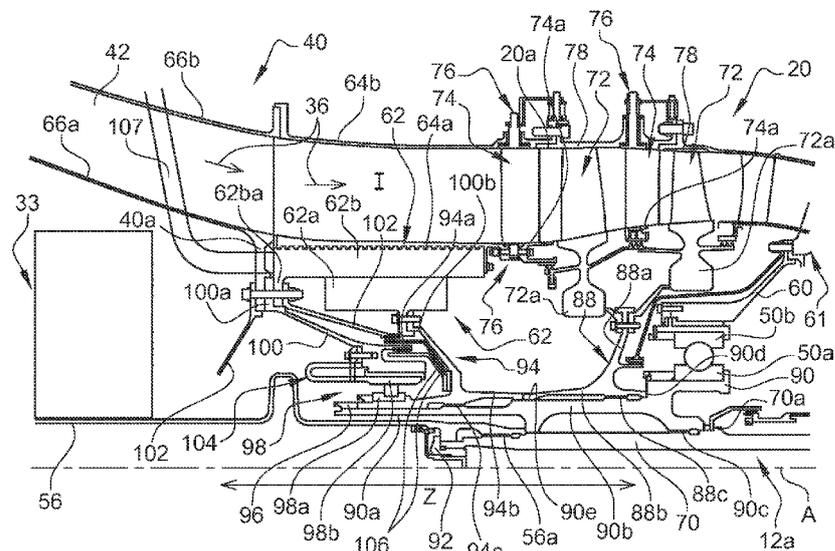


Fig. 2

(57) Abstract: Disclosed is an aircraft turbine engine (10), comprising a gas generator (12) and a fan (14) arranged upstream from the gas generator and configured to generate a main gas flow (F), one portion of which flows in a flow path of the gas generator to form a primary flow (36), and another portion of which flows in a flow path around the gas generator to form a secondary flow (38), the gas generator comprising a low-pressure body (12a) that comprises a rotor (70) driving the fan and that comprises a low-pressure compressor (20) situated upstream from an intermediate housing (61), the turbine engine further comprising an electric machine (62), characterised in that the electric machine is mounted coaxially downstream from the fan and upstream from the intermediate housing, the turbine engine further comprising an intermediate shaft (90) that is driven by the rotor of the low-pressure body and that drives



WO 2020/084219 A1

**(81) États désignés** (*sauf indication contraire, pour tout titre de protection nationale disponible*) : AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

**(84) États désignés** (*sauf indication contraire, pour tout titre de protection régionale disponible*) : ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), européen (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

**Publiée:**

— avec rapport de recherche internationale (Art. 21(3))

---

rotors (62a) of the electric machine and of the low-pressure compressor.

**(57) Abrégé :** Turbomachine (10) d'aéronef, comportant un générateur de gaz (12) et une soufflante (14) disposée en amont du générateur de gaz et configurée pour générer un flux principal de gaz (F) dont une partie s'écoule dans une veine du générateur de gaz pour former un flux primaire (36), et dont une autre partie s'écoule dans une veine autour du générateur de gaz pour former un flux secondaire (38), le générateur de gaz comportant un corps basse pression (12a) qui comprend un rotor (70) entraînant la soufflante et qui comprend un compresseur basse pression (20) situé en amont d'un carter intermédiaire (61), la turbomachine comportant en outre une machine électrique (62), caractérisée en ce que la machine électrique est montée coaxialement en aval de la soufflante et en amont du carter intermédiaire, la turbomachine comportant en outre un arbre intermédiaire (90) qui est entraîné par le rotor du corps basse pression et qui entraîne des rotors (62a) de la machine électrique et du compresseur basse pression.

## TURBOMACHINE D'AERONEF EQUIPEE D'UNE MACHINE ELECTRIQUE

### DOMAINE TECHNIQUE

5 La présente invention concerne une turbomachine d'aéronef équipée d'une machine électrique.

### ETAT DE L'ART

L'état de l'art comprend notamment le document FR-A1-2 842 565 qui décrit une turbomachine d'aéronef équipée d'une machine électrique  
10 ainsi que les documents EP-A2-2 270 315, US-A-3 264 482, FR-A1-2 922 265, EP-A1-1 841 960 et EP-A1-1 382 802.

L'utilisation de l'énergie électrique est aujourd'hui envisagée non seulement pour répondre à des fonctions de l'aéronef mais également pour électrifier des fonctions de la turbomachine.

15 Ce constat conduit à étudier des solutions d'architecture moteur hybridée, combinant l'énergie fossile du carburant et l'énergie électrique pour assurer l'entraînement de la partie propulsive (soufflante de la turbomachine) et l'alimentation de certaines fonctions moteurs et/ou aéronef.

20 Ces architectures peuvent notamment se baser sur une architecture de type à grand taux de dilution et à réducteur, mais aussi à multiple corps (2 ou 3). Dans ces architectures, la turbomachine comprend au moins un corps basse pression et un corps haute pression, chaque corps comportant un arbre reliant un rotor d'un compresseur à un rotor d'une turbine.

25 Il est connu d'équiper une turbomachine d'aéronef avec une machine électrique. On rappelle qu'une machine électrique est un dispositif électromécanique basé sur l'électromagnétisme permettant la conversion d'énergie électrique par exemple en énergie mécanique. Ce processus est réversible et peut servir à produire de l'électricité à partir d'une énergie  
30 mécanique.

Ainsi, suivant l'usage final d'une machine, on utilise les termes de :

- générateur pour désigner une machine électrique produisant de l'énergie électrique à partir d'une énergie mécanique,
- moteur pour une machine électrique produisant une énergie mécanique à partir d'une énergie électrique.

5 Une machine électrique peut également se comporter en mode moteur comme en mode générateur.

L'intégration d'une machine électrique de forte puissance sur le corps basse pression d'une turbomachine, en particulier de type à grand taux de dilution, s'avère très complexe. Plusieurs zones d'installation sont  
10 possibles mais les avantages et les inconvénients de chacune sont nombreux et divers (problème d'intégration mécanique de la machine, tenue en température de la machine, accessibilité de la machine, etc.).

Un des problèmes majeurs de l'intégration d'une machine électrique dans une turbomachine est d'avoir un environnement capable d'accepter la  
15 température limitée des composants de celle-ci (environ 150°C). De plus, le rendement global de la machine étant forcément inférieur à 100%, la chaleur dégagée par les pertes doit être évacuée. Sur des tailles de machine de plus de 1MW, la puissance dissipée est alors importante (50KW mini). Une solution consisterait à refroidir le stator de la machine  
20 avec de l'huile. Cependant, si la machine se trouve dans une enceinte huile, celle-ci peut alors directement fuir dans l'enceinte avec des risques de pollution par des particules issues de la machine. Si la machine est dans un environnement sec, le circuit de refroidissement doit dans ce cas être étanche et il faut alors être capable de récupérer les éventuelles fuites. Le  
25 refroidissement à l'huile présente donc des inconvénients.

Une autre difficulté majeure est liée au respect de l'aspect modulaire de la turbomachine. Il est en effet souhaitable d'intégrer un module de machine électrique capable d'être montée en une seule fois dans le générateur de gaz.

30 La présente invention propose une solution à au moins une partie des problèmes évoqués dans ce qui précède.

## EXPOSE DE L'INVENTION

L'invention propose une turbomachine d'aéronef, comportant un générateur de gaz et une soufflante disposée en amont du générateur de gaz et configurée pour générer un flux principal de gaz dont une partie s'écoule dans une veine du générateur de gaz pour former un flux primaire, et dont une autre partie s'écoule dans une veine autour du générateur de gaz pour former un flux secondaire, le générateur de gaz comportant un corps basse pression qui comprend un rotor entraînant la soufflante et qui comprend un compresseur basse pression situé en amont d'un carter intermédiaire, la turbomachine comportant en outre une machine électrique, caractérisée en ce que la machine électrique est montée coaxialement au rotor du corps basse pression en aval de la soufflante et en amont du carter intermédiaire, la turbomachine comportant en outre un arbre intermédiaire qui est entraîné par le rotor du corps basse pression et qui entraîne des rotors de la machine électrique et du compresseur basse pression.

La présente invention propose ainsi une solution d'intégration d'une machine électrique, un premier avantage étant lié au fait que, dans la zone d'intégration de cette machine, les températures qui y règnent sont relativement faibles et donc optimales pour cette machine. Par ailleurs, la machine peut être refroidie par le flux primaire, ce qui optimise la durée de vie de la machine. La machine électrique est de préférence située en dehors de toute enceinte d'huile de lubrification d'un palier, de façon à ne pas avoir de risque de pollution par l'huile de cette machine.

Les rotors du compresseur basse pression et de la machine électrique sont accouplés au rotor du corps basse pression par l'intermédiaire d'un arbre intermédiaire qui permet d'autoriser et de faciliter l'assemblage modulaire de la turbomachine. En effet, il suffit de monter et de fixer les différents rotors les uns sur les autres pour réaliser l'assemblage de la turbomachine.

La turbomachine 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 :

- 5 - la machine électrique est située en amont du compresseur basse pression,
- la machine électrique est située en aval du compresseur basse pression,
- la machine électrique comprend un stator qui entoure son rotor et qui est configuré pour être refroidi par ledit flux primaire,
- 10 - le stator de la machine électrique comprend une surface radialement externe balayée par ledit flux primaire,
- la machine électrique comprend un stator qui entoure son rotor et qui est lui-même entouré par une virole, cette virole étant écartée radialement du stator et comportant une surface radialement externe balayée par ledit flux primaire,
- 15 - la machine électrique comprend un stator qui est entouré par son rotor,
- ledit arbre intermédiaire a une forme générale tubulaire et est configuré pour être traversé par ledit rotor du corps basse pression, l'arbre intermédiaire comportant des cannelures internes d'accouplement en rotation audit rotor du corps basse pression,
- 20 - ledit arbre intermédiaire comprend des tronçons adjacents destinés à être entourés respectivement par un tourillon du rotor du compresseur basse pression, et soit par un organe relié ou fixé au rotor de la machine électrique soit par une pièce reliée ou fixée au stator de la machine électrique, ledit arbre intermédiaire comportant des cannelures externes
- 25 d'accouplement au tourillon et à cet organe,
- ledit tourillon, d'une part, et ledit organe ou ladite pièce, d'autre part, sont serrés axialement l'un contre l'autre et sur un épaulement cylindrique dudit arbre intermédiaire, par un écrou rapporté et vissé sur ledit arbre intermédiaire,
- 30 - la soufflante est entraînée par le rotor du corps basse pression par l'intermédiaire d'un réducteur, la machine électrique étant située en aval du

réducteur qui comprend un arbre d'entrée dont une extrémité aval est engagée sur une extrémité amont du rotor du corps basse pression et est serré axialement contre ledit arbre intermédiaire par un écrou rapporté et fixé sur cette extrémité amont.

5 La présente invention concerne encore un procédé d'assemblage modulaire d'une turbomachine telle que décrite ci-dessus, comprenant les étapes consistant à :

- 10 a) monter et fixer le rotor de la machine électrique et le rotor du compresseur basse pression sur ledit arbre intermédiaire, par translation axiale, et
- b) monter et fixer ledit arbre intermédiaire sur le rotor du corps basse pression, par translation axiale.

Le procédé peut en outre comprendre une étape supplémentaire consistant en outre à c) monter et fixer l'arbre d'entrée du réducteur sur le  
15 rotor du corps basse pression, par translation axiale.

#### DESCRIPTION DES FIGURES

L'invention sera mieux comprise et d'autres détails, caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront à la lecture de la description suivante faite à titre d'exemple non limitatif en référence aux dessins  
20 annexés, dans lesquels :

- la figure 1 est une vue schématique en coupe axiale d'une turbomachine d'aéronef à fort taux de dilution et réducteur ;
- la figure 2 est une demi vue schématique partielle en coupe axiale d'une turbomachine d'aéronef selon l'invention équipée d'une machine  
25 électrique ;
- la figure 3 est une vue à plus grande échelle d'un détail de la figure 2 ;
- la figure 4 est une vue schématique partielle en coupe axiale de la machine électrique et de la turbomachine de la figure 2, et illustre des étapes d'un procédé d'assemblage selon l'invention,
- 30 - la figure 5 est une demi vue schématique partielle en coupe axiale d'une turbomachine d'aéronef selon une variante de réalisation de l'invention,

- la figure 6 est une demi vue schématique partielle en coupe axiale d'une turbomachine d'aéronef selon une autre variante de réalisation de l'invention,

5 - la figure 7 est une vue schématique partielle en coupe axiale de la machine électrique et de la turbomachine de la figure 6, et illustre des étapes d'un procédé d'assemblage selon l'invention, et

- la figure 8 est une demi vue schématique partielle en coupe axiale d'une turbomachine d'aéronef selon une autre variante de réalisation de l'invention.

## 10 DESCRIPTION DETAILLEE

On se réfère d'abord à la figure 1 qui représente schématiquement une turbomachine 10 d'aéronef à double corps et double flux.

15 La turbomachine 10 comporte de façon classique un générateur de gaz 12 à l'amont duquel est disposée une soufflante 14. La soufflante 14 est entourée par un carter de soufflante 16 qui est entouré par une nacelle 18 qui s'étend autour et le long d'une majeure partie du générateur de gaz 12.

20 Le générateur de gaz 12 comprend ici deux corps, à savoir un corps basse pression 12a ou BP et un corps haute pression 12b ou HP. Chaque corps comprend un compresseur et une turbine.

Les termes « amont » et « aval » sont considérés selon une direction principale F d'écoulement des gaz dans la turbomachine 10, cette direction F étant parallèle à l'axe longitudinal A de la turbomachine.

25 De l'amont vers l'aval, le générateur de gaz 12 comprend un compresseur basse pression 20, un compresseur haute pression 22, une chambre de combustion 24, une turbine haute pression 26 et une turbine basse pression 28.

Les compresseurs basse pression 20 et haute pression 22 sont séparés l'un de l'autre par un carter intermédiaire 61.

30 La soufflante 14 comprend une rangée annulaire d'aubes 30 entraînée en rotation par un arbre de soufflante 32 qui est relié au rotor du

corps basse pression 12a par l'intermédiaire d'un réducteur 33. Le flux de gaz qui traverse la soufflante (flèche F) est séparé à l'amont du générateur de gaz 12 par un bec annulaire 34 en un flux annulaire radialement interne, appelé flux primaire 36 qui alimente le générateur de gaz 12, et en un flux annulaire radialement externe, appelé flux secondaire 38 qui s'écoule entre le générateur de gaz 12 et la nacelle 18 et fournit la majeure partie de la poussée de la turbomachine.

Un carter d'entrée 40 relie structurellement le générateur de gaz 12 au carter de soufflante 16 et à la nacelle 18. Comme c'est le cas du carter intermédiaire 61, le carter d'entrée 40 comprend une rangée annulaire de bras 42 radialement internes s'étendant dans le flux primaire 36, et une rangée annulaire d'aubes redresseurs 44 (du type OGV) radialement externes s'étendant dans le flux secondaire 38. Les bras 42 sont en général en nombre limités (moins de dix) et sont tubulaires et traversés par des servitudes. Le nombre d'aubes 44 (OGV) est en général supérieur à dix.

Le rotor du corps basse pression 12a ainsi que l'arbre de soufflante 32 sont guidés à l'amont par des paliers 46, 48 et 50. Ces paliers 46, 48, 50 sont par exemple du type à billes ou à rouleaux et comprennent chacun une bague interne montée sur l'arbre à guider, une bague externe portée par un support annulaire de paliers et un roulement entre les bagues.

De façon connue, le réducteur 33 est du type à train épicycloïdal et comprend un solaire centré sur l'axe A, une couronne s'étendant autour de l'axe et des satellites qui engrènent avec le solaire et la couronne et sont portés par un porte-satellites.

Dans l'exemple représenté, la couronne 33b est fixe et reliée fixement à un support 52 des paliers 46, 48. Le porte-satellites est tournant et relié à un arbre de sortie 54 du réducteur qui comprend en outre un arbre d'entrée 56 engrené avec le solaire. L'arbre d'entrée 56 est accouplé à l'arbre principal 70 du corps basse pression, et l'arbre de sortie 54 est accouplé avec l'arbre de soufflante 32.

L'arbre d'entrée 56 est guidé par le palier 50 qui est porté par un support de palier 60 (figure 1). L'arbre de sortie 54 est guidé par les paliers 46, 48.

Les supports de paliers 52, 60 s'étendent autour de l'axe A et sont des pièces fixes reliées au stator et par exemple au carter d'entrée 40.

La figure 2 est une vue à plus grande échelle d'une partie d'une turbomachine et illustre une zone d'installation d'une machine électrique 62, cette zone Z étant ici située en aval du réducteur 33 et en amont du carter intermédiaire 61.

Cette zone Z de forme annulaire est délimitée radialement à l'intérieur par l'arbre 70 principal du corps basse pression 12a ainsi que par l'arbre d'entrée 56 du réducteur 33, et radialement à l'extérieur par les éléments qui délimitent intérieurement la veine I d'écoulement du flux primaire 36. Ces éléments comprennent, d'amont en aval, d'une part une paroi annulaire interne 66a, une virole annulaire 64a, puis les disques 72a des roues 72 et les plateformes internes 74a des redresseurs aubagés 74 du compresseur basse pression 20.

La paroi 66a entoure le réducteur 33 et fait partie du carter d'entrée 40 car elle est reliée aux extrémités radialement internes des bras 42 dont les extrémités radialement externes sont reliées à une autre paroi annulaire externe 66b. La virole 64a s'étend autour de la machine électrique 62 et dans le prolongement de la paroi 66a.

La virole 64a est une virole interne et est entourée par une virole externe 64b, les viroles 64a, 64b définissant entre elles une portion de la veine I d'écoulement du flux primaire 36 en aval du carter d'entrée 40 et en amont du compresseur basse pression 20 et du carter intermédiaire 61. La virole 64b s'étend depuis l'extrémité aval de la paroi 66b jusqu'à une paroi 20a qui entoure les roues 72 et les redresseurs 74 du compresseur basse pression 20. La virole 64b peut être reliée ou formée d'une seule pièce avec cette paroi 20a.

Classiquement, cette paroi 20a comprend d'une part des moyens 76 de guidage en rotation et de calage variable des aubes des redresseurs 74 autour d'axes sensiblement radiaux, et des revêtements annulaires abradables 78 entourant les roues 72.

5 La virole 64a a son extrémité aval qui est également reliée ou fixée à des moyens 76 de guidage en rotation des aubes de redresseurs 74 autour des mêmes axes. Comme cela est mieux visible à la figure 3, un anneau 80 est rapporté et fixé à l'extrémité aval de la virole 64a par une série annulaire de vis 82 s'étendant sensiblement axialement. La virole 64a et  
10 l'anneau 80 forment une des plateformes 74a précitées et définissent entre eux des logements cylindriques 84 orientés radialement de réception et de guidage de pivots cylindriques 74b radialement internes des aubes de redresseurs 74. Le pivot de chaque aube peut être guidé dans ce logement 84 par une douille cylindrique 86 qui peut être maintenue radialement dans  
15 le logement par l'intermédiaire des vis 82 par exemple.

L'anneau 80 a en section axiale une forme générale en C dont l'ouverture est orientée axialement. Cet anneau 80 comprend un rebord périphérique externe 80a sensiblement cylindrique qui s'étend dans le prolongement de la virole 64a et définit intérieurement la veine I, et un  
20 rebord périphérique interne 80b sensiblement cylindrique qui porte un revêtement annulaire 80c en matériau abradable destiné à coopérer avec des léchettes 80d portées par le disque 72a de la roue amont du compresseur 20.

Les disques 72a des roues 72 du compresseur 20 sont fixés à un  
25 tourillon 88 qui est entraîné par l'arbre 70 par l'intermédiaire d'un arbre intermédiaire 90 (figure 2).

Le tourillon 88 a une forme annulaire et présente en section axiale une forme générale en T. Le tourillon 88 comprend une branche annulaire radiale 88a dont la périphérie interne est reliée à une branche cylindrique  
30 88b. La périphérie externe de la branche radiale 88a est fixée par des vis à des brides des disques 72a des roues 72, et la branche cylindrique 88b

comprend des cannelures internes 88c d'accouplement à des cannelures externes de l'arbre intermédiaire 90.

L'arbre intermédiaire 90 a une forme générale tubulaire et comprend un tronçon amont 90a et un tronçon aval 90b. Le tourillon 88 est monté sur le tronçon aval 90b de l'arbre intermédiaire 90, ce tronçon aval 90b comportant des cannelures internes 90c d'accouplement à des cannelures externes de l'arbre principal 70, ainsi qu'un épaulement cylindrique 90d d'appui axial vers l'aval du tourillon 88 et en particulier de l'extrémité aval de sa branche cylindrique 88b. L'arbre intermédiaire 90 peut en outre comprendre une surface cylindrique externe 90e de centrage de la branche 88b et donc du tourillon 88.

Le tronçon amont 90a de l'arbre intermédiaire 90 s'étend autour de l'extrémité aval de l'arbre d'entrée 56 du réducteur 33. Cet arbre d'entrée 56 comprend des cannelures internes 56a d'accouplement avec des cannelures externes de l'arbre principal 70. Par ailleurs, un écrou 92 est serré axialement à l'extrémité amont de l'arbre principal 70 et prend appui axialement sur l'arbre d'entrée 56 pour le serrer axialement contre l'arbre intermédiaire 90 qui prend lui-même appui axialement sur un épaulement cylindrique 70a de l'arbre principal 70.

À son extrémité aval, l'arbre intermédiaire 90 porte la bague interne 50a du palier 50, ici à billes, dont la bague externe 50b est portée par le support de palier 60. Ce support 60 a une forme générale tronconique et est évasé axialement vers l'aval. Son extrémité aval de plus grand diamètre est fixée au carter intermédiaire 61.

Ce type de palier 50 est classiquement lubrifié et est situé dans une enceinte annulaire de lubrification qui est rendue étanche pour éviter toute fuite d'huile en particulier vers l'amont, dans la zone Z d'implantation de la machine électrique 62.

La machine 62 a une forme générale annulaire et comprend un rotor 62a et un stator 62b qui entoure le rotor 62a. Le rotor 62a a une forme

générale cylindrique s'étendant autour de l'axe A et est fixé à un organe annulaire 94 s'étendant également autour de l'axe A.

L'organe 94 présente en section axiale une forme générale en T. L'organe 94 comprend une branche annulaire radiale 94a dont la périphérie interne est reliée à une branche cylindrique 94b. La périphérie externe de la  
5 branche radiale 94a est fixée par des vis au rotor 62a, et la branche cylindrique 94b comprend des cannelures internes 94c d'accouplement à des cannelures externes de l'arbre intermédiaire 90, et en particulier de son tronçon amont 90a.

10 L'extrémité aval de la branche cylindrique 94b est d'une part en appui axial sur l'extrémité amont de la branche cylindrique 88b du tourillon 88, et coopère d'autre part avec la surface cylindrique 90e de centrage portée par l'arbre intermédiaire 90.

Un écrou 96 est serré axialement à l'extrémité amont de l'arbre  
15 intermédiaire 90 et prend appui axialement sur l'organe 94 pour le solliciter axialement contre le tourillon 88.

À son extrémité amont, la branche cylindrique 94b de l'organe 94 porte une bague interne 98a d'un palier 98, ici à rouleaux, dont la bague externe 98b est portée par un autre support annulaire de palier 100. Ce  
20 support 100 a une forme générale tronconique et est évasé axialement vers l'amont. Son extrémité amont de plus grand diamètre est fixée au stator 62b de la machine électrique 62.

Le stator 62b a également une forme générale cylindrique. Il comprend à son extrémité amont une bride annulaire radialement interne de fixation de plusieurs brides dont une 100a du support de palier 100. La  
25 bride 62ba du stator 62b est également fixée à une bride 40a du carter d'entrée 40, ainsi qu'à des brides de capots 102 d'étanchéité et/ou de déflecteurs.

La périphérie interne du support de palier 100 peut être équipée d'un  
30 système d'amortissement 104 à film d'huile, connu sous l'appellation anglo-saxonne *squeeze-film*. Elle peut en outre comprendre un rebord cylindrique

100b orienté vers l'aval et comportant un revêtement annulaire interne en matériau abradable.

Deux capots annulaires d'étanchéité 106 peuvent être fixés à l'organe 94 et en particulier à sa branche radiale 94a, et porter des  
5 léchettes annulaires radialement externes destinées à coopérer d'une part avec le revêtement porté par le rebord 100b, ainsi qu'avec un revêtement similaire porté par l'un des capots 102 fixés à la bride 62ba du stator 62b.

Le palier 98 est classiquement lubrifié et est situé dans une enceinte annulaire de lubrification qui est rendue étanche pour éviter toute fuite  
10 d'huile en particulier vers l'aval, dans la zone Z d'implantation de la machine électrique 62.

Le stator 62b est relié par un câble électrique 107 à un circuit de commande, ce câble 107 passant ici à travers un bras tubulaire 42 du carter d'entrée 40.

15 Une des particularités de cette installation réside dans le fait que la machine électrique 62 et en particulier son stator 62b est situé au plus près du flux primaire 36. Ceci permet d'une part de disposer d'une machine électrique 62 à grand diamètre et donc à puissance potentielle supérieure aux technologies proposées jusqu'ici, et d'une machine qui est refroidie par  
20 le flux primaire 36. Dans un cas particulier de réalisation de l'invention, 30KW pourrait être dissipé par ce refroidissement.

Pour cela, la virole 64 qui s'étend, de préférence directement, autour du stator 62b, a sa surface radialement externe qui est balayée par le flux 36 et qui peut de plus avoir un profil aérodynamique, comme représenté  
25 dans le dessin. La virole 64a assure l'échange de calories par conduction thermique entre le stator 62b et le flux 36.

La figure 4 illustre des étapes de montage de la turbomachine 10 et en particulier de modules de cette turbomachine.

30 Une première étape illustrée à la figure 4 consiste à assembler la machine 62, c'est-à-dire à insérer le rotor 62a dans le stator 62b, en fixant

au préalable le support de palier 100 au stator 62b, et l'organe 94 au rotor 62a. Les capots 102, 106 peuvent également être fixés à cet assemblage.

La virole 64a peut alors être montée autour de la machine 62 et le module ainsi formé peut être fixé au compresseur 20, notamment en fixant  
5 l'extrémité aval de la virole 64a à l'anneau 80. La virole 64b est déjà prémontée sur la paroi 20a du compresseur 20, ou formée d'une seule pièce avec cette paroi 20a.

La machine 62 et le compresseur 20 peuvent ensuite être engagés sur l'arbre intermédiaire 90 qui est préalablement monté sur l'arbre principal  
10 70 ou monté par la suite sur cet arbre 70. Le tourillon 88 du compresseur 20 est accouplé avec l'arbre intermédiaire 90 puis l'organe 94 est accouplé avec cet arbre intermédiaire et prend appui axialement sur le tourillon 88. L'écrou 96 serre l'organe 94 et le tourillon 88 contre l'épaulement 90d de l'arbre intermédiaire.

15 L'arbre d'entrée 56 du réducteur 33 est ensuite engagée par translation axiale depuis l'amont entre l'arbre 70 et l'arbre intermédiaire 90. L'arbre d'entrée 56 est accouplé avec l'arbre principal 70 et l'écrou 96 est serré pour bloquer axialement l'arbre d'entrée ainsi que l'arbre intermédiaire 90 sur l'arbre principal 70.

20

La figure 5 illustre une variante de réalisation d'une turbomachine selon l'invention.

Les éléments décrits dans ce qui précède et qui se retrouvent dans cette variante de réalisation sont désignés par les mêmes références.

25 La zone Z d'implantation de la machine électrique 62 est ici située en aval du réducteur 33 et du compresseur 20, et en amont du carter intermédiaire 61.

30 Cette zone Z de forme annulaire est délimitée radialement à l'intérieur par l'arbre 70 principal du corps basse pression 12a ainsi que par l'arbre d'entrée 56 du réducteur 33, et radialement à l'extérieur par les éléments qui délimitent intérieurement la veine I d'écoulement du flux

primaire 36. Ces éléments comprennent ici, d'amont en aval, , les disques 72a des roues 72 et les plateformes internes 74a des redresseurs aubagés 74 du compresseur basse pression 20, la virole annulaire 64a, puis une paroi annulaire interne 108a.

5 La paroi 108a fait partie du carter intermédiaire car elle est reliée aux extrémités radialement internes de bras 110 dont les extrémités radialement externes sont reliées à une autre paroi annulaire externe 108b. La virole 64a s'étend autour de la machine électrique 62 et dans le prolongement des disques 72a des roues 72 et des plateformes internes  
10 74a des redresseurs aubagés 74 du compresseur 20.

La virole 64a est une virole interne et est entourée par une virole externe 64b, les viroles 64a, 64b définissant entre elles une portion de la veine I d'écoulement du flux primaire 36 en aval du compresseur basse pression 20 et en amont du carter intermédiaire 61. La virole 64b s'étend  
15 depuis l'extrémité aval de la paroi 20a jusqu'à une paroi annulaire externe 108b qui est reliée aux extrémités radialement externe des bras 110 et fait donc partie du carter intermédiaire 61. La virole 64b peut être reliée ou formée d'une seule pièce avec la paroi 20a.

Classiquement, cette paroi 20a comprend d'une part des moyens 76  
20 de guidage en rotation et de calage variable des aubes des redresseurs 74 autours d'axes sensiblement radiaux, et des revêtements annulaires abradables 78 entourant les roues 72.

La virole 64a comprend à son extrémité amont un rebord cylindrique 112 orienté vers l'amont et portant un revêtement annulaire en matériau  
25 abradable destiné à coopérer avec des léchettes 80d portées par le disque 72a de la roue aval du compresseur 20.

Les disques 72a des roues 72 du compresseur 20 sont fixés à un tourillon 88 qui est entraîné par l'arbre 70 par l'intermédiaire d'un arbre intermédiaire 90.

30 Le tourillon 88 a une forme annulaire et présente en section axiale une forme générale en T. Le tourillon 88 comprend une branche annulaire

radiale 88a dont la périphérie interne est reliée à une branche cylindrique 88b. La périphérie externe de la branche radiale 88a est fixée par des vis à des brides des disques 72a des roues 72, et la branche cylindrique 88b comprend des cannelures internes 88c d'accouplement à des cannelures  
5 externes de l'arbre intermédiaire 90.

L'arbre intermédiaire 90 a une forme générale tubulaire et comprend un tronçon amont 90a et un tronçon aval 90b. Le tourillon 88 est monté sur le tronçon amont 90a de l'arbre intermédiaire 90, l'arbre 90 comportant des cannelures internes 90c d'accouplement à des cannelures externes de  
10 l'arbre principal 70. L'arbre intermédiaire 90 peut en outre comprendre une surface cylindrique externe 90e de centrage de la branche 88b et donc du tourillon 88.

L'arbre d'entrée 56 du réducteur 33 comprend des cannelures internes 56a d'accouplement avec des cannelures externes de l'arbre principal 70. Par ailleurs, un écrou 92 est serré axialement à l'extrémité  
15 amont de l'arbre principal 70 et prend appui axialement sur l'arbre d'entrée 56 pour le serrer axialement contre le tourillon 88 qui prend lui-même appui axialement sur un épaulement cylindrique 70a de l'arbre principal 70.

À son extrémité aval, l'arbre intermédiaire 90 porte la bague interne  
20 50a du palier 50, ici à billes, dont la bague externe 50b est portée par le support de palier 60. Ce support 60 a une forme générale tronconique et est évasé axialement vers l'aval. Son extrémité aval de plus grand diamètre est fixée au carter intermédiaire 61.

Ce type de palier 50 est classiquement lubrifié et est situé dans une  
25 enceinte annulaire de lubrification qui est rendue étanche pour éviter toute fuite d'huile en particulier vers l'amont, dans la zone Z d'implantation de la machine électrique 62.

La machine 62 a une forme générale annulaire et comprend un rotor 62a et un stator 62b qui entoure le rotor 62a. Le rotor 62a a une forme  
30 générale cylindrique s'étendant autour de l'axe A et est relié à un organe annulaire 94 s'étendant également autour de l'axe A.

L'organe 94 présente en section axiale une forme générale en T ou C. L'organe 94 comprend une branche annulaire radiale 94a dont la périphérie interne est reliée à une branche cylindrique 94b. La périphérie externe de la branche radiale 94a est reliée au rotor 62a, et la branche  
5 cylindrique 94b comprend des cannelures internes 94c d'accouplement à des cannelures externes de l'arbre intermédiaire 90, et en particulier de son tronçon aval 90b.

L'extrémité aval de la branche cylindrique 94b est d'une part en appui axial sur un épaulement cylindrique 90d de l'arbre intermédiaire 90,  
10 et son extrémité amont est en appui axial vers l'amont sur l'extrémité aval du tourillon 88. Cette extrémité amont de la branche 94b coopère et en d'autre part avec la surface cylindrique 90e de centrage portée par l'arbre intermédiaire 90.

Un écrou 96 est serré axialement à l'extrémité amont de l'arbre  
15 intermédiaire 90 et prend appui axialement sur le tourillon 88 pour le solliciter axialement contre l'organe 94.

À son extrémité amont, l'arbre intermédiaire 90 porte une bague interne 98a d'un palier 98, ici à rouleaux, dont la bague externe 98b est portée par un autre support annulaire de palier 100. Ce support 100 a une  
20 forme générale tronconique et est évasé axialement vers l'amont. Son extrémité amont de plus grand diamètre est fixée au carter d'entrée 40.

Le stator 62b a également une forme générale cylindrique. Il comprend à son extrémité aval une bride annulaire 62ba de fixation de plusieurs brides dont une de la virole 108a. La bride 62ba du stator 62b est  
25 également fixée à une bride du support de palier 60.

La périphérie interne du support de palier 60 peut être équipée d'un système d'amortissement 104 à film d'huile, connu sous l'appellation anglo-saxonne *squeeze-film*.

Le palier 98 est classiquement lubrifié et est situé dans une enceinte  
30 annulaire de lubrification qui est rendue étanche pour éviter toute fuite

d'huile en particulier vers l'aval, dans la zone Z d'implantation de la machine électrique 62.

Le stator 62b est relié par un câble électrique 107 à un circuit de commande, ce câble 107 passant ici à travers un bras tubulaire 110 du carter intermédiaire 61.

Comme dans le précédent mode de réalisation, la virole 64a qui s'étend, de préférence directement, autour du stator 62b, a sa surface radialement externe qui est balayée par le flux 36 et qui peut de plus avoir un profil aérodynamique, comme représenté dans le dessin. La virole 64a assure l'échange de calories par conduction thermique entre le stator 62b et le flux 36.

Les figures 6 et 7 illustrent une autre variante de réalisation de l'invention. La zone Z d'installation de la machine électrique 62' est ici similaire à celle du précédent mode de réalisation de la figure 5.

La machine électrique 62' diffère de la machine 62 du précédent mode de réalisation en ce que le rotor 62a s'étend ici autour du stator 62b et est ainsi situé au plus près de la veine I d'écoulement du flux primaire 36.

Le stator 62b est fixé au carter intermédiaire 61 et au support de palier 60, comme évoqué dans ce qui précède. Le stator 62b comprend en outre une bride annulaire radialement interne 114 de fixation d'un autre support annulaire 116 de paliers 117 ici de guidage en rotation du rotor 62a.

Ce support de paliers 116 a en section une forme générale en T et comprend une branche cylindrique radialement interne 116a reliée à la périphérie interne d'une branche annulaire 116b sensiblement tronconique dont la périphérie externe est fixée à la bride 114.

Le rotor 62a a une forme générale cylindrique et est relié ou intégré à un organe annulaire 118 à section axiale de forme générale en C. Cet organe 118 comprend deux parties annulaires, respectivement interne

118b et externe 118a, qui s'étendent l'une autour de l'autre et dont les extrémités amont sont reliées entre elles par un fond annulaire 118c. L'organe 118 définit ainsi une ouverture qui est ici orientée axialement vers l'aval et dans laquelle sont logés le stator 62b ainsi que le support de  
5 paliers 116.

Le rotor 62a est intégré à la partie externe 118a de l'organe 118 ou forme cette partie externe 118a. Cette partie externe 118a est entourée, ici directement par la virole 64a avec un jeu prédéterminé.

Le fond 118c de l'organe 118 comprend un voile annulaire 118cb  
10 s'étendant axialement vers l'aval et donc dans l'ouverture et coopérant à étanchéité avec le support de paliers 116 ou un capot annulaire 120 fixé à la bride 114. L'étanchéité est assurée par un joint à labyrinthe dont les léchettes annulaires sont par exemple portées par le voile 118cb et le revêtement abradable est porté par le capot 120.

15 Le fond 118c comprend en outre un voile annulaire 118ca s'étendant axialement vers l'amont et coopérant à étanchéité avec le tourillon 88. L'étanchéité est assurée par un joint à labyrinthe dont les léchettes annulaires sont par exemple portées par le tourillon 88 et le revêtement abradable est porté par le voile 118ca.

20 La partie 118b de l'organe 118 s'étend radialement à l'intérieur du stator 62b et du support de paliers 116, et les paliers 117 sont montés entre la partie 118b et ce support de paliers 116 afin de guider en rotation le rotor 62a vis-à-vis du stator 62b.

Les paliers 117 sont ici au nombre de deux et écartés axialement  
25 l'un de l'autre. A titre d'exemple, le palier amont est à rouleaux et le palier aval est à billes.

L'organe 118 et en particulier sa partie 118b entoure le tronçon aval  
30 90b de l'arbre intermédiaire 90 et est accouplé à cet arbre par l'intermédiaire d'une pièce annulaire 126 d'accouplement mais ici aussi d'amortissement.

Cette pièce 126 est ici serrée axialement entre le tourillon 88, situé à l'amont, et l'épaulement 90d de l'arbre intermédiaire 90, et donc en lieu et place de la branche cylindrique 94b du précédent mode de réalisation.

La pièce 126 comprend une portion cylindrique radialement interne 126a s'étendant entre le tourillon 88 et l'épaulement 90d et accouplée par des cannelures internes 126c à des cannelures externes complémentaires de l'arbre intermédiaire 90, et une portion de souplesse radialement externe 126b. Cette portion 126b a une demi section axiale en forme de C dont l'ouverture est orientée axialement, ici vers l'amont. Cette portion 126b comprend à sa périphérie externe des cannelures externes 126d qui coopèrent avec des cannelures internes complémentaires de la partie 118b de l'organe 118.

La figure 7 illustre des étapes de montage de la turbomachine 10 de la figure 6 et en particulier de modules de cette turbomachine.

Une première étape consiste à assembler la machine 62', c'est-à-dire à insérer le stator 62b, le support de paliers 116 et les paliers 117, dans l'ouverture délimitée par le rotor 62a et son organe 118. Les voiles 118ca, 118cb et capot 120 peuvent également être fixés à cet assemblage.

La machine 62' et le compresseur 20 peuvent ensuite être engagés sur l'arbre intermédiaire 90 qui est préalablement monté sur l'arbre principal 70. Le tourillon 88 du compresseur 20 est accouplé avec l'arbre intermédiaire 90 et prend appui axialement sur la pièce 126 préalablement montée sur l'arbre 90. L'écrou 96 serre le tourillon 88 et cette pièce 126 contre l'épaulement 90d de l'arbre intermédiaire 90.

L'arbre d'entrée 56 du réducteur 33 est ensuite engagé par translation axiale depuis l'aval, entre l'arbre 70 et l'arbre intermédiaire 90. L'arbre d'entrée 56 est accouplé avec l'arbre principal 70 et l'écrou 92 est serré pour bloquer axialement l'arbre d'entrée 56 ainsi que l'arbre intermédiaire 90 sur l'arbre principal 70.

La figure 8 illustre une autre variante de réalisation de l'invention. La zone Z d'installation de la machine électrique 62 est ici similaire à celle du mode de réalisation de la figure 5.

La machine électrique 62 est similaire à celle de la figure 5 à l'exception du fait que le capot C de son stator 62b est dissocié de la virole 64a. Les autres caractéristiques de cette variante de réalisation sont similaires à celles du mode de réalisation de la figure 5.

**REVENDEICATIONS**

1. Turbomachine (10) d'aéronef, comportant un générateur de gaz (12) et une soufflante (14) disposée en amont du générateur de gaz et configurée pour générer un flux principal de gaz (F) dont une partie s'écoule dans une veine du générateur de gaz pour former un flux primaire (36), et dont une autre partie s'écoule dans une veine autour du générateur de gaz pour former un flux secondaire (38), le générateur de gaz comportant un corps basse pression (12a) qui comprend un rotor (70) entraînant la soufflante et qui comprend un compresseur basse pression (20) situé en amont d'un carter intermédiaire (61), la turbomachine comportant en outre une machine électrique (62, 62'), caractérisée en ce que la machine électrique est montée coaxialement au rotor du corps basse pression en aval de la soufflante et en amont du carter intermédiaire, la turbomachine comportant en outre un arbre intermédiaire (90) qui est entraîné par le rotor du corps basse pression et qui entraîne des rotors (62a) de la machine électrique et du compresseur basse pression.
2. Turbomachine (10) selon la revendication 1, dans laquelle la machine électrique (62, 62') est située en amont du compresseur basse pression (20).
3. Turbomachine (10) selon la revendication 1, dans laquelle la machine électrique (62) est située en aval du compresseur basse pression (20).
4. Turbomachine (10) selon l'une des revendications 1 à 3, dans laquelle la machine électrique (62, 62') comprend un stator (62b) qui entoure son rotor (62a) et qui est configuré pour être refroidi par ledit flux primaire (36).
5. Turbomachine (10) selon l'une des revendications 1 à 4, dans laquelle ledit arbre intermédiaire (90) a une forme générale tubulaire et est configuré pour être traversé par ledit rotor du corps basse pression (12a),

l'arbre intermédiaire comportant des cannelures internes (90c) d'accouplement en rotation audit rotor du corps basse pression.

5 6. Turbomachine (10) selon la revendication précédente, dans laquelle ledit arbre intermédiaire (90) comprend des tronçons (90a, 90b) adjacents destinés à être entourés respectivement par un tourillon (88) du rotor du compresseur basse pression (20) et, soit par un organe (94) relié ou fixé au rotor (62a) de la machine électrique (62), soit par une pièce (126) reliée ou fixée au stator (62b) de la machine électrique (62'), ledit arbre intermédiaire comportant des cannelures externes d'accouplement au  
10 tourillon et à cet organe.

7. Turbomachine (10) selon la revendication précédente, dans laquelle ledit tourillon (88), d'une part, et ledit organe (94) ou ladite pièce (126), d'autre part, sont serrés axialement l'un contre l'autre et sur un épaulement cylindrique (90d) dudit arbre intermédiaire (90), par un écrou (96) rapporté et vissé sur ledit arbre intermédiaire.  
15

8. Turbomachine (10) selon l'une des revendications 5 à 7, dans laquelle la soufflante (14) est entraînée par le rotor du corps basse pression (12a) par l'intermédiaire d'un réducteur (33), la machine électrique (62, 62') étant située en aval du réducteur qui comprend un  
20 arbre d'entrée (56) dont une extrémité aval est engagée sur une extrémité amont du rotor du corps basse pression (12a) et est serré axialement contre ledit arbre intermédiaire (90) par un écrou (92) rapporté et fixé sur cette extrémité amont.

9. Procédé d'assemblage modulaire d'une turbomachine (10) selon  
25 l'une des revendications précédentes, comprenant les étapes consistant à :

- (a) monter et fixer le rotor (62a) de la machine électrique (62, 62') et le rotor du compresseur basse pression (20) sur ledit arbre intermédiaire (90), par translation axiale, et
- 30 (b) monter et fixer ledit arbre intermédiaire (90) sur le rotor du corps basse pression (12a), par translation axiale.

10. Procédé selon la revendication précédente, la turbomachine (10) étant telle que définie à la revendication 8, comprenant une étape supplémentaire consistant en outre à :

- 5 (c) monter et fixer l'arbre d'entrée (56) du réducteur (33) sur le rotor du corps basse pression (12a), par translation axiale.

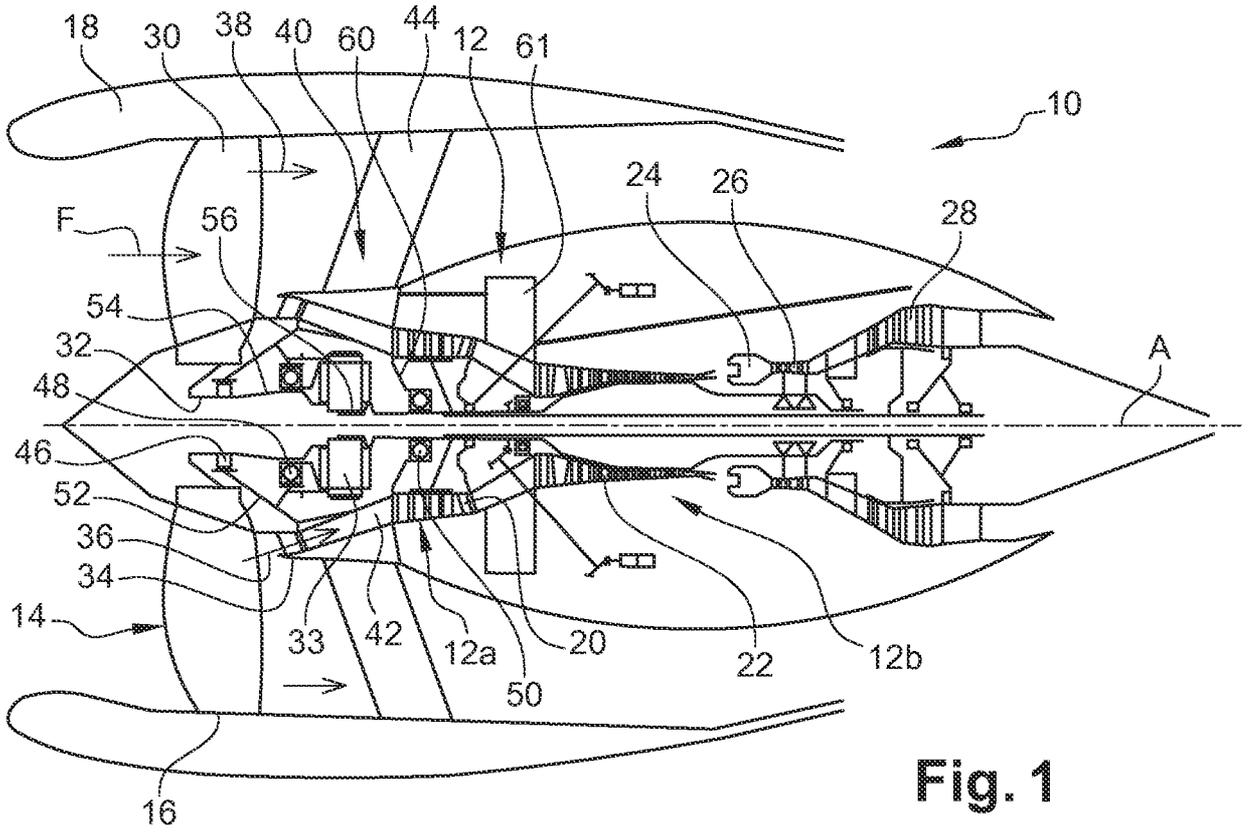


Fig. 1

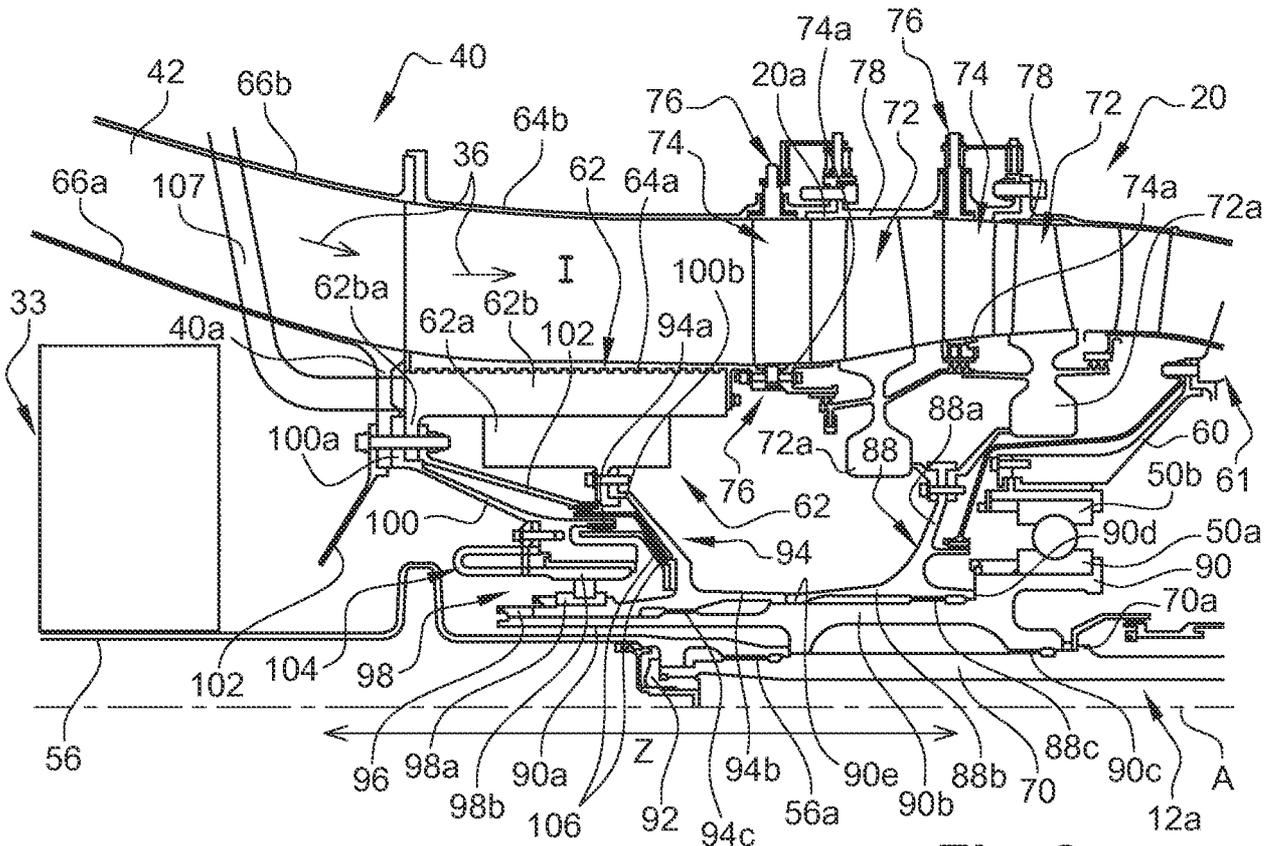


Fig. 2

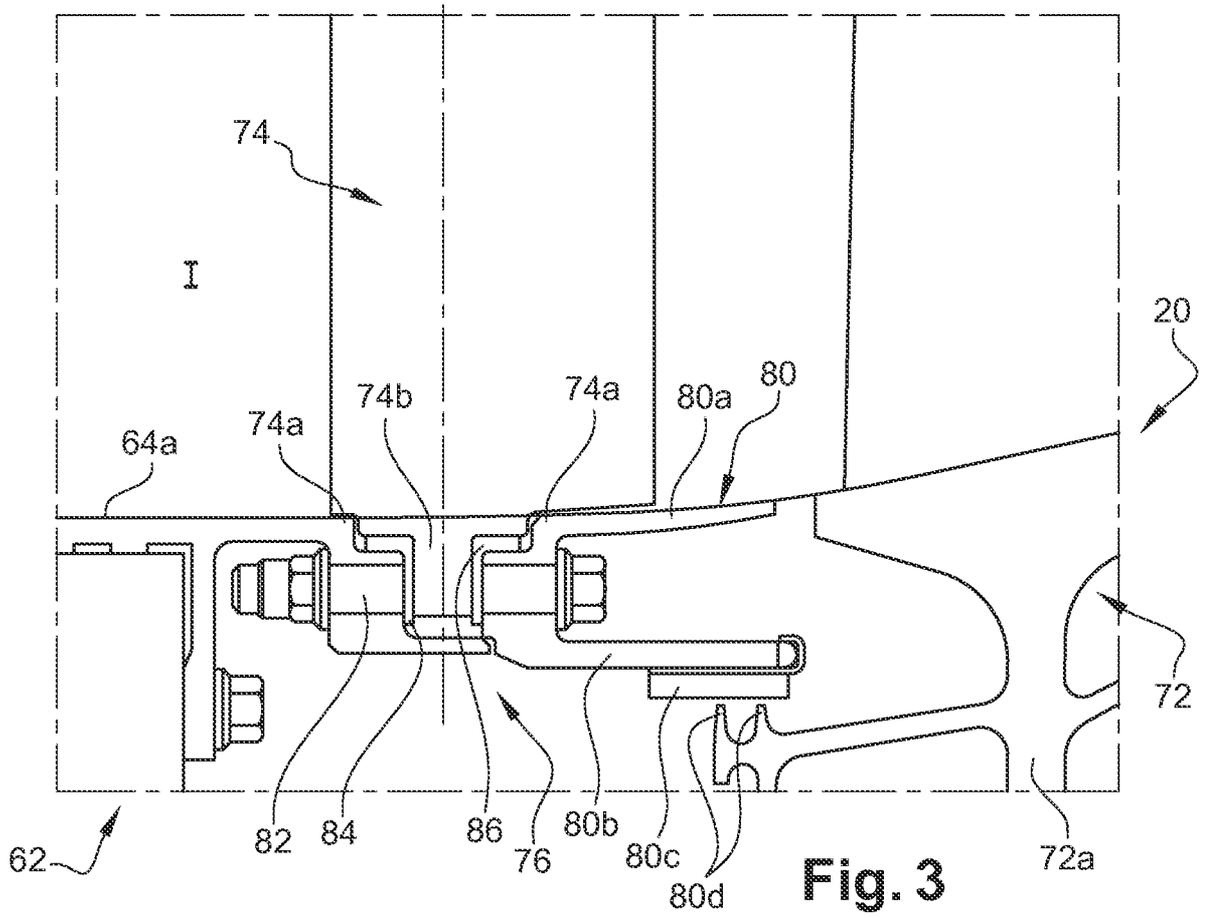


Fig. 3

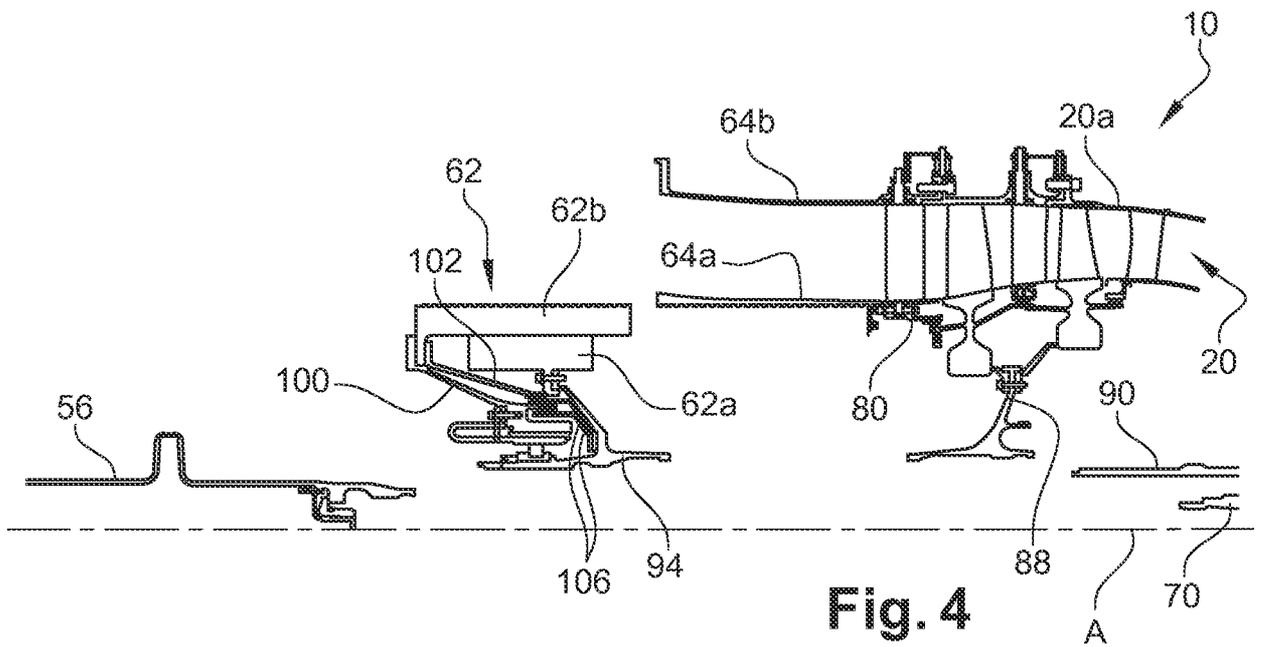


Fig. 4

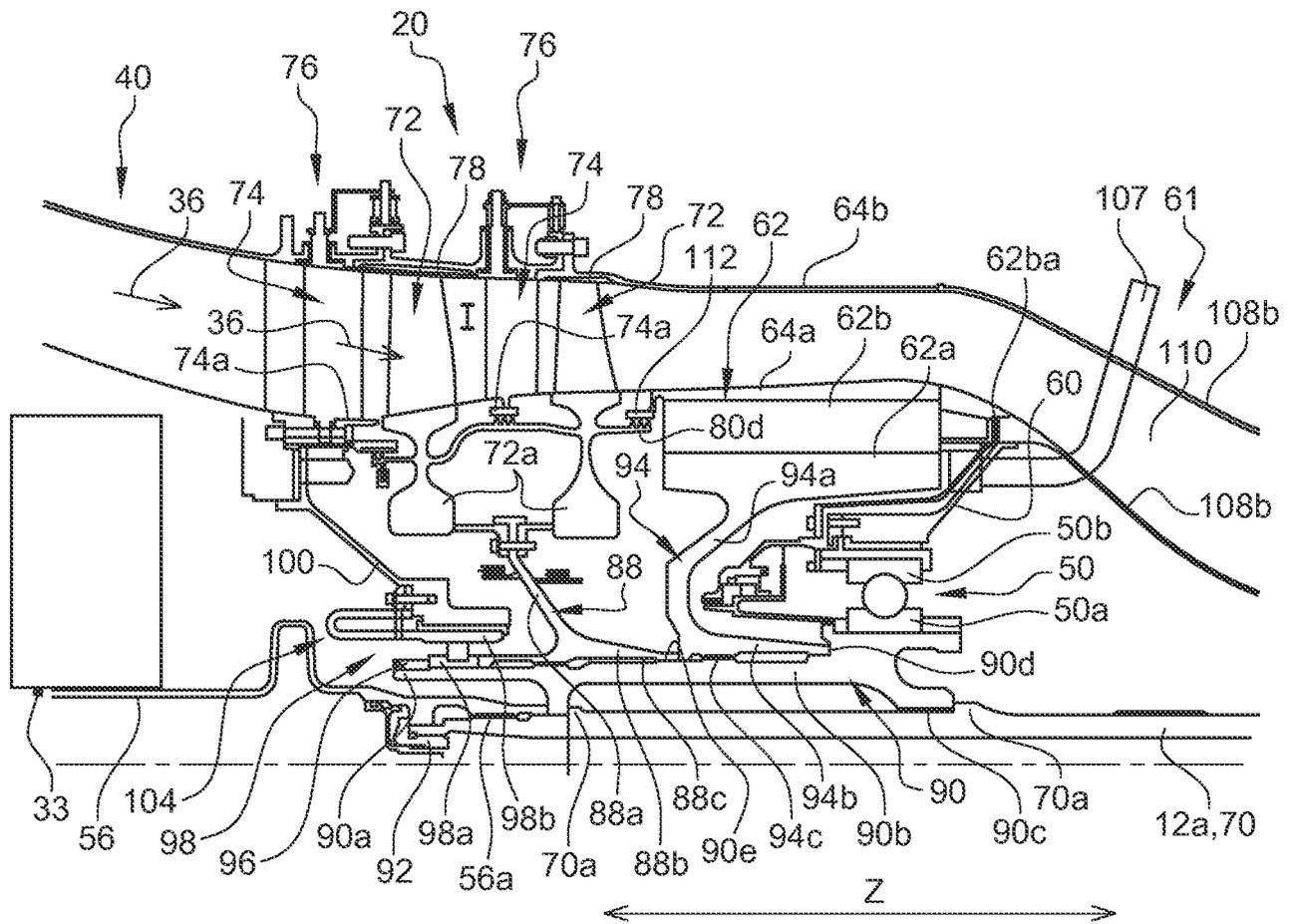


Fig. 5

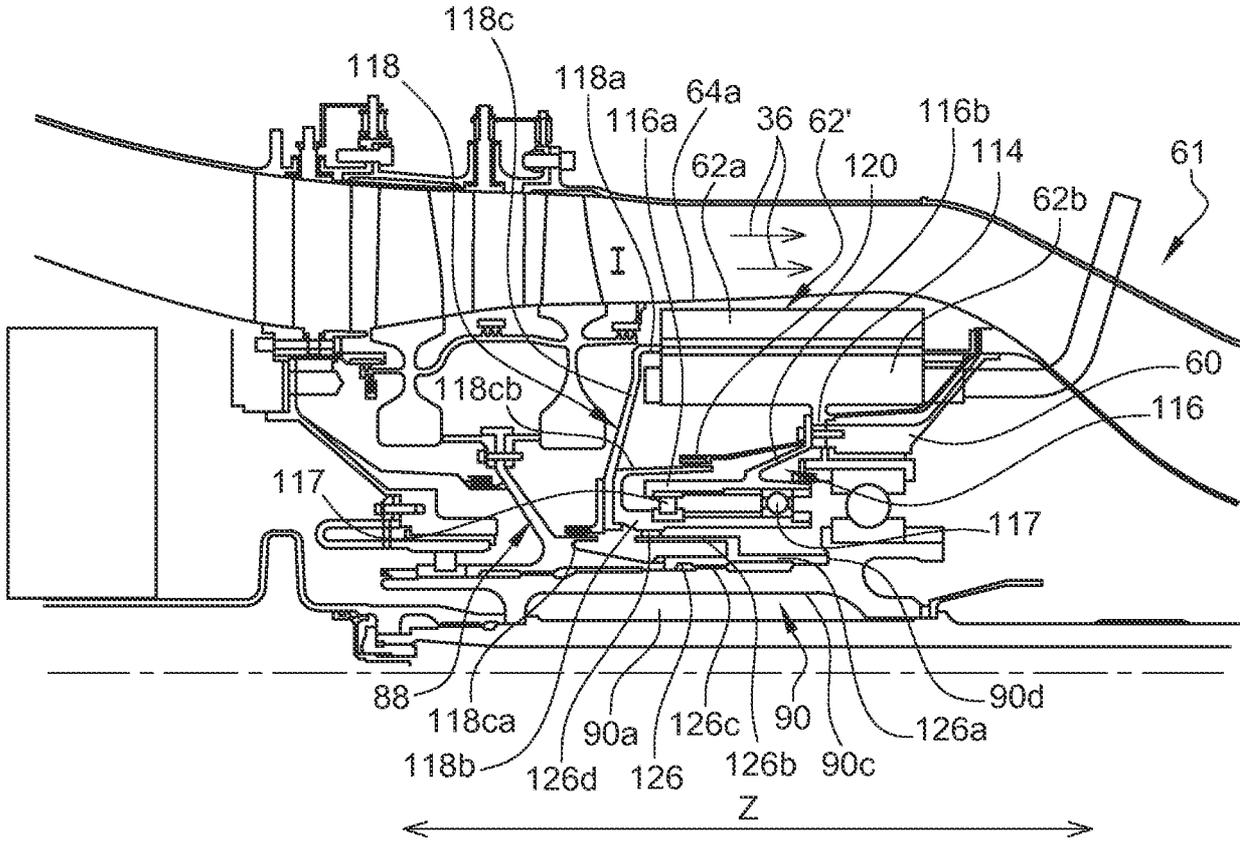


Fig. 6

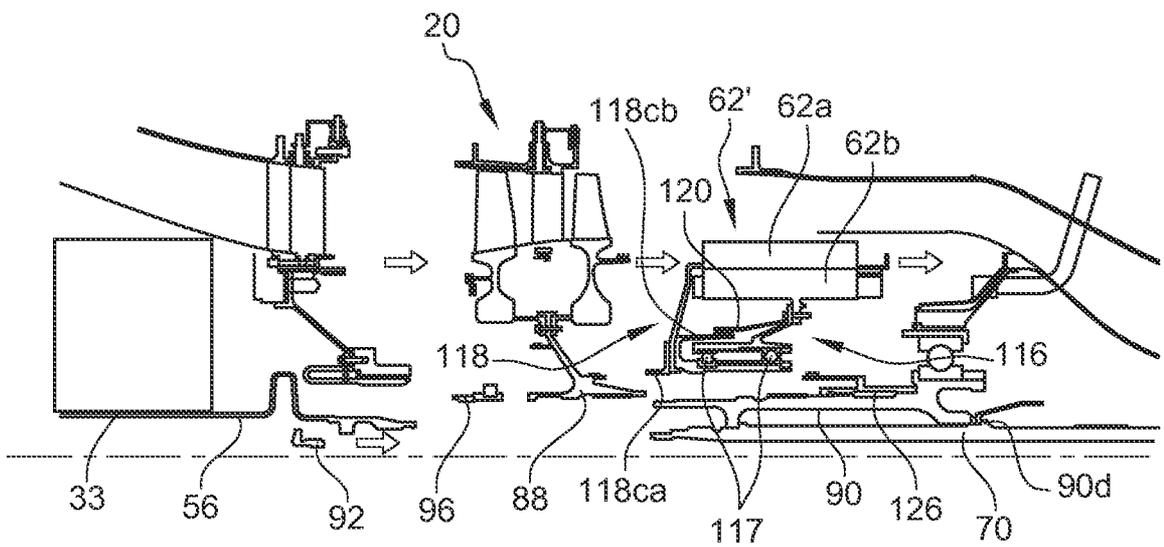


Fig. 7

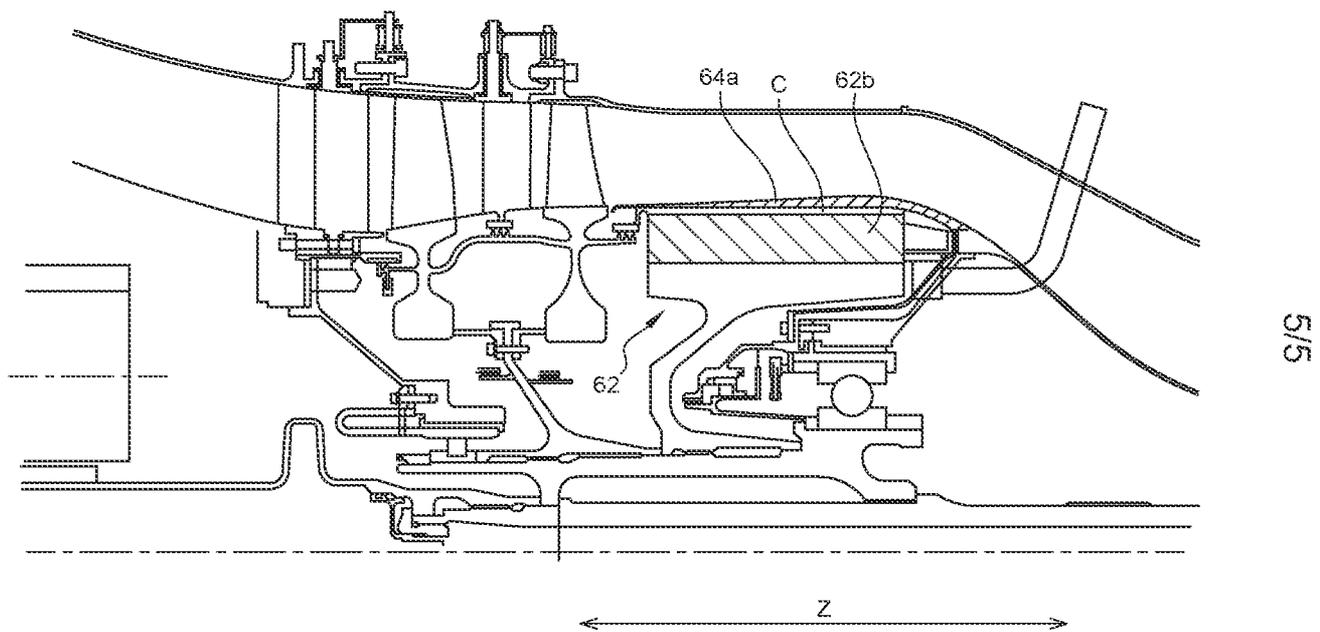


Fig. 8

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

**PCT/FR2019/052403**

<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b>		
<i>F01D 5/02</i> (2006.01)i; <i>F01D 15/10</i> (2006.01)i; <i>F02C 7/36</i> (2006.01)i; <i>F02C 7/268</i> (2006.01)i; <i>F02C 7/32</i> (2006.01)i		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b>		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) F01D; F02K; F02C		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) EPO-Internal, WPI Data		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X A	EP 2270315 A2 (GEN ELECTRIC [US]) 05 January 2011 (2011-01-05) paragraphs [0016] - [0018], [0021]; figures 1, 2	1-3,9,10 4-8
A	US 3264482 A (WILLIAM CLARK KENNETH ET AL) 02 August 1966 (1966-08-02) figure 1	1-10
A	FR 2922265 A1 (SNECMA SA [FR]) 17 April 2009 (2009-04-17) figures 1, 2	1-10
A	EP 1841960 A1 (UNITED TECHNOLOGIES CORP [US]) 10 October 2007 (2007-10-10) figures 2, 3	1-10
A	EP 1382802 A1 (SNECMA MOTEURS [FR]) 21 January 2004 (2004-01-21) figures 1-3	1-10
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
<p>* Special categories of cited documents:</p> <p>“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date</p> <p>“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)</p> <p>“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p> <p>“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention</p> <p>“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone</p> <p>“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art</p> <p>“&amp;” document member of the same patent family</p>		
Date of the actual completion of the international search <b>10 January 2020</b>		Date of mailing of the international search report <b>27 January 2020</b>
Name and mailing address of the ISA/EP <b>European Patent Office p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk Netherlands</b> Telephone No. (+31-70)340-2040 Facsimile No. (+31-70)340-3016		Authorized officer <b>Rolé, Florian</b>  Telephone No.

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
**Information on patent family members**

International application No.

**PCT/FR2019/052403**

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
EP	2270315	A2	05 January 2011	CA 2707943 A1	30 December 2010
				EP 2270315 A2	05 January 2011
				JP 5634770 B2	03 December 2014
				JP 2011012675 A	20 January 2011
				US 2010326050 A1	30 December 2010
US	3264482	A	02 August 1966	GB 1041587 A	07 September 1966
				US 3264482 A	02 August 1966
FR	2922265	A1	17 April 2009	NONE	
EP	1841960	A1	10 October 2007	EP 1841960 A1	10 October 2007
				US 2009120100 A1	14 May 2009
				WO 2006060014 A1	08 June 2006
EP	1382802	A1	21 January 2004	EP 1382802 A1	21 January 2004
				FR 2842565 A1	23 January 2004
				RU 2321755 C2	10 April 2008
				US 2004070211 A1	15 April 2004

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°  
PCT/FR2019/052403

<b>A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE</b> INV. F01D5/02      F01D15/10      F02C7/36      F02C7/268      F02C7/32 ADD.				
Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB				
<b>B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE</b> Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement) F01D F02K F02C				
Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche				
Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si cela est réalisable, termes de recherche utilisés) EPO-Internal, WPI Data				
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS</b>				
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées		
X	EP 2 270 315 A2 (GEN ELECTRIC [US]) 5 janvier 2011 (2011-01-05)	1-3,9,10		
A	alinéas [0016] - [0018], [0021]; figures 1, 2	4-8		
A	----- US 3 264 482 A (WILLIAM CLARK KENNETH ET AL) 2 août 1966 (1966-08-02) figure 1	1-10		
A	----- FR 2 922 265 A1 (SNECMA SA [FR]) 17 avril 2009 (2009-04-17) figures 1, 2	1-10		
A	----- EP 1 841 960 A1 (UNITED TECHNOLOGIES CORP [US]) 10 octobre 2007 (2007-10-10) figures 2, 3	1-10		
	----- -/--			
<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 50%; border: none;"><input checked="" type="checkbox"/> Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents</td> <td style="width: 50%; border: none;"><input checked="" type="checkbox"/> Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe</td> </tr> </table>			<input checked="" type="checkbox"/> Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents	<input checked="" type="checkbox"/> Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe
<input checked="" type="checkbox"/> Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents	<input checked="" type="checkbox"/> Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe			
* Catégories spéciales de documents cités:				
"A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent "E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date "L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée) "O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens "P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée	"T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention "X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément "Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier "&" document qui fait partie de la même famille de brevets			
Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée	Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale			
10 janvier 2020	27/01/2020			
Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale	Fonctionnaire autorisé			
Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Rolé, Florian			

C(suite). DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	EP 1 382 802 A1 (SNECMA MOTEURS [FR]) 21 janvier 2004 (2004-01-21) figures 1-3 -----	1-10

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/FR2019/052403

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
EP 2270315	A2	05-01-2011	CA 2707943 A1	30-12-2010
			EP 2270315 A2	05-01-2011
			JP 5634770 B2	03-12-2014
			JP 2011012675 A	20-01-2011
			US 2010326050 A1	30-12-2010
-----				
US 3264482	A	02-08-1966	GB 1041587 A	07-09-1966
			US 3264482 A	02-08-1966
-----				
FR 2922265	A1	17-04-2009	AUCUN	
-----				
EP 1841960	A1	10-10-2007	EP 1841960 A1	10-10-2007
			US 2009120100 A1	14-05-2009
			WO 2006060014 A1	08-06-2006
-----				
EP 1382802	A1	21-01-2004	EP 1382802 A1	21-01-2004
			FR 2842565 A1	23-01-2004
			RU 2321755 C2	10-04-2008
			US 2004070211 A1	15-04-2004
-----				