

(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 2020/109703 A1

(43) Date de la publication internationale
04 juin 2020 (04.06.2020)

(51) Classification internationale des brevets :
F02C 3/107 (2006.01) F02C 7/36 (2006.01)
F01D 25/16 (2006.01)

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/FR2019/052775

(22) Date de dépôt international :
21 novembre 2019 (21.11.2019)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
1871930 27 novembre 2018 (27.11.2018) FR

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

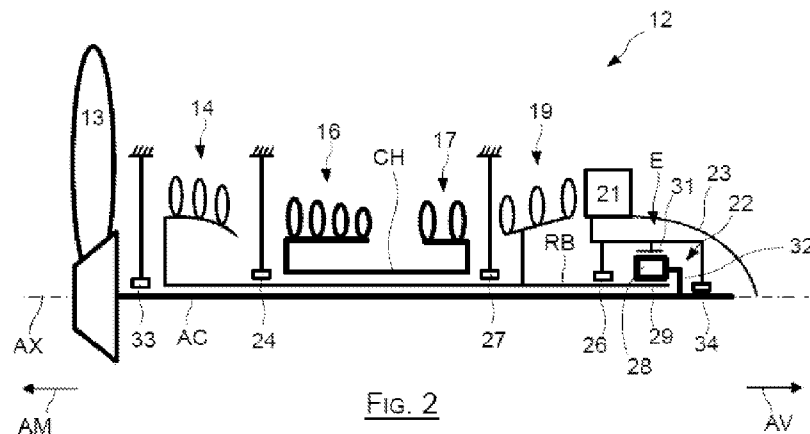
(72) Inventeurs : BELMON, Guillaume, Claude, Robert ; c/ o CEPI SAFRAN, Rond-Point René Ravaud -Réau, 77550 Moissy-Cramayel (FR). ZACCARDI, Cédric ; c/o CEPI SAFRAN, Rond-Point René Ravaud -Réau, 77550 Moissy-Cramayel (FR).

(74) Mandataire : AHNER, Philippe ; Brevaux, 95, rue d'Amsterdam, 75378 Paris Cedex 8 (FR).

(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,

(54) Title: DOUBLE-FLOW TURBOJET ENGINE ASSEMBLY WITH EPICYCLOIDAL OR PLANETARY GEARBOX

(54) Titre : AGENCEMENT DE TURBORÉACTEUR DOUBLE FLUX À RÉDUCTEUR ÉPICYCLOÏDAL OU PLANÉTAIRE



(57) Abstract: The invention relates to a turbojet engine comprising a shaft (AC) surrounded by a low-pressure rotor (RB) which is surrounded by an independent coaxial high-pressure body (CH), said turbojet engine comprising, from the upstream (AM) end downstream (AV): - a fan driven by the shaft (AC); - a low-pressure compressor supported by the rotor (RB); - an inter-compressor casing; - a high-pressure compressor and a high-pressure turbine supported by the high-pressure body (CH); an inter-turbine casing (18); - a low-pressure turbine (19) supported by the rotor (RB); - an exhaust casing (21); said turbojet engine comprising: - an upstream rotor bearing (24) supported by the inter-compressor casing; - a downstream rotor bearing (26) supported by the exhaust casing (21); - a gearbox (22) which is downstream of the downstream bearing (26) and by means of which the rotor (RB) drives the shaft (AC); - an upstream bearing of the shaft (34) which is upstream of the upstream bearing of the rotor (26).

(57) Abrégé : L'invention concerne un turboréacteur comportant un arbre (AC) entouré par un rotor basse pression (RB) entouré par un corps haute pression (CH) coaxial et indépendant, ce turboréacteur comportant d'amont (AM) en aval (AV) : -une soufflante entraînée par l'arbre (AC); -un compresseur basse pression porté par le rotor (RB); -un carter inter-compresseurs; -un compresseur haute pression et une turbine haute pression portés par le corps haute pression (CH); -un carter inter-turbines (18); -une turbine basse pression (19) portée par le rotor (RB); -un carter d'échappement (21); ce turboréacteur comportant : -un palier amont de rotor (24) porté par le carter inter-compresseurs; -un palier aval de rotor (26) porté par le carter d'échappement (21); -un réducteur (22) en aval du palier aval (26).

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), eurasién (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))

DESCRIPTION

TITRE : Agencement de turboréacteur double flux à réducteur épicycloïdal ou planétaire

DOMAINE TECHNIQUE

L'invention concerne un agencement de turboréacteur double corps
5 intégrant un réducteur épicycloïdal ou planétaire.

ÉTAT DE LA TECHNIQUE ANTÉRIEURE

Dans un tel moteur 1 représenté sur la figure 1, l'air est admis dans une
manche d'entrée 2 pour traverser une soufflante 3 comportant une série de pales
rotatives avant de se scinder en un flux primaire central et un flux secondaire entourant le
10 flux primaire.

Le flux primaire est ensuite compressé dans des étages de compression
4 et 6 avant d'arriver dans une chambre de combustion 7, après quoi il est détendu à
travers une turbine haute pression 8 et une turbine basse pression 9 avant d'être évacué
vers l'arrière. Le flux secondaire est quant à lui propulsé directement vers l'arrière par la
15 soufflante dans une veine délimitée par un carter 11.

Un tel moteur de type double-corps comporte un corps dit basse
pression par lequel la soufflante 3 est couplée à la turbine basse pression, et un corps dit
haute pression par lequel le compresseur est couplé à la turbine haute pression, ces deux
corps étant coaxiaux et indépendants l'un de l'autre en rotation.

20 Grâce à un réducteur interposé entre la turbine basse pression et la
soufflante, la turbine basse pression tourne plus vite que la soufflante qu'elle entraîne,
afin d'accroître le rendement. Dans cette configuration, le corps basse pression comporte
un arbre central d'entraînement de la soufflante et un rotor portant la turbine basse
pression en étant lié à l'arbre central par le réducteur.

25 Les corps haute pression et basse pression sont maintenus par des
paliers portés par des éléments structuraux du moteur. En pratique, le corps basse
pression est un élément critique de l'agencement, car son arbre central s'étend

sensiblement sur toute la longueur du moteur, de sorte qu'en service, c'est-à-dire lorsqu'il tourne, il peut être sujet à des modes vibratoires susceptibles de conduire à la ruine du moteur. En particulier, du fait de sa longueur importante, le premier mode de vibration en flexion de l'arbre central se trouve être dans sa plage de fonctionnement, c'est-à-dire dans la plage de fréquences correspondant à ses fréquences de rotation.

Cette situation nécessite de réaliser un équilibrage à grande vitesse de l'arbre central, mais également de prévoir des paliers capables d'amortir ses modes vibratoires pour limiter les éventuelles instabilités. De tels paliers, généralement désignés par l'acronyme SFD signifiant « *squeeze film dampers* » comportent une cage souple fixe portant un roulement recevant l'arbre central, et autour de laquelle est maintenue une pression hydraulique, ce type de palier étant coûteux à mettre en œuvre.

Le but de l'invention est d'apporter des solutions d'agencement permettant d'améliorer le maintien des éléments rotatifs basse pression pour limiter le recours à des paliers complexes d'amortissement de modes vibratoires.

EXPOSÉ DE L'INVENTION

A cet effet, l'invention a pour objet un turboréacteur à double flux comportant un arbre central entouré coaxialement d'une part par un rotor basse pression et d'autre part par un corps haute pression coaxiaux, le corps haute pression étant indépendant en rotation du rotor basse pression et de l'arbre central, ce turboréacteur comportant depuis l'amont vers l'aval considérés selon le sens de circulation des flux qui le traversent lorsqu'il est en service :

- une soufflante entraînée par l'arbre central ;
- un compresseur basse pression porté par le rotor basse pression ;
- un carter inter-compresseurs ;
- un compresseur haute pression et une turbine haute pression faisant partie du corps haute pression ;
- un carter inter-turbines ;
- une turbine basse pression portée par le rotor basse pression ;
- un carter d'échappement ;

ce turboréacteur comportant en outre :

– un palier amont de rotor porté par le carter inter-compresseurs et qui guide en rotation le rotor basse pression ;

5 – un palier aval de rotor porté par le carter d'échappement, et qui guide en rotation le rotor basse pression ;

– un réducteur par l'intermédiaire duquel le rotor basse pression entraîne l'arbre central, ce réducteur étant situé en aval du palier aval de rotor ;

– un palier aval d'arbre qui guide en rotation l'arbre central en étant situé en aval du palier aval de rotor.

10 Avec cet agencement, la vitesse de l'arbre central est abaissée et sa longueur est augmentée grâce au palier d'arbre situé en aval, ce qui contribue à diminuer les fréquences de ses modes propres pour les éloigner des fréquences de rotation. L'abaissement de cette vitesse de l'arbre central permet également d'augmenter le diamètre de soufflante sans que la vitesse en extrémité des pales de cette soufflante ne
15 soit excessive.

L'invention concerne également un turboréacteur ainsi défini, dans lequel le réducteur est situé en aval d'au moins un bras radial de passage de servitude faisant partie du carter d'échappement et reliant une virole interne du carter d'échappement à une virole externe de ce carter d'échappement.

20 L'invention concerne également un turboréacteur ainsi défini, dans lequel le palier aval d'arbre central est un palier inter-arbres qui entoure l'arbre central et qui est entouré par le rotor basse pression.

L'invention concerne également un turboréacteur ainsi défini, dans lequel le palier aval d'arbre central est porté par le carter d'échappement en étant situé
25 en aval du réducteur.

L'invention concerne également un turboréacteur ainsi défini, comprenant un palier médian basse pression porté par le carter inter-turbines et recevant le rotor basse pression.

L'invention concerne également un turboréacteur ainsi défini, comprenant un cône de sortie porté par le carter d'échappement, et dans lequel le palier aval d'arbre est situé dans un espace interne du cône de sortie.

L'invention concerne également un turboréacteur ainsi défini, dans lequel le réducteur est situé à l'intérieur de l'espace interne.

L'invention concerne également un turboréacteur ainsi défini, dans lequel le réducteur est un réducteur épicycloïdal comprenant :

- des satellites portés par un porte satellites qui est porté par l'arbre central ;
- une couronne interne qui est portée par le rotor basse pression ;
- une couronne externe qui est portée par le carter d'échappement ;
- chaque satellite étant engrené avec la couronne interne et la couronne externe.

L'invention concerne également un turboréacteur ainsi défini, dans lequel le réducteur est un réducteur planétaire comprenant :

- des satellites portés par un porte satellites qui est porté par le carter d'échappement ;
- une couronne interne qui est portée par le rotor basse pression ;
- une couronne externe qui est portée par l'arbre central ;
- chaque satellite étant engrené avec la couronne interne et la couronne externe.

BRÈVE DESCRIPTION DES DESSINS

[Fig. 1] est une vue en coupe longitudinale d'un turboréacteur double flux et double corps connu ;

[Fig. 2] est une vue schématique en coupe longitudinale d'une architecture de turboréacteur selon l'invention ;

[Fig. 3] est une représentation schématique en coupe longitudinale d'une portion arrière de turboréacteur selon l'invention ;

[Fig. 4] est une représentation schématique en coupe longitudinale d'une portion arrière de turboréacteur conformément à une variante de l'invention ;

[Fig. 5] est une représentation schématique du refroidissement du cône de sortie dans l'architecture selon l'invention.

5 EXPOSÉ DÉTAILLÉ DE MODES DE RÉALISATION PARTICULIERS

Comme représenté schématiquement sur la figure 2, le moteur selon l'invention présente une architecture comprenant une soufflante 13 à sa partie amont AM qui est entraînée en rotation par un arbre central AC s'étendant sur l'essentiel de la longueur du moteur, depuis l'amont AM vers l'aval AV définis par rapport au sens de
10 circulation du flux dans ce moteur, conformément aux conventions usuelles.

Cette soufflante 13 est suivie d'un compresseur basse pression 14 qui fait partie d'un rotor basse pression RB entourant l'arbre central AC, ce compresseur basse pression 14 étant suivi d'un compresseur haute pression 16, pour comprimer le flux avant son admission dans une chambre de combustion non représentée située
15 immédiatement en aval de ce compresseur haute pression 16.

Après passage dans la chambre de combustion, le fluide est détendu à travers une turbine haute pression 17 qui entraîne le compresseur 16. Les aubages du compresseur haute pression 16 et de la turbine haute pression 17 sont portés par un même corps haute pression CH ou font partie intégrante de celui-ci. Ce corps haute
20 pression CH s'étend dans la région centrale du moteur le long de l'axe AX, il entoure le rotor basse pression RB en étant complètement indépendant en rotation de celui-ci.

Après avoir traversé la turbine haute pression 17, le fluide transite dans un carter inter-turbines non représenté, avant de traverser une turbine basse pression 19, pour être ensuite évacué à travers un carter d'échappement 21.

25 Le carter inter-turbines comporte une virole externe et une virole interne concentriques délimitant entre elles un espace annulaire de passage du flux primaire, ainsi qu'un ensemble de pales radiales fixes reliant chacune la virole externe à la virole interne et permettant de dévriller le flux primaire. De manière analogue, le carter d'échappement 21 comporte une virole externe et une virole interne concentriques

délimitant un espace annulaire de passage du flux primaire détendu, ainsi qu'un ensemble de bras radiaux fixes reliant chacun ces deux viroles l'une à l'autre.

La turbine basse pression 19 et le compresseur basse pression 14 sont portés par le rotor basse pression RB pour former un tout avec celui-ci, et ce rotor basse
5 pression est lié en rotation à l'arbre central AC par un réducteur épicycloïdal 22 situé à son aval AV. Le rotor basse pression RB tourne ainsi plus vite que la soufflante 13, ce qui permet d'améliorer le rendement du moteur.

Le carter d'échappement 21 porte un cône de sortie 23 qui ferme la région aval du moteur située radialement à l'intérieur de la veine primaire, ce cône de
10 sortie 23 s'étendant vers l'aval. Le réducteur 22 est situé à l'intérieur d'un espace interne E délimité par le carter d'échappement 21 et par le cône de sortie 23 prolongeant ce carter 21.

Le rotor basse pression RB est maintenu et guidé en rotation par un palier amont 24 situé en amont du compresseur haute pression 16 en étant porté par un
15 carter inter-compresseurs non représenté s'étendant entre les compresseurs 14 et 16, et par un palier aval 26 situé entre cette turbine basse pression 19 et le réducteur 22 en étant porté par le carter d'échappement 21.

Avantageusement, un palier médian additionnel 27 est prévu entre la turbine haute pression 17 et la turbine basse pression 19, en étant porté par un carter
20 inter-turbines non représenté situé entre les turbines 17 et 19, pour maintenir le rotor basse pression RB dans cette région. Le palier amont 24 est ainsi situé en amont du corps haute pression CH, alors que les paliers médian 27 et aval 26 sont situés en aval du corps haute pression CH.

Au moins l'un des deux paliers 24 et 26 est un palier de butée, c'est-à-
25 dire récupérant l'effort axial de poussée généré par la turbine basse pression 19 pour le transférer à la structure du moteur.

Le réducteur 22 de l'exemple des figures 2 et 3 est un réducteur épicycloïdal. Il comporte des pignons satellites 28 entourant une couronne interne 29 et
entourés par une couronne externe 31 en étant chacun engrené avec ces deux
30 couronnes, ces pignons 28 étant portés par un porte satellites 32.

Le porte satellites 32 est mobile en rotation en étant rigidement solidaire de l'arbre central AC. La couronne interne 29 est quant à elle rigidement solidaire du rotor basse pression RB alors que la couronne externe 31 est rigidement solidaire du carter d'échappement 21 en étant portée par celui-ci.

5 Il est également possible de prévoir un réducteur de type planétaire. Dans ce cas qui est représenté sur la figure 4, le réducteur 22' comporte un porte satellites 32' qui est fixe en rotation en étant porté par le carter d'échappement, et la couronne externe 31 est rigidement solidaire de l'arbre central AC. La couronne interne 29 est quant à elle rigidement solidaire du rotor basse pression RB comme dans le cas
10 d'un réducteur épicycloïdal.

L'arbre central AC est porté et guidé en rotation par un palier amont d'arbre 33 situé en partie amont du moteur, et par un palier d'arbre aval 34 qui est situé en aval du réducteur 22, en étant porté par le carter d'échappement 21. Comme visible sur la figure 2, le palier amont 33 est situé entre la soufflante 13 et le compresseur basse
15 pression 14, le palier d'arbre aval 34 est situé dans un espace interne E du cône de sortie 23, en aval du réducteur 22.

Dans l'exemple de la figure 1, le palier aval d'arbre central 34 est un palier fixe porté par le carter d'échappement 21 en étant situé en aval du réducteur 22. Complémentairement, ou alternativement comme représenté sur la figure 3, le palier
20 aval d'arbre 34 peut être un palier inter-arbres, qui entoure l'arbre AC pour le maintenir et le guider en rotation, en étant entouré par le rotor RB, et en étant situé en aval du palier de rotor aval 26. Dans cette configuration, la portion aval de l'arbre central AC est ainsi maintenue par l'intermédiaire du rotor basse pression RB, et non pas directement par le carter d'échappement 21.

25

Comme représenté schématiquement sur la figure 5, le refroidissement de l'espace interne E du cône de sortie est avantageusement assuré grâce à un ou plusieurs bras radiaux 38 du carter d'échappement 21, par lequel est acheminé l'air de refroidissement provenant de la veine secondaire. L'air de refroidissement est alors
30 partagé à son arrivée dans l'espace interne E en un premier flux assurant le

refroidissement du cône 23 proprement dit, et un second flux refroidissant les composants situés dans l'espace interne.

La paroi du cône 23 est avantageusement prévue double pour délimiter un espace de révolution dans lequel circule le premier flux de manière à refroidir le plus efficacement cette paroi qui est directement exposée au flux primaire sortant du carter d'échappement 21.

Le réducteur est avantageusement installé entièrement dans le cône de sortie 23, en aval de la turbine basse pression et en particulier en aval des bras radiaux 38 du carter d'échappement 21 pour déporter le centre de gravité du moteur vers l'aval. A la différence d'aubes fixes pouvant équiper le carter d'échappement, de tels bras radiaux ont une fonction structurale et un ou plusieurs de ces bras radiaux assure un passage de servitude, c'est-à-dire la transmission d'une commande mécanique ou autre entre l'intérieur et l'extérieur du carter d'échappement.

Cette disposition du réducteur en aval des bras radiaux est favorable au regard du poids en porte-à-faux du moteur installé sous l'aile de l'aéronef. Dans les même but, les paliers 26, 27 et 34 sont avantageusement situés longitudinalement au plus proche des bras radiaux 38.

D'une manière générale, l'invention permet de déplacer les fréquences propres des éléments rotatifs basse pression hors de ses fréquences de rotation. Elle permet ainsi de limiter la mise en œuvre de paliers complexes tels que les paliers SFD, et de réduire la précision d'équilibrage requise pour le corps basse pression.

REVENDICATIONS

1. Turboréacteur à double flux comportant un arbre central (AC) entouré coaxialement d'une part par un rotor basse pression (RB) et d'autre part par un corps haute pression (CH) coaxiaux, le corps haute pression (CH) étant indépendant en rotation du rotor basse pression (RB) et de l'arbre central (AC), ce turboréacteur comportant depuis l'amont (AM) vers l'aval (AV) considérés selon le sens de circulation des flux qui le traversent lorsqu'il est en service :
- une soufflante (13) entraînée par l'arbre central (AC) ;
 - un compresseur basse pression (14) porté par le rotor basse pression (RB) ;
 - un carter inter-compresseurs ;
 - un compresseur haute pression (16) et une turbine haute pression (17) faisant partie du corps haute pression (CH) ;
 - un carter inter-turbines (18) ;
 - une turbine basse pression (19) portée par le rotor basse pression (RB) ;
 - un carter d'échappement (21) ;
- ce turboréacteur comportant en outre :
- un palier amont de rotor (24) porté par le carter inter-compresseurs et qui guide en rotation le rotor basse pression (RB) ;
 - un palier aval de rotor (26) porté par le carter d'échappement (21), et qui guide en rotation le rotor basse pression (RB) ;
 - un réducteur (22, 22') par l'intermédiaire duquel le rotor basse pression (RB) entraîne l'arbre central (AC), ce réducteur étant situé en aval du palier aval de rotor (26) ;
 - un palier aval d'arbre (34) qui guide en rotation l'arbre central (AC) en étant situé en aval du palier aval de rotor (26).
2. Turboréacteur selon la revendication 1, dans lequel le réducteur (22, 22') est situé en aval d'au moins un bras radial (38) de passage de servitude faisant partie

du carter d'échappement (21) et reliant une virole interne du carter d'échappement (21) à une virole externe de ce carter d'échappement (21).

3. Turboréacteur selon la revendication 1 ou 2, dans lequel le palier aval d'arbre central (34) est un palier inter-arbres qui entoure l'arbre central (AC) et qui est entouré par le rotor basse pression (RB).

4. Turboréacteur selon la revendication 1 ou 2, dans lequel le palier aval d'arbre central (34) est porté par le carter d'échappement (21) en étant situé en aval du réducteur (22, 22').

5. Turboréacteur selon l'une des revendications précédentes, comprenant un palier médian basse pression (27) porté par le carter inter-turbines (18) et recevant le rotor basse pression (RB).

6. Turboréacteur selon l'une des revendications précédentes, comprenant un cône de sortie (23) porté par le carter d'échappement (21), et dans lequel le palier aval d'arbre (34) est situé dans un espace interne (E) du cône de sortie (23).

7. Turboréacteur selon l'une des revendications précédentes, dans lequel le réducteur (22, 22') est situé à l'intérieur de l'espace interne (E).

8. Turboréacteur selon l'une des revendications précédentes, dans lequel le réducteur (22) est un réducteur épicycloïdal comprenant :

- des satellites (28) portés par un porte satellites (32) qui est guidé en rotation par l'arbre central (AC) ;
- une couronne interne (29) qui est portée par le rotor basse pression (RB) ;
- une couronne externe (31) qui est portée par le carter d'échappement (21) ;
- chaque satellite (28) étant engrené avec la couronne interne (29) et la couronne externe (31).

9. Turboréacteur selon l'une des revendications précédentes, dans lequel le réducteur (22') est un réducteur planétaire comprenant :

- des satellites (28) portés par un porte satellites (32') qui est porté par le carter d'échappement (21) ;

- une couronne interne (29) qui est portée par le rotor basse pression (RB) ;
 - une couronne externe (31) qui est portée par l'arbre central (AC) ;
 - chaque satellite (28) étant engrené avec la couronne interne (29) et la
- 5 couronne externe (31).

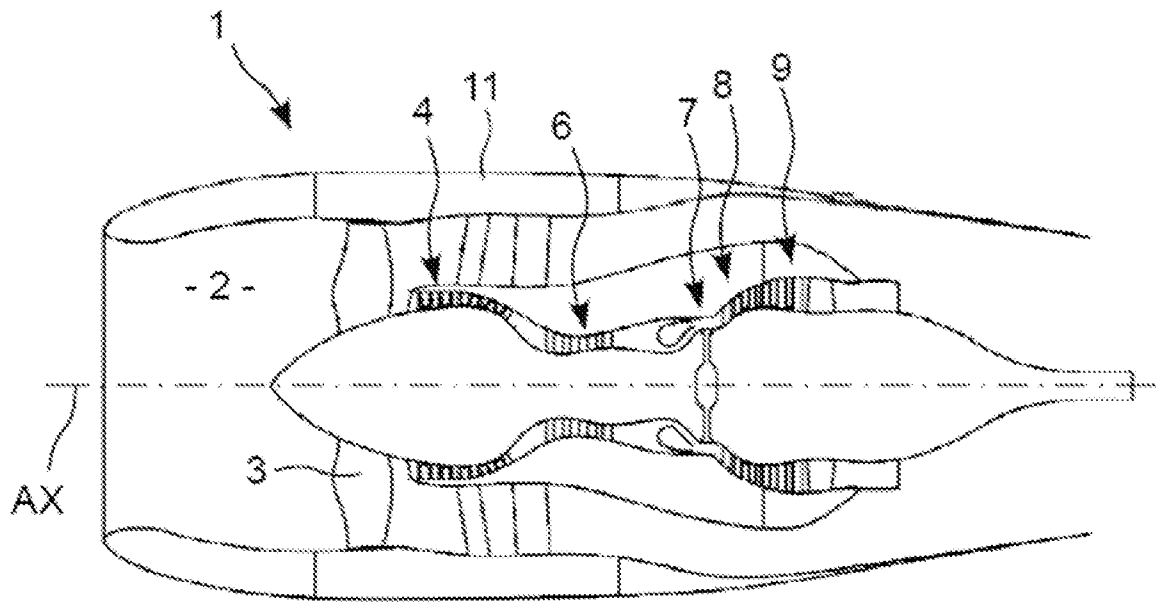


FIG. 1

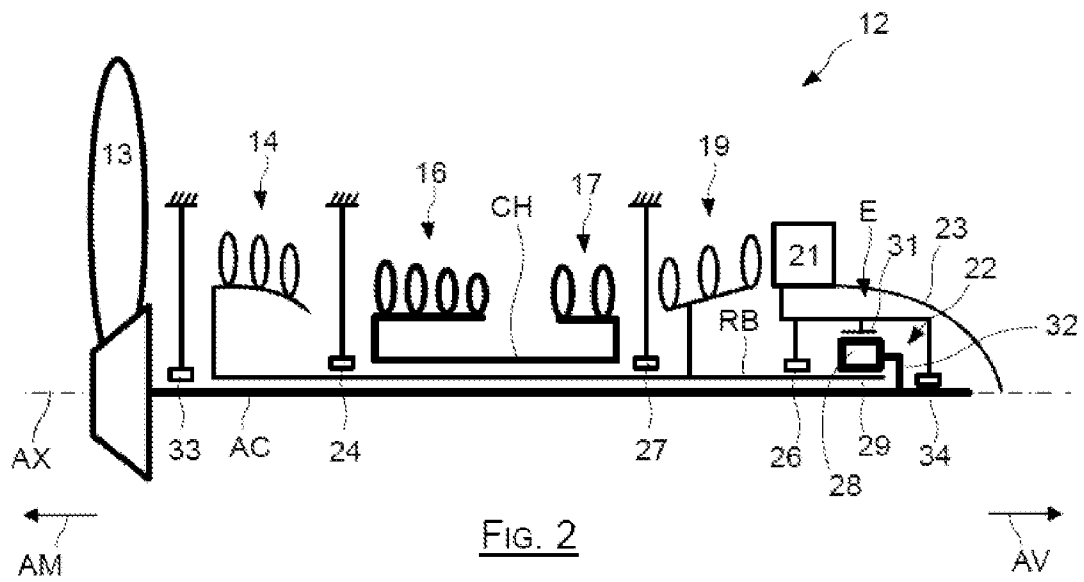


FIG. 2

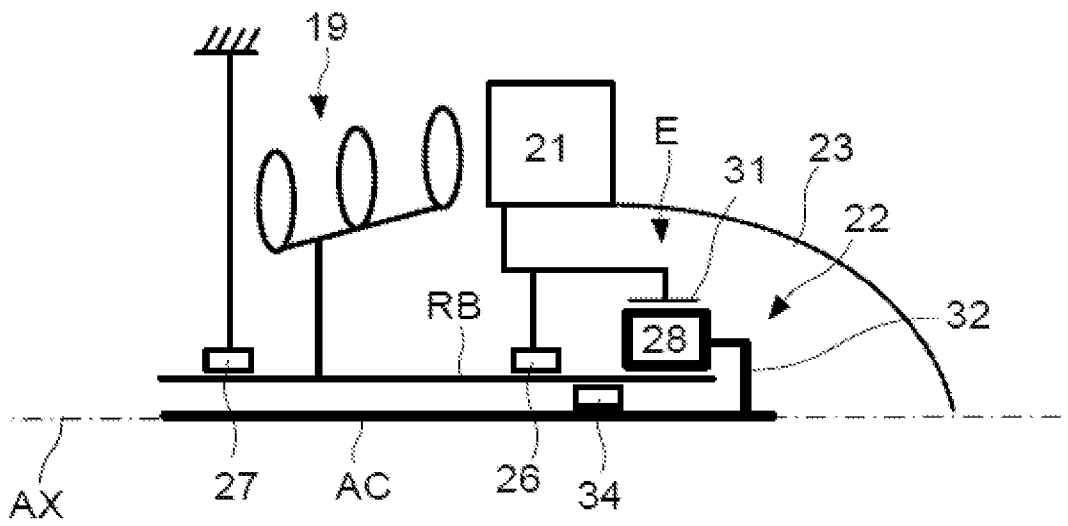


FIG. 3

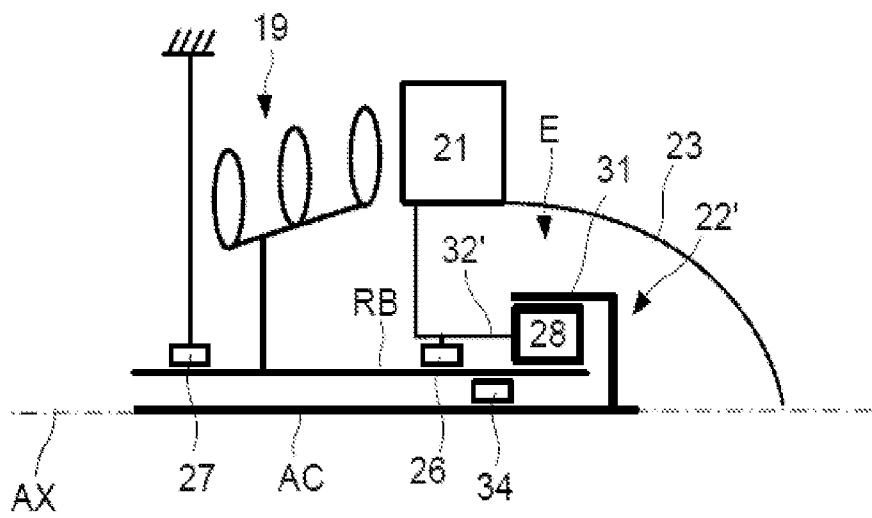


FIG. 4

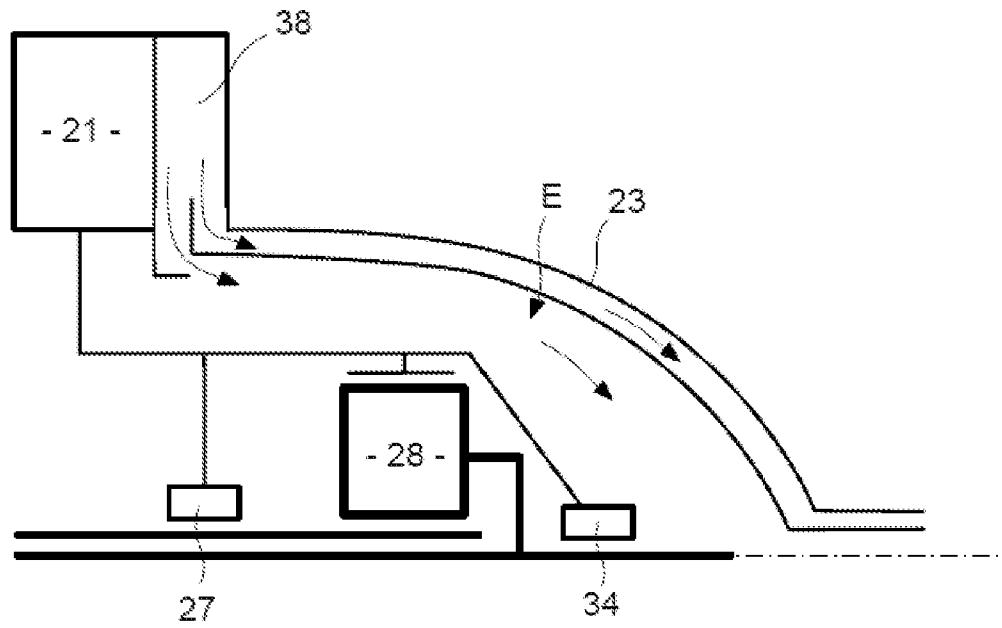


FIG. 5

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/FR2019/052775

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER <i>F02C 3/107</i> (2006.01)i; <i>F01D 25/16</i> (2006.01)i; <i>F02C 7/36</i> (2006.01)i According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) F02C; F01D 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		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	US 2015176484 A1 (SCHWARZ FREDERICK M [US] ET AL) 25 June 2015 (2015-06-25) figures 1-3 paragraphs [0006] - [0008], [0010] - [0012], [0034], [0044] - [0047]	1,4-7,9 2,3,8
Y	US 3673802 A (KREBS JAMES NORTON ET AL) 04 July 1972 (1972-07-04) figures 1-3 column 1, lines 5-47 column 2, line 5 - column 4, line 18	1,4-7,9
A	EP 2071153 A2 (UNITED TECHNOLOGIES CORP [US]) 17 June 2009 (2009-06-17) figures 1-4 paragraphs [0006] - [0011]	1-9
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "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) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "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 "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 "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 "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 03 March 2020		Date of mailing of the international search report 12 March 2020
Name and mailing address of the ISA/EP European Patent Office p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk Netherlands Telephone No. (+31-70)340-2040 Facsimile No. (+31-70)340-3016		Authorized officer Rakotonanahary, S Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/FR2019/052775

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
US	2015176484	A1	25 June 2015	EP	3087267	A2	02 November 2016
				US	2015176484	A1	25 June 2015
				WO	2015138030	A2	17 September 2015

US	3673802	A	04 July 1972	NONE			

EP	2071153	A2	17 June 2009	EP	2071153	A2	17 June 2009
				US	2009151317	A1	18 June 2009

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/FR2019/052775

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE INV. F02C3/107 F01D25/16 F02C7/36 ADD.		
Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB		
B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE		
Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement) F02C F01D		
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		
C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
Y	US 2015/176484 A1 (SCHWARZ FREDERICK M [US] ET AL) 25 juin 2015 (2015-06-25) figures 1-3	1,4-7,9
A	alinéas [0006] - [0008], [0010] - [0012], [0034], [0044] - [0047] -----	2,3,8
Y	US 3 673 802 A (KREBS JAMES NORTON ET AL) 4 juillet 1972 (1972-07-04) figures 1-3 colonne 1, lignes 5-47 colonne 2, ligne 5 - colonne 4, ligne 18 -----	1,4-7,9
A	EP 2 071 153 A2 (UNITED TECHNOLOGIES CORP [US]) 17 juin 2009 (2009-06-17) figures 1-4 alinéas [0006] - [0011] -----	1-9
<input 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 3 mars 2020		Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale 12/03/2020
Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Fonctionnaire autorisé Rakotonanahary, S

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/FR2019/052775

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 2015176484	A1	25-06-2015	EP 3087267 A2	02-11-2016
			US 2015176484 A1	25-06-2015
			WO 2015138030 A2	17-09-2015

US 3673802	A	04-07-1972	AUCUN	

EP 2071153	A2	17-06-2009	EP 2071153 A2	17-06-2009
			US 2009151317 A1	18-06-2009
