

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

(19) Organisation Mondiale de la
Propriété Intellectuelle
Bureau international

(43) Date de la publication internationale
16 avril 2020 (16.04.2020)



(10) Numéro de publication internationale

WO 2020/074816 A1

(51) Classification internationale des brevets :

F04D 29/32 (2006.01) *B64C 11/44* (2006.01)
F01D 7/00 (2006.01) *F02K 3/06* (2006.01)
B64C 11/38 (2006.01)

(21) Numéro de la demande internationale :

PCT/FR2019/052370

(22) Date de dépôt international :

07 octobre 2019 (07.10.2019)

(25) Langue de dépôt :

français

(26) Langue de publication :

français

(30) Données relatives à la priorité :

1859479 12 octobre 2018 (12.10.2018) FR

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

(72) Inventeurs : **TAJAN, Sébastien, Emile, Philippe** ;
SAFRAN CEPI, Rond-Point René Ravaud-Réau, 77350
MOISSY-CRAMAYEL (FR). **SERVANT, Régis, Eugène,**
Henri ; SAFRAN CEPI, Rond-Point René Ravaud - Réau,
77550 MOISSY-CRAMAYEL (FR). **CHARIER, Gilles,**
Alain, Marie ; SAFRAN CEPI, Rond-Point René Ravaud -
Réau, 77550 MOISSY-CRAMAYEL (FR). **PATSOURIS,**
Emmanuel, Pierre, Dimitri ; 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: TURBINE ENGINE COMPRISING A ROTOR SUPPORTING VARIABLE-PITCH BLADES

(54) Titre : TURBOMACHINE COMPRENANT UN ROTOR PORTANT DES PALES A CALAGE VARIABLE

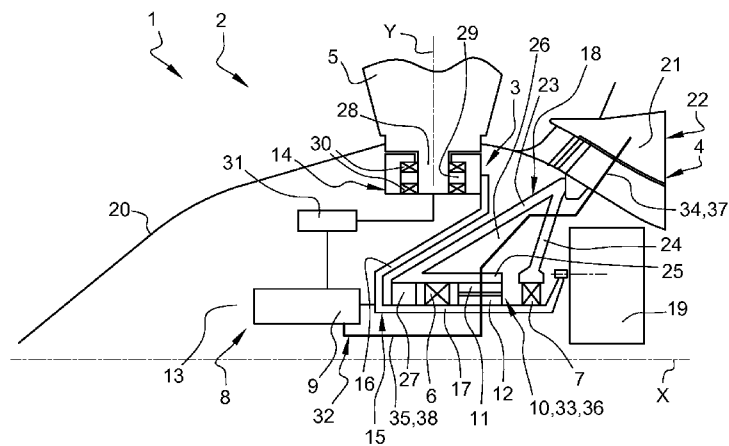


Fig. 1

(57) **Abstract:** The invention relates to a turbine engine (1) comprising: a rotor (3) supporting a blade (5) and guided by means of bearings (6, 7); a control system for controlling the blade (5), which is solidly connected to the rotor (3) and which comprises an actuator (9) driven by energy, said control system (8) being disposed axially upstream of the bearings (6, 7); and a device (10) for transferring said energy, disposed axially between the bearings (6, 7) and comprising a stationary member (11) and a moving member (12). The rotor (3) comprises a support ring (14) supporting the blade (5) and a shaft (15) having a frustoconical portion (16) and a cylindrical portion (17) on which the bearings (6, 7) and the moving member (12) are mounted, said frustoconical portion (16) extending about the cylindrical portion (17).

[Suite sur la page suivante]

(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))
- avant l'expiration du délai prévu pour la modification des revendications, sera republiée si des modifications sont reçues (règle 48.2(h))

(57) **Abbrégé:** Turbomachine (1) comprenant : un rotor (3) portant une pale (5) et guidé via des paliers (6, 7); un système de commande de ladite pale (5) solidaire dudit rotor (3) et comprenant un actionneur (9) mis en mouvement par une énergie, ledit système de commande (8) étant disposé axialement en amont desdits paliers (6, 7); un dispositif de transfert de ladite énergie (10) disposé axialement entre les paliers (6, 7), et comprenant un organe fixe (11) et un organe mobile (12); 15 le rotor (3) comprenant un anneau de support (14) de ladite pale (5) et un arbre (15) présentant une portion tronconique (16) et une portion cylindrique (17) sur laquelle sont rapportés lesdits paliers (6, 7) et ledit organe mobile (12), la portion tronconique (16) s'étendant autour de la portion cylindrique (17).

TURBOMACHINE COMPRENANT UN ROTOR PORTANT DES PALES A CALAGE VARIABLE

DOMAINE TECHNIQUE

- 5 La présente invention concerne une turbomachine comprenant un rotor portant des pales à calage variable, et plus précisément une architecture moteur optimisée et adaptée à une telle turbomachine.

ETAT DE L'ART

- 10 Une turbomachine peut comprendre un rotor muni de pales à calage variable c'est à dire des pales dont le calage (et plus précisément l'angle de calage) est réglable en fonction des paramètres de vol, de manière à optimiser le fonctionnement de la turbomachine. Pour rappel, l'angle de calage d'une pale correspond à l'angle, dans un plan longitudinal perpendiculaire à l'axe de rotation de la pale, entre la corde de la pale et le
- 15 plan de rotation du rotor.

- Une telle turbomachine comprend un système de commande du calage des pales. Le système de commande comprend généralement un actionneur commun à toutes les pales et un mécanisme propre à chacune des pales, ce mécanisme étant configuré pour transformer le mouvement
- 20 initié par l'actionneur en un mouvement rotatif de la pale correspondante.

- Traditionnellement, l'actionneur est solidaire de la structure fixe de la turbomachine (et autrement dit placé dans un repère fixe) et les différents mécanismes sont solidaires du rotor (et autrement dit placés dans un repère tournant). Le système de commande comprend en outre un palier
- 25 de transfert de charge (plus connu sous l'acronyme anglais LTB pour « Load Transfert Bearing ») permettant d'assurer la transmission du mouvement initié par l'actionneur (repère fixe) aux mécanismes (repère tournant).

- Le mouvement de l'actionneur permet de régler de manière
- 30 synchronisée le calage de l'ensemble des pales via notamment le palier de transfert de charge et les différents mécanismes.

Il est également connu du document EP-A1-3165452 d'avoir l'actionneur et les mécanismes solidaires du rotor (repère tournant). Le système de commande (à savoir l'actionneur et les mécanismes) est positionné dans une enceinte annulaire fermée et délimitée par le rotor.

- 5 L'actionneur est ici un actionneur hydraulique. Le système de commande comprend ainsi un raccord tournant (ou joint tournant) permettant de transférer l'énergie hydraulique depuis le repère fixe jusqu'au repère tournant.

- 10 Le fait d'avoir l'actionneur dans un repère tournant permet de ne pas avoir besoin d'un palier de transfert de charge pour transmettre le mouvement de l'actionneur depuis le repère fixe jusqu'au repère tournant mais également de ne pas avoir besoin d'utiliser des servitudes télescopiques nécessaires à l'alimentation hydraulique de l'actionneur.

- 15 L'architecture décrite dans le document précité présente toutefois des inconvénients. Le rotor présente une masse et un encombrement importants. En effet, le rotor présente en section une forme de parallélogramme définissant intérieurement l'enceinte dans laquelle est placé notamment le système de commande. En outre, une telle architecture présente un inconvénient lors d'une opération de maintenance sur le
- 20 système de commande. En effet, lors d'une telle opération de maintenance, il est nécessaire de démonter le rotor afin d'accéder au système de commande placé à l'intérieur, au détriment de la productivité.

- La demanderesse a en outre constaté qu'il est important de limiter le débattement angulaire du rotor en fonctionnement au niveau du raccord
- 25 tournant afin d'éviter l'apparition de fuites hydrauliques et de maximiser la durée de vie de ce dernier.

L'objectif de la présente invention est ainsi de proposer une turbomachine présentant une architecture moteur optimisée permettant de remédier aux inconvénients et répondre aux attentes précitées.

- 30 EXPOSE DE L'INVENTION

L'invention propose à cet effet une turbomachine d'axe longitudinal X comprenant :

- un rotor portant au moins une pale à calage variable, ledit rotor étant guidé en rotation par rapport à une structure fixe de ladite turbomachine via un premier palier et un second palier ;
 - un système de commande du calage de ladite au moins une pale, ledit système de commande étant solidaire dudit rotor et comprenant au moins un premier actionneur mis en mouvement par une énergie, ledit système de commande étant disposé axialement en amont desdits premier et second paliers ;
 - un dispositif de transfert de ladite énergie disposé axialement entre le premier palier et le second palier, ledit dispositif de transfert comprenant un organe fixe solidaire de ladite structure fixe et un organe mobile solidaire dudit rotor ;
- caractérisée en ce que le rotor comprend un anneau de support de ladite au moins une pale et un arbre présentant une portion tronconique et une portion cylindrique sur laquelle sont rapportés lesdits premier et second paliers ainsi que ledit organe mobile dudit dispositif de transfert, la portion tronconique de l'arbre s'étendant autour de la portion cylindrique.
- Une telle disposition du système de commande, à savoir en amont des premier et second paliers et autrement dit hors de l'enceinte huile, permet de simplifier le rotor, et par conséquent de réduire la masse et l'encombrement de ce dernier, mais également de simplifier significativement la maintenance du système de commande. En effet, pour accéder au système de commande, il suffit de démonter le cône d'entrée. Une telle forme du rotor, et notamment de l'arbre dont la portion tronconique s'étend autour de la portion cylindrique, permet notamment de réduire significativement l'encombrement axial de l'architecture moteur.
- En outre, le fait de disposer axialement le dispositif de transfert entre le premier palier et le second palier permet d'éviter l'apparition de fuites hydrauliques (lorsque l'énergie transférée est de l'énergie hydraulique) et

de maximiser la durée de vie de ce dernier. En effet, le débattement angulaire est réduit au maximum au niveau de la portion du rotor située axialement entre le premier palier et le second palier. Ainsi, lorsque la turbomachine est en fonctionnement, les sollicitations mécaniques de l'organe mobile sur l'organe fixe sont minimisées.

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 :

- le rotor est annulaire et définit un espace interne ouvert dans lequel est placé ledit système de commande ;
- la portion tronconique de l'arbre s'évase de l'amont vers l'aval ;
- ledit premier actionneur est un actionneur hydraulique, ledit dispositif de transfert étant un raccord tournant, ledit système de commande comprenant un mécanisme configuré pour transformer le mouvement initié par ledit actionneur hydraulique en un mouvement rotatif de ladite au moins une pale ;
- ledit premier actionneur est un actionneur électrique, ledit dispositif de transfert étant un transformateur tournant, ledit système de commande comprenant un mécanisme configuré pour transformer le mouvement initié par ledit actionneur électrique en un mouvement rotatif de ladite au moins une pale ;
- ledit premier actionneur est un moteur électrique comportant un arbre de sortie rotatif, ladite au moins une pale étant mobile en rotation autour d'un axe Y sensiblement perpendiculaire audit axe X, ledit mécanisme comprenant une manivelle présentant une première extrémité centrée sur ledit axe Y et couplée en rotation avec ladite au moins une pale et une seconde extrémité présentant un suiveur de came excentré par rapport audit axe Y, ledit suiveur de came coopérant avec une came se présentant sous la forme d'une rainure pratiquée dans une bague, ladite bague étant couplée en rotation avec ledit arbre de sortie dudit moteur électrique ;

- ledit dispositif de transfert est un transformateur tournant, ledit premier actionneur est un moteur électrique configuré pour actionner une pompe d'un circuit hydraulique solidaire dudit rotor, ledit circuit comprenant un réservoir de liquide connecté avec ladite pompe, ledit circuit comprenant un
5 second actionneur hydraulique alimenté en liquide sous pression par ladite pompe, ledit système de commande comprenant un mécanisme configuré pour transformer le mouvement initié par ledit second actionneur en un mouvement rotatif de ladite au moins une pale ;
- ledit circuit comprend un accumulateur configuré pour mettre en position
10 drapeau ladite au moins une pale, en particulier en cas de défaillance du transformateur tournant ;
- le rotor est guidé en rotation par rapport à un support annulaire de ladite structure fixe, ledit support étant rapporté sur un moyeu interne d'un carter intermédiaire, ledit support comprenant une paroi amont tronconique, une
15 paroi aval tronconique et une paroi cylindrique tubulaire dans laquelle sont logés le premier palier et l'organe fixe dudit dispositif de transfert, la paroi cylindrique étant disposée axialement entre ladite paroi amont et ladite paroi aval ;
- le premier palier est disposé en amont du second palier ;
- 20 - ledit rotor est couplé en rotation à un porte-satellites d'un réducteur.

DESCRIPTION DES FIGURES

- L'invention sera mieux comprise et d'autres détails, caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront plus clairement à la lecture de la description suivante faite à titre d'exemple non limitatif et en référence aux
25 dessins annexés dans lesquels :
- la figure 1 est une vue schématique en demi-coupe axiale (ou longitudinale) d'une turbomachine d'aéronef partiellement représentée, selon un premier mode de réalisation ;
 - la figure 2 est une vue schématique en demi-coupe axiale d'une
30 turbomachine d'aéronef partiellement représentée, selon un second mode de réalisation ;

- la figure 3 est une vue schématique en demi-coupe axiale d'une turbomachine d'aéronef partiellement représentée, selon un troisième mode de réalisation.

DESCRIPTION DETAILLEE

5 Sur les figures 1 à 3 est représentée partiellement une turbomachine 1 d'axe longitudinal X comprenant une soufflante carénée 2. La soufflante 2 comporte un rotor 3 mobile (autour de l'axe X) par rapport à une structure fixe 4, le rotor 3 portant une série de pales à calage variable 5. La soufflante 2 est placée en amont d'un générateur de gaz comportant par
10 exemple un compresseur basse pression, un compresseur haute pression, une chambre de combustion, une turbine haute pression et une turbine basse pression.

Par convention, dans la présente demande, les termes « amont » et « aval » sont définis par rapport au sens de circulation des gaz dans la
15 soufflante 2 (ou la turbomachine 1). De même, par convention dans la présente demande, les termes « interne », « externe », « intérieur » et « extérieur » sont définis radialement par rapport à l'axe longitudinal X de la turbomachine 1, qui est notamment l'axe de rotation des rotors des compresseurs et turbines.

20 Le rotor 3 est guidé en rotation par rapport à la structure fixe 4 de la turbomachine 1 via un premier palier 6 et un second palier 7. La turbomachine 1 comprend un système de commande du calage 8 d'au moins une pale 5. Le système de commande 8 est solidaire du rotor 3 et comprend au moins un premier actionneur 9 mis en mouvement (ou
25 actionné) par une énergie. Le système de commande 8 est disposé axialement en amont des premier et second paliers 6, 7. La turbomachine 1 comprend en outre un dispositif de transfert de l'énergie 10 disposé axialement entre le premier palier 6 et le second palier 7. Le dispositif de transfert 10 comprend un organe fixe 11 solidaire de la structure fixe 4 et
30 un organe mobile 12 solidaire du rotor 3. Le rotor 3 comprend un anneau de support 14 de ladite au moins une pale 5 et un arbre 15 présentant une

portion tronconique 16 et une portion cylindrique 17 sur laquelle sont rapportés les premier et second paliers 6, 7 ainsi que l'organe mobile 12 du dispositif de transfert 10, la portion tronconique 16 de l'arbre 15 s'étendant autour de la portion cylindrique 17 de l'arbre 15.

5 On note que les modes de réalisation illustrés sur les figures 1 à 3 ne sont en rien limitatifs, l'architecture moteur selon l'invention pourrait par exemple être incorporée au rotor d'une soufflante non carénée d'une turbomachine, et notamment une turbomachine plus connue sous la désignation anglaise « Open Rotor » qui comprend généralement une
10 soufflante non carénée ou deux soufflantes non carénées contrarotatives. Dans le cas d'un « Open Rotor » avec deux soufflantes non carénées contrarotatives dit « Pusher » (c'est dire avec les soufflantes placées en aval du générateur de gaz), l'architecture moteur selon l'invention pourrait s'adapter plus particulièrement au rotor de la soufflante aval. Dans le cas
15 d'un « Open Rotor » avec deux soufflantes non carénées contrarotatives dit « Puller » (c'est dire avec les soufflantes placées en amont du générateur de gaz), l'architecture moteur selon l'invention pourrait s'adapter plus particulièrement au rotor de la soufflante amont.

Selon les modes de réalisation illustrés sur les figures 1 à 3, le rotor
20 3 est annulaire et définit un espace interne ouvert 13 dans lequel est placé le système de commande 8. L'anneau 14 est disposé autour de l'arbre 15. L'anneau 14 présente un diamètre supérieur à celui de la portion cylindrique 17 de l'arbre 15. L'anneau 14 est connecté à la portion tronconique 16 de l'arbre 15 via par exemple des moyens d'attache. La
25 portion tronconique 16 de l'arbre 15 s'évase de l'amont vers l'aval. La portion tronconique 16 et la portion cylindrique 17 de l'arbre 15 forment une épingle en demi-coupe axiale. Le rotor 3 est guidé en rotation par rapport à un support 18 annulaire de la structure fixe 4. Le rotor 3 est entraîné en rotation par un arbre de turbine via un réducteur de vitesse 19. Le
30 réducteur 19 est ici de type épicycloïdal. Le rotor 3 est couplé en rotation à un porte-satellites du réducteur 19, le porte-satellites formant l'arbre de

sortie du réducteur 19. Le rotor 3 comprend en outre un cône d'entrée 20 centré sur l'axe X et s'évasant de l'amont vers l'aval.

Selon les modes de réalisation illustrés sur les figures 1 à 3, le support 18 est rapporté sur un moyeu interne 21 d'un carter intermédiaire 22. Le support 18 comprend une paroi amont 23 tronconique, une paroi aval 24 tronconique et une paroi cylindrique 25 tubulaire dans laquelle sont logés le premier palier 6 et l'organe fixe 11 du dispositif de transfert 10. Le second palier 7 est logé dans une ouverture pratiquée dans la paroi aval 24. La paroi cylindrique 25 est disposée axialement entre la paroi amont 23 et la paroi aval 24. Les parois amont et aval 23, 24, et la portion cylindrique 17 de l'arbre 15 définissent entre eux une enceinte 26 annulaire (communément appelée « enceinte huile ») dans laquelle sont logés et lubrifiés les premier et second paliers 6, 7. Les parois amont et aval 23, 24 s'évasent de l'amont vers l'aval. La paroi cylindrique 25 s'étend ici depuis l'extrémité interne de la paroi amont 23. Les premier et second paliers 6, 7 guident respectivement en rotation l'arbre 15 du rotor 3 par rapport à la paroi cylindrique 25 et la paroi aval 24 du support 18. Le premier palier 6 est disposé en amont du second palier 7. Le premier palier 6 est par exemple un palier à rouleaux. Le second palier 7 est par exemple un palier à billes. Des moyens d'étanchéité 27 sont placés en amont du premier palier 6 entre la paroi cylindrique 25 et la portion cylindrique 17 de l'arbre 15, de manière à garantir l'étanchéité de l'enceinte 26.

A titre d'exemple concret, le support 18 pourrait être décomposé en deux ensembles distincts, à savoir un premier ensemble comprenant la paroi amont 23 et la paroi cylindrique 25 et un second ensemble comprenant uniquement la paroi aval 24. Les deux ensembles seraient alors bridés sur le moyeu interne via des moyens de fixation communs tels que des vis.

Selon les modes de réalisation illustrés sur les figures 1 à 3, chaque pale 5 comprend un pied 28 monté dans un logement 29 de l'anneau 14 via

deux paliers 30 de sorte que la pale 5 soit mobile en rotation autour d'un axe Y sensiblement perpendiculaire à l'axe X.

Selon le premier mode de réalisation illustré sur la figure 1, le système de commande 8 comprend au moins un premier actionneur 9 et un mécanisme 31 propre à chacune des pales 5.

Le système de commande 8 comprend soit un premier actionneur 9 par pale 5 soit un ou plusieurs premiers actionneurs 9 pour l'ensemble des pales 5.

Avantageusement, le système de commande 8 comprend un premier actionneur 9 commun à toutes les pales 5 et un mécanisme 31 propre à chacune des pales 5, ce mécanisme 31 permettant de transformer le mouvement initié par le premier actionneur 9 en un mouvement de rotation de la pale correspondante 5. Le mouvement du premier actionneur 9 permet de régler de manière synchronisée le calage de l'ensemble des pales 5 via notamment les différents mécanismes 31.

Le premier actionneur 9 peut être un actionneur hydraulique ou un actionneur électrique.

Dans le cas où le premier actionneur 9 est un actionneur hydraulique, l'énergie à transporter jusqu'à l'actionneur est de l'énergie hydraulique, et autrement dit un liquide sous pression tel que de l'huile. L'actionneur est alimenté en énergie hydraulique via un ensemble d'alimentation 32. L'ensemble d'alimentation 32 comprend le dispositif de transfert de l'énergie hydraulique 10 depuis le repère fixe (lié à la structure fixe 4) jusqu'au repère tournant (lié au rotor 3), ce dispositif de transfert 10 étant ici un raccord tournant 33 (ou joint tournant). Le raccord tournant 33 comprend un organe fixe 11 solidaire du support 18 (et plus précisément de la paroi cylindrique 25) et un organe mobile 12 solidaire du rotor 3 (et plus précisément de la portion cylindrique 17). Le raccord tournant 33 assure la transmission d'énergie hydraulique depuis l'organe fixe 11 vers l'organe mobile 12 (ou inversement) de manière étanche. Le raccord tournant 33 peut comprendre une ou plusieurs voies. L'ensemble d'alimentation 32

comprend en outre au moins une canalisation 34 raccordée à l'organe fixe 11 du raccord tournant 33, et au moins une canalisation 35 raccordée à la fois à l'organe mobile 12 du raccord tournant 33 et au premier actionneur 9.

Dans le cas où le premier actionneur 9 est un actionneur électrique, l'énergie à transporter jusqu'à l'actionneur est de l'énergie électrique, et autrement dit de l'électricité. L'actionneur est alimenté en énergie électrique via un ensemble d'alimentation 32. L'ensemble d'alimentation 32 comprend le dispositif de transfert de l'énergie électrique 10 depuis le repère fixe (lié à la structure fixe 4) jusqu'au repère tournant (lié au rotor 3), ce dispositif de transfert 10 étant ici un transformateur tournant 36 (ou transformateur rotatif). Le transformateur tournant 36 assure la transmission d'énergie électrique par induction électromagnétique. Un tel transformateur est par exemple présenté plus en détail dans les documents EP-A1-1306558 et FR-A1-2712250. Le transformateur tournant 36 comprend un organe fixe 11 solidaire du support 18 et un organe mobile 12 solidaire du rotor 3. L'ensemble d'alimentation 32 comprend en outre au moins un câble 37 raccordé à l'organe fixe 11 du transformateur tournant 36 et, au moins un câble 38 raccordé à la fois à l'organe mobile 12 du transformateur tournant 36 et au premier l'actionneur 9.

Le premier actionneur 9 comprend un élément fixe par rapport au rotor 3 et un élément mobile par rapport à l'élément fixe (et par conséquent par rapport au rotor 3). L'élément fixe du premier actionneur 9 est fixé sur le rotor 3. L'élément mobile est lié à au moins un mécanisme 31. Le premier actionneur 9 peut être linéaire ou rotatif.

Le mécanisme 31 comprend par exemple, pour chaque pale, une manivelle présentant une première extrémité centrée sur l'axe Y et couplée en rotation avec la pale correspondante et une seconde extrémité excentrée par rapport à l'axe Y et solidaire de l'élément mobile du premier actionneur 9. La manivelle permet de démultiplier l'effort nécessaire pour régler le calage de la pale correspondante.

Selon le second mode de réalisation illustré sur la figure 2, le système de commande 8 comprend au moins un premier actionneur 9 et un mécanisme 31 propre à chacune des pales 5.

Le système de commande 8 comprend soit un premier actionneur 9 par pale 5 soit un ou plusieurs premiers actionneurs 9 pour l'ensemble des pales 5.

Avantageusement, le système de commande 8 comprend un premier actionneur 9 commun à toutes les pales 5 et un mécanisme 31 propre à chacune des pales 5, ce mécanisme 31 permettant de transformer le mouvement initié par le premier actionneur 9 en un mouvement de rotation de la pale correspondante 5.

Plus précisément, le premier actionneur 9 est un moteur électrique comportant un arbre de sortie 39 rotatif. Pour chaque pale 5, le mécanisme 31 comprend une manivelle 40 présentant une première extrémité centrée sur l'axe Y et couplée en rotation avec la pale correspondante 5, et une seconde extrémité présentant un suiveur de came 41 excentré par rapport à l'axe Y. Le suiveur de came 41 coopère avec une came 42 se présentant sous la forme d'une rainure pratiquée dans une bague 43, la bague 43 étant couplée en rotation avec l'arbre de sortie 39 du moteur électrique.

Le mouvement rotatif de l'arbre de sortie 39 du moteur électrique permet de régler de manière synchronisée le calage de l'ensemble des pales 5 via notamment les différents mécanismes 31 (pour chaque mécanisme 31, un ensemble came 42 / suiveur de came 41 et une manivelle 40).

Le stator du moteur électrique est fixé sur le rotor 3.

Le moteur électrique peut comprendre un réducteur. La bague 43 est par exemple couplée en rotation avec l'arbre de sortie 39 du moteur via une liaison par cannelures ou une liaison par dentelures.

L'ensemble d'alimentation 32 du moteur électrique est identique à celle d'un actionneur électrique détaillé ci-dessus en lien avec le premier mode de réalisation.

Selon le troisième mode de réalisation illustré sur la figure 3, le système de commande 8 comprend un premier actionneur 9 commun à toutes les pales 5 et un mécanisme 31 propre à chacune des pales 5.

Plus précisément, le premier actionneur 9 est un moteur électrique configuré pour actionner une pompe 44 d'un circuit hydraulique 45 solidaire du rotor 3. Le circuit 45 comprend un réservoir de liquide (ou bêche) connecté avec la pompe 44. Le circuit 45 comprenant un second actionneur 46 hydraulique alimenté en liquide sous pression par la pompe 44. Le mécanisme 31 est configuré pour transformer le mouvement initié par le second actionneur 46 en un mouvement rotatif de la pale correspondante 5.

Avantageusement, le second actionneur 46 est commun à toutes les pales 5.

Le mouvement rotatif du rotor du moteur électrique permet de régler de manière synchronisée le calage de l'ensemble des pales 5 via notamment le circuit hydraulique 45 et les différents mécanismes 31.

Le circuit hydraulique 45 est dit autonome (ou indépendant) en énergie hydraulique, et autrement dit le circuit hydraulique 45 ne reçoit pas d'énergie hydraulique en provenance du repère fixe.

Le stator du moteur électrique est fixé sur le rotor 3.

Le second actionneur 46 comprend un élément fixe par rapport au rotor 3 et un élément mobile par rapport à l'élément fixe (et par conséquent par rapport au rotor 3). L'élément mobile est lié aux mécanismes 31. Le second actionneur 46 peut être linéaire ou rotatif.

Le mécanisme 31 comprend par exemple, pour chaque pale, une manivelle présentant une première extrémité centrée sur l'axe Y et couplée en rotation avec la pale correspondante et une seconde extrémité excentrée par rapport à l'axe Y et solidaire de l'élément mobile du second actionneur 46.

Avantageusement, le circuit 45 comprend un accumulateur configuré pour mettre en position drapeau les pales, en particulier en cas de

défaillance du transformateur tournant 36. L'accumulateur est par exemple un réservoir de liquide sous pression.

Le circuit 45 peut comprendre en outre un ou plusieurs préactionneurs configurés pour notamment contrôler la circulation du
5 liquide sous pression au sein du circuit 45. Un préactionneur correspond par exemple à un distributeur, une valve ou une servovalve. Le moteur électrique peut comprendre un réducteur.

L'ensemble d'alimentation 32 du moteur électrique est identique à celle d'un actionneur électrique détaillé ci-dessus en lien avec le premier
10 mode de réalisation.

REVENDICATIONS

1. Turbomachine (1) d'axe longitudinal (X) comprenant :
 - un rotor (3) portant au moins une pale à calage variable (5), ledit rotor (3)
5 étant guidé en rotation par rapport à une structure fixe (4) de ladite turbomachine (1) via un premier palier (6) et un second palier (7) ;
 - un système de commande du calage (8) de ladite au moins une pale (5), ledit système de commande (8) étant solidaire dudit rotor (3) et comprenant au moins un premier actionneur (9) mis en mouvement par une énergie,
10 ledit système de commande (8) étant disposé axialement en amont desdits premier et second paliers (6, 7) ;
 - un dispositif de transfert de ladite énergie (10) disposé axialement entre le premier palier (6) et le second palier (7), ledit dispositif de transfert (10) comprenant un organe fixe (11) solidaire de ladite structure fixe (4) et un
15 organe mobile (12) solidaire dudit rotor (3) ;caractérisée en ce que le rotor (3) comprend un anneau de support (14) de ladite au moins une pale (5) et un arbre (15) présentant une portion tronconique (16) et une portion cylindrique (17) sur laquelle sont rapportés lesdits premier et second paliers (6, 7) ainsi que ledit organe mobile (12)
20 dudit dispositif de transfert (10), la portion tronconique (16) de l'arbre (15) s'étendant autour de la portion cylindrique (17).
2. Turbomachine (1) selon la revendication 1, caractérisée en ce que le rotor (3) est annulaire et définit un espace interne ouvert (13) dans lequel
25 est placé ledit système de commande (8).
3. Turbomachine (1) selon l'une des revendications précédentes, caractérisée en ce que la portion tronconique (16) de l'arbre (15) s'évase de l'amont vers l'aval.

4. Turbomachine (1) selon l'une des revendications précédentes, caractérisée en ce que ledit premier actionneur (9) est un actionneur hydraulique, ledit dispositif de transfert (10) étant un raccord tournant (33), ledit système de commande (8) comprenant un mécanisme (31) configuré pour transformer le mouvement initié par ledit actionneur hydraulique en un mouvement rotatif de ladite au moins une pale (5).

5. Turbomachine (1) selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisée en ce que ledit premier actionneur (9) est un actionneur électrique, ledit dispositif de transfert (10) étant un transformateur tournant (36), ledit système de commande (8) comprenant un mécanisme (31) configuré pour transformer le mouvement initié par ledit actionneur électrique en un mouvement rotatif de ladite au moins une pale (5).

6. Turbomachine (1) selon la revendication 5, caractérisée en ce que ledit premier actionneur (9) est un moteur électrique comportant un arbre de sortie (39) rotatif, ladite au moins une pale (5) étant mobile en rotation autour d'un axe (Y) sensiblement perpendiculaire audit axe (X), ledit mécanisme (31) comprenant une manivelle (40) présentant une première extrémité centrée sur ledit axe (Y) et couplée en rotation avec ladite au moins une pale (5) et une seconde extrémité présentant un suiveur de came (41) excentré par rapport audit axe (Y), ledit suiveur de came (41) coopérant avec une came (42) se présentant sous la forme d'une rainure pratiquée dans une bague (43), ladite bague (43) étant couplée en rotation avec ledit arbre de sortie (39) dudit moteur électrique.

7. Turbomachine (1) selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisée en ce que ledit dispositif de transfert (10) est un transformateur tournant (36), ledit premier actionneur (9) est un moteur électrique configuré pour actionner une pompe (44) d'un circuit hydraulique (45) solidaire dudit rotor (3), ledit circuit (45) comprenant un réservoir de liquide connecté avec

ladite pompe (44), ledit circuit (45) comprenant un second actionneur (46) hydraulique alimenté en liquide sous pression par ladite pompe (44), ledit système de commande (8) comprenant un mécanisme (31) configuré pour transformer le mouvement initié par ledit second actionneur (46) en un mouvement rotatif de ladite au moins une pale (5).

8. Turbomachine (1) selon la revendication 7, caractérisée en ce que ledit circuit (45) comprend un accumulateur configuré pour mettre en position drapeau ladite au moins une pale (5), en particulier en cas de défaillance du transformateur tournant (36).

9. Turbomachine (1) selon l'une des revendications précédentes, caractérisée en ce que le rotor (3) est guidé en rotation par rapport à un support (18) annulaire de ladite structure fixe (4), ledit support (18) étant rapporté sur un moyeu interne (21) d'un carter intermédiaire (22), ledit support (18) comprenant une paroi amont (23) tronconique, une paroi aval (24) tronconique et une paroi cylindrique (25) tubulaire dans laquelle sont logés le premier palier (6) et l'organe fixe (11) dudit dispositif de transfert (10), la paroi cylindrique (25) étant disposée axialement entre ladite paroi amont (23) et ladite paroi aval (24).

10. Turbomachine (1) selon la revendication 9, caractérisée en ce que le premier palier (6) est disposé en amont du second palier (7).

11. Turbomachine (1) selon l'une des revendications précédentes, caractérisée en ce que ledit rotor (3) est couplé en rotation à un porte-satellites d'un réducteur (19).

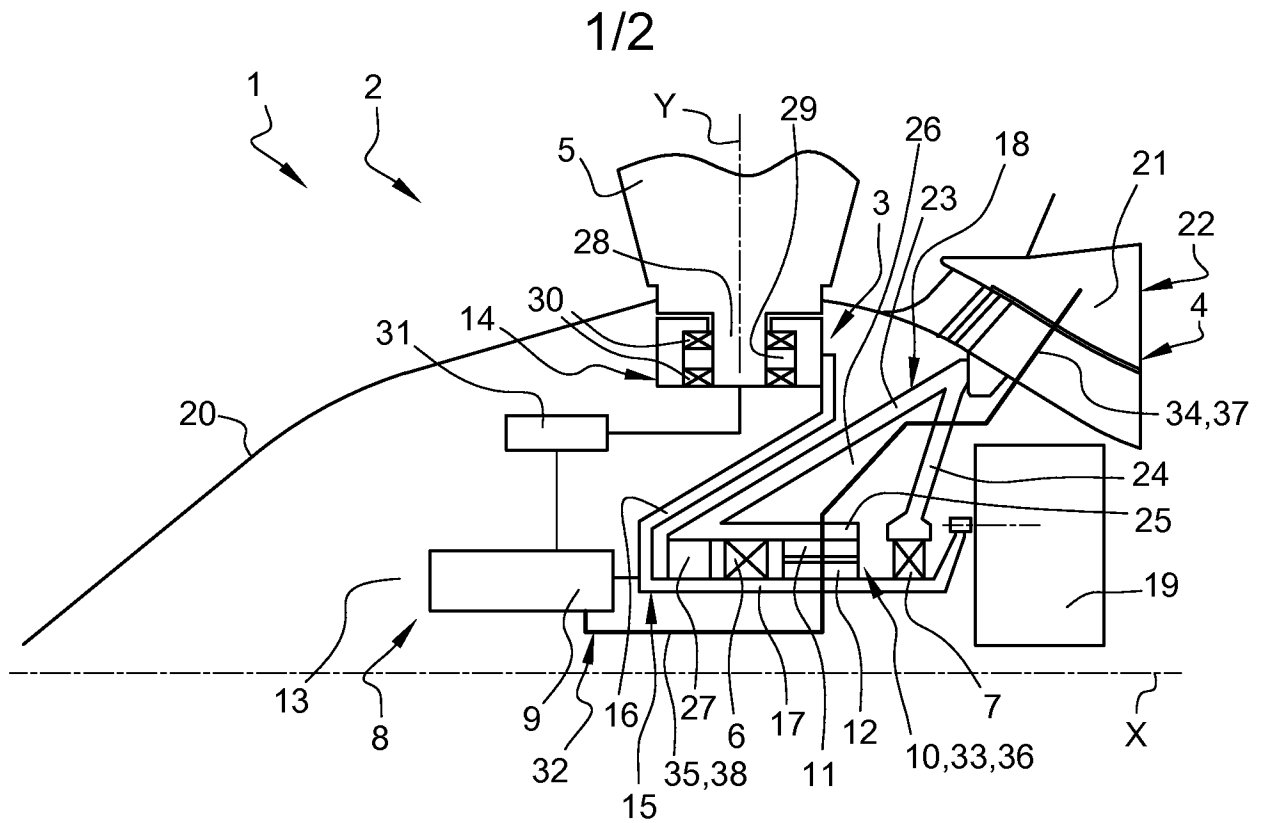


Fig. 1

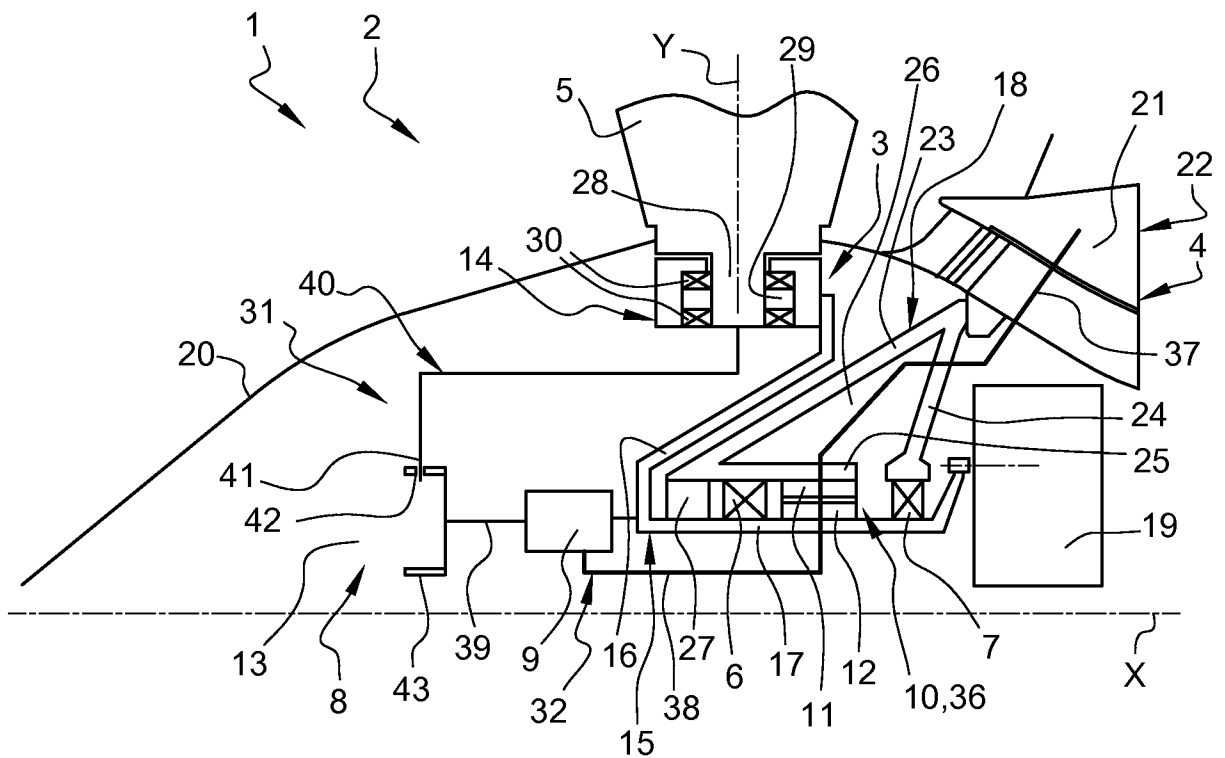


Fig. 2

2/2

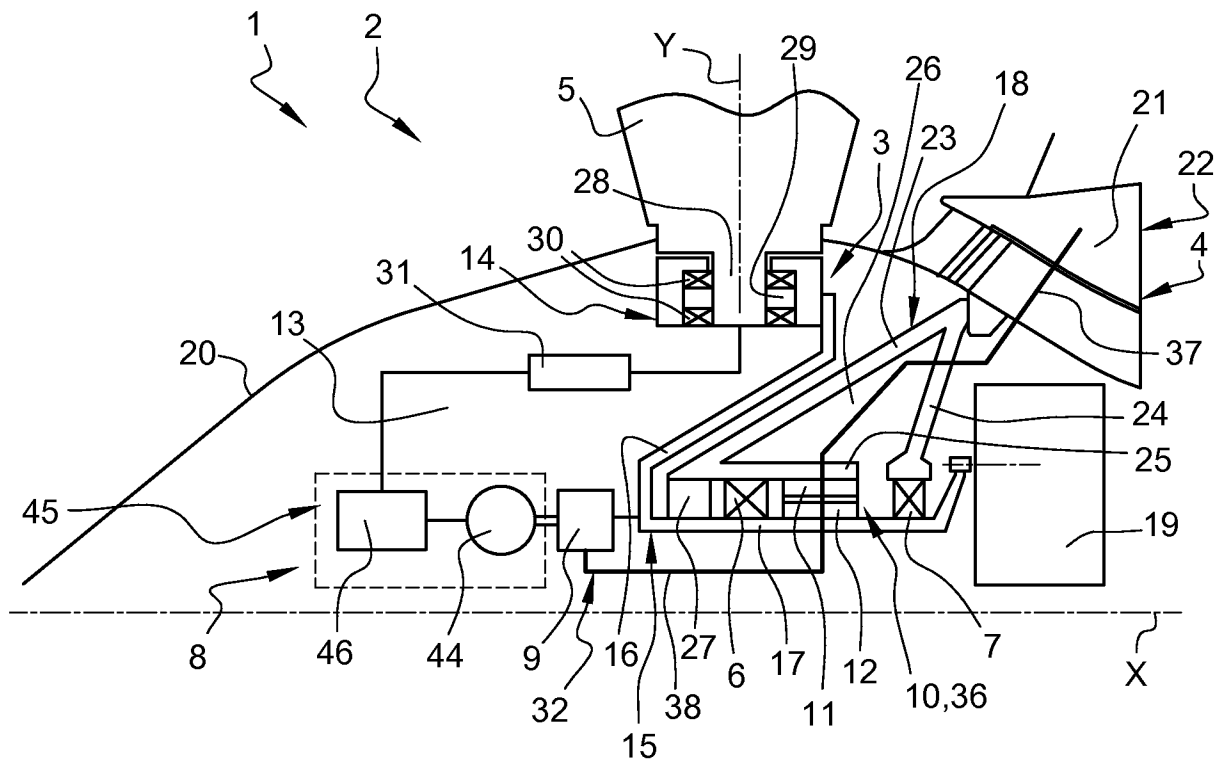


Fig. 3

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/FR2019/052370**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER****F04D 29/32**(2006.01)i; **F01D 7/00**(2006.01)i; **B64C 11/38**(2006.01)i; **B64C 11/44**(2006.01)i; **F02K 3/06**(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)

F04D; B64C; F01D; F02K

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.
A	US 2850103 A (PEARL DAVID R) 02 September 1958 (1958-09-02) column 1, line 48 - column 3, line 13 figures 1-2	1-11
A	GB 2285098 A (UNITED TECHNOLOGIES CORP [US]) 28 June 1995 (1995-06-28) page 9, line 3 - page 15, line 22 figure 1	1-10
A	FR 3050433 A1 (SNECMA [FR]) 27 October 2017 (2017-10-27) page 7, line 5 - page 13, line 23 figure 1	1-10
A	EP 3165452 A1 (GEN ELECTRIC [US]) 10 May 2017 (2017-05-10) cited in the application figure 2	1-10

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.☒ 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

18 February 2020

Date of mailing of the international search report

25 February 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

Lovergine, A

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/FR2019/052370

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
US	2850103	A	02 September 1958	NONE	
GB	2285098	A	28 June 1995	GB 2285098 A	28 June 1995
				US 5451141 A	19 September 1995
FR	3050433	A1	27 October 2017	FR 3050433 A1	27 October 2017
				US 2017306773 A1	26 October 2017
EP	3165452	A1	10 May 2017	BR 102016025124 A2	09 May 2017
				CA 2945988 A1	04 May 2017
				CN 107035538 A	11 August 2017
				EP 3165452 A1	10 May 2017
				JP 2017089627 A	25 May 2017
				US 2017122119 A1	04 May 2017

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/FR2019/052370

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE INV. F04D29/32 F01D7/00 B64C11/38 B64C11/44 F02K3/06 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) F04D B64C F01D F02K		
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
A	US 2 850 103 A (PEARL DAVID R) 2 septembre 1958 (1958-09-02) colonne 1, ligne 48 - colonne 3, ligne 13 figures 1-2 -----	1-11
A	GB 2 285 098 A (UNITED TECHNOLOGIES CORP [US]) 28 juin 1995 (1995-06-28) page 9, ligne 3 - page 15, ligne 22 figure 1 -----	1-10
A	FR 3 050 433 A1 (SNECMA [FR]) 27 octobre 2017 (2017-10-27) page 7, ligne 5 - page 13, ligne 23 figure 1 -----	1-10
A	EP 3 165 452 A1 (GEN ELECTRIC [US]) 10 mai 2017 (2017-05-10) cité dans la demande figure 2 -----	1-10
☐ Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents ☒ 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 18 février 2020		Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale 25/02/2020
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 Lovergine, A

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/FR2019/052370

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 2850103	A	02-09-1958	AUCUN	

GB 2285098	A	28-06-1995	GB 2285098 A	28-06-1995
			US 5451141 A	19-09-1995

FR 3050433	A1	27-10-2017	FR 3050433 A1	27-10-2017
			US 2017306773 A1	26-10-2017

EP 3165452	A1	10-05-2017	BR 102016025124 A2	09-05-2017
			CA 2945988 A1	04-05-2017
			CN 107035538 A	11-08-2017
			EP 3165452 A1	10-05-2017
			JP 2017089627 A	25-05-2017
			US 2017122119 A1	04-05-2017
