

(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
2 septembre 2010 (02.09.2010)

PCT

(10) Numéro de publication internationale

WO 2010/097438 A2

(51) Classification internationale des brevets :
F04D 29/32 (2006.01) F02K 3/06 (2006.01)
F04D 29/36 (2006.01)

(74) Mandataire : ILGART, Jean-Christophe; Brevalex, 3, rue du Docteur Lancereaux, F-75008 Paris (FR).

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/EP2010/052417

(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, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, 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.

(22) Date de dépôt international :
25 février 2010 (25.02.2010)

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

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
09 51269 27 février 2009 (27.02.2009) FR
09 51270 27 février 2009 (27.02.2009) FR

(71) Déposant (pour tous les États désignés sauf US) :
SNECMA [FR/FR]; 2, boulevard du Général Martial Valin, F-75015 Paris (FR).

(72) Inventeurs; et

(75) Inventeurs/Déposants (pour US seulement) :
BOUILLER, Philippe, Pierre, Vincent [FR/FR]; 60 rue de Montmelian, F-77210 Samoreau (FR). ROUSSELIN, Stéphane [FR/FR]; 5 quai de Seine, F-77850 Hericy (FR).

[Suite sur la page suivante]

(54) Title : FAN BLADES WITH CYCLIC SETTING

(54) Titre : AUBES DE SOUFFLANTE A CALAGE CYCLIQUE

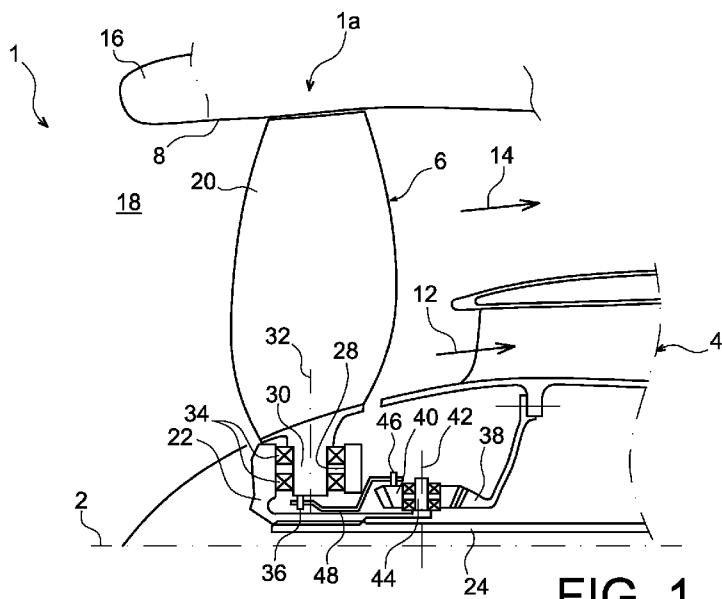


FIG. 1

(57) Abstract : The present invention relates to a fan portion (1a) of a dual flow turbojet engine including a plurality of fan blades (20), a disk (22) for supporting the blades and capable of being rotated relative to a stator portion (4) of the fan, along a longitudinal axis (2) of the fan, as well as to a system for setting the angle of attack associated with each fan blade, said systems being designed such that the angle of attack of each blade varies according to a same setting law according to the angular position of the blade relative to the stator portion, along the longitudinal axis (2), said same setting law being periodic with a period of $P = 360^\circ/n$, where n is an integer at least equal to 1.

(57) Abrégé : La présente invention se rapporte à une partie soufflante (1a) de turboréacteur à double flux comprenant une pluralité d'aubes de soufflante (20), un disque (22) de support des aubes capable d'être mis en rotation par rapport à une partie stator (4) de soufflante, selon un axe longitudinal (2) de soufflante, ainsi qu'un

système de calage en incidence associé à chaque aube de soufflante, ces systèmes étant conçus de telle sorte que l'incidence de chaque aube varie selon une même loi de calage fonction de la position angulaire de l'aube par rapport à la partie stator, selon l'axe longitudinal (2), cette même loi de calage étant périodique de période $P = 360^\circ/n$, avec n correspondant à un nombre entier supérieur ou égal à 1.



Publiée :

- *sans rapport de recherche internationale, sera republiée dès réception de ce rapport (règle 48.2.g)*

AUBES DE SOUFFLANTE A CALAGE CYCLIQUE**DESCRIPTION**

5

La présente invention se rapporte au domaine des turboréacteurs à double flux, de préférence pour aéronef.

De manière conventionnelle, un tel turboréacteur comprend une pluralité d'aubes de soufflante, et un disque de support des aubes capable d'être mis en rotation par rapport à une partie stator de soufflante, selon un axe longitudinal de soufflante.

Les aubes de soufflante sont généralement montées fixement sur le disque de support, avec une incidence prédéterminée qui est identique pour chacune d'elles. Cette solution se révèle relativement satisfaisante lorsque la soufflante est alimentée en air de manière sensiblement homogène.

Néanmoins, certaines conceptions de turboréacteur peuvent avoir pour conséquence une alimentation hétérogène de la soufflante en air, et ce en permanence durant le fonctionnement du turboréacteur. Cela est notamment le cas lorsque le carénage aérodynamique délimitant l'entrée d'air du turboréacteur masque une partie de l'ensemble d'aubes de cette soufflante, dans la direction de l'axe longitudinal de soufflante. A titre indicatif, ces configurations sont dites « à turboréacteurs partiellement enterrés », et contrastent avec les solutions classiques dans lesquelles le carénage

aérodynamique délimitant l'entrée d'air chemine tout le long du carter extérieur fixe de la soufflante, sans masquer les aubes de celle-ci.

Pour faire face aux cas où la soufflante 5 est alimentée en air de manière hétérogène, occasionnellement ou en permanence, l'invention prévoit une partie soufflante de turboréacteur à double flux comprenant une pluralité d'aubes de soufflante, un disque de support des aubes capable d'être mis en 10 rotation par rapport à une partie stator de soufflante, selon un axe longitudinal de soufflante, et comprenant un système de calage en incidence associé à chaque aube de soufflante, ces systèmes étant conçus de telle sorte que l'incidence de chaque aube varie selon une même loi 15 de calage fonction de la position angulaire de l'aube par rapport à la partie stator, selon ledit axe longitudinal de soufflante, ladite même loi de calage étant périodique de période $P = 360^\circ/n$, avec n correspondant à un nombre entier supérieur ou égal à 1.

20 En d'autres termes, l'invention prévoit que les aubes passent successivement à une position angulaire quelconque de la partie stator avec la même incidence, qui suit une loi de calage évolutive au cours d'un tour entier de soufflante selon son axe 25 longitudinal.

Ce calage cyclique permet de répondre de manière extrêmement satisfaisante aux cas d'alimentation en air hétérogène de la soufflante, permanente ou occasionnelle. Dans ce dernier cas, se 30 produisant par exemple lors de variations d'incidence de l'aéronef ou lors de virages, la variation

d'incidence des aubes de soufflante n'est pas permanente, mais activée automatiquement ou manuellement uniquement lorsque les circonstances de vol traduisent une alimentation en air hétérogène de la soufflante. Ce cas de figure est donc préférentiellement rencontré avec les solutions classiques dans lesquelles le carénage aérodynamique délimitant l'entrée d'air chemine tout le long du carter extérieur fixe de la soufflante, sans masquer les aubes de celle-ci.

En revanche, lorsque l'alimentation en air de la soufflante est hétérogène en permanence, la variation d'incidence des aubes de soufflante est elle aussi activée en permanence. Il s'agit par exemple, comme mentionné ci-dessus, des cas où le turboréacteur est partiellement enterré dans la structure de l'aéronef, de préférence dans l'aile principale.

Ainsi, dans ce cas préféré d'un turboréacteur partiellement enterré, la loi de calage unique est préférentiellement prévue pour faire en sorte que lorsqu'une aube de soufflante quelconque entre dans la zone masquée, également dite enterrée, son incidence soit diminuée de manière à ce qu'elle réclame moins d'air, réduisant ainsi les risques de pompage et de chute de rendement. En revanche, lorsqu'elle sort de cette zone masquée, son incidence normale est rétablie sans aucun risque, puisqu'elle se retrouve dans le flux d'air. Naturellement, des lois de calage beaucoup plus complexes sont envisageables, et déterminables en fonction des contraintes et besoins rencontrés.

De préférence, ledit système de calage en incidence est piloté de manière passive par la rotation du disque de support des aubes par rapport à la partie stator de soufflante, selon ledit axe longitudinal de soufflante. La nature passive traduit ici le fait qu'aucune source d'énergie additionnelle autre que celle de la rotation de la soufflante n'est employée. Néanmoins, une conception à pilotage actif pourrait être envisagée, sans sortir du cadre de l'invention.

Selon un premier mode de réalisation préféré de l'invention, le système de calage en incidence piloté de manière passive comprend un ergot agencé de manière excentrée sur le pied de l'aube concernée, une première roue dentée centrée sur ledit axe longitudinal de soufflante et fixée à la partie stator de soufflante, ainsi qu'une seconde roue dentée entraînée en rotation selon l'axe longitudinal de soufflante par le disque de support, et montée libre en rotation sur ce dernier selon un axe de rotation de roue distinct dudit axe longitudinal de soufflante, ladite seconde roue dentée engrenant avec ladite première roue dentée et étant reliée mécaniquement audit ergot.

Avec cette conception spécifique, il est préférentiellement prévu que les systèmes de calage en incidence de toutes les aubes de la soufflante partagent la même première roue dentée. Il en résulte un gain important en termes de masse et d'encombrement.

De préférence, ladite seconde roue dentée est reliée mécaniquement audit ergot par l'intermédiaire d'une biellette.

5 Toujours de manière préférentielle, il est fait en sorte que les première et seconde roues dentées forment en engrenage conique, à savoir qu'ils adoptent des formes tronconiques dont les axes se coupent, de préférence de façon orthogonale.

10 Selon un second mode de réalisation préféré de l'invention, ledit système de calage en incidence comprend un ergot monté fixement de manière excentrée sur le pied de l'aube concernée, ainsi qu'une piste de guidage fixe par rapport à la partie stator de soufflante et agencée autour dudit axe longitudinal de soufflante, ladite piste de guidage présentant une géométrie permettant d'appliquer audit ergot, durant son mouvement rotatif par rapport à la partie stator 15 selon l'axe longitudinal, un déplacement additionnel parallèle à ce même axe, assurant une variation de l'incidence de l'aube selon ladite loi de calage.

20 Ici aussi, il est donc prévu que les aubes passent successivement à une position angulaire quelconque de la partie stator avec la même incidence, qui suit une loi de calage évolutive au cours d'un tour entier de soufflante selon son axe longitudinal.

25 Ce calage cyclique permet de répondre de manière extrêmement satisfaisante aux cas dans lesquels l'alimentation en air de la soufflante est hétérogène en permanence, étant donné que la variation d'incidence des aubes de soufflante est elle aussi obtenue en permanence, grâce à la coopération entre l'ergot et sa piste de guidage présentant une géométrie adéquate. Il 30 s'agit par exemple, comme mentionné ci-dessus, des cas où le turboréacteur est partiellement enterré dans la

structure de l'aéronef, de préférence dans l'aile principale.

Ainsi, dans ce cas préféré d'un turboréacteur partiellement enterré, la loi de calage unique est préférentiellement prévue pour faire en sorte que lorsqu'une aube de soufflante quelconque entre dans la zone masquée, également dite enterrée, son incidence soit diminuée de manière à ce qu'elle réclame moins d'air, réduisant ainsi les risques de pompage et de chute de rendement. En revanche, lorsqu'elle sort de cette zone masquée, son incidence normale est rétablie sans aucun risque, puisqu'elle se retrouve dans le flux d'air. Naturellement, des lois de calage beaucoup plus complexes sont envisageables, et déterminables en fonction des contraintes et besoins rencontrés.

Comme cela ressort de ce qui précède, ledit système de calage en incidence est piloté de manière passive par la rotation du disque de support des aubes par rapport à la partie stator de soufflante, selon ledit axe longitudinal de soufflante. La nature passive traduit ici le fait qu'aucune source d'énergie additionnelle autre que celle de la rotation de la soufflante n'est employée. En effet, la rotation de la soufflante a pour effet d'appliquer à l'ergot d'une aube donnée un mouvement rotatif par rapport à la partie stator, selon l'axe longitudinal. Durant ce mouvement rotatif, l'ergot suit la piste de guidage, dont la géométrie spécifique a pour conséquence d'appliquer à cet ergot un déplacement additionnel parallèle à l'axe longitudinal, assurant la variation

souhaitée de l'incidence de l'aube. En d'autres termes, la piste de guidage a pour fonction de transformer le déplacement rotatif de l'ergot en un déplacement axial de ce dernier, par rapport à la partie stator.

De préférence, ledit système de calage en incidence comporte en outre un galet solidaire dudit ergot, logé à coulisser dans ladite piste de guidage. Alternativement, l'ergot pourrait être lui-même logé directement dans la piste de guidage, sans sortir du cadre de l'invention.

De préférence, ladite piste de guidage prend la forme d'une rainure ouverte radialement vers l'extérieur. Sa forme est alors sensiblement annulaire centrée sur l'axe longitudinal de soufflante, tout en présentant une évolution de sa position dans la direction axiale/longitudinale afin d'appliquer ladite loi de calage désirée.

Quel que soit le mode de réalisation envisagé, de préférence, ledit nombre entier n définissant la période de la loi de calage est égal à 1, ce qui traduit une période égale à un tour.

L'invention concerne également un turboréacteur comprenant une partie soufflante telle que décrite ci-dessus.

De préférence, le turboréacteur est prévu pour être partiellement enterré, à savoir qu'il comprend un carénage aérodynamique délimitant l'entrée d'air du turboréacteur et masquant, lorsqu'il est vu 5 selon la direction de l'axe longitudinal de soufflante, une partie de l'ensemble d'aubes de cette soufflante. En d'autres termes, dans ce cas de figure, la surface en section transversale de l'entrée d'air est inférieure à une surface en forme de disque de diamètre 10 correspondant à celui de la partie rotative de la soufflante, le rapport entre ces deux surfaces pouvant être de l'ordre de 0,33.

D'autres avantages et caractéristiques de l'invention apparaîtront dans la description détaillée 15 non limitative ci-dessous.

Cette description sera faite au regard des dessins annexés parmi lesquels :

- la figure 1 représente une vue en demi-coupe longitudinale d'une portion avant d'un 20 turboréacteur selon un premier mode de réalisation préféré de la présente invention ;

- la figure 2 représente une vue de face du turboréacteur montré sur la figure 1 ;

- les figures 3a à 3d représentent un 25 système de calage en incidence de l'une des aubes de soufflante du turboréacteur montré sur les figures 1 et 2, dans différentes configurations adoptées au cours d'un tour de ladite aube concernée ;

- la figure 4 représente un graphe 30 schématisant la loi de calage appliquée à ladite aube ;

- la figure 5 représente une vue en demi-coupe longitudinale d'une portion avant d'un turboréacteur selon un second mode de réalisation préféré de la présente invention ;

5 - la figure 6 représente une vue partielle en perspective d'une partie du système de calage en incidence montré sur la figure 5 ; et

10 - la figure 7 représente un système de calage en incidence de l'une des aubes de soufflante du turboréacteur montré sur la figure 5, dans différentes configurations adoptées au cours d'un tour de ladite aube concernée.

En référence à la figure 1, on peut apercevoir une portion avant d'un turboréacteur 1 selon un premier mode de réalisation préféré de la présente invention. Cette partie avant est essentiellement composée d'une partie soufflante 1a, centrée sur un axe longitudinal 2 correspondant également à l'axe du turboréacteur. Elle comprend globalement une partie stator 4, ainsi qu'une partie 6 mobile en rotation autour de cette partie stator, selon l'axe 2. La partie stator 4 est fixe et comprend entre autres un carter extérieur fixe de soufflante 8, solidaire d'un carter intermédiaire permettant d'assurer la délimitation entre le flux primaire 12 et le flux secondaire 14 du turboréacteur. En outre, ce carter extérieur fixe de soufflante 8 porte vers l'avant un carénage aérodynamique 16 délimitant l'entrée d'air 18 du turboréacteur.

30 La partie rotative 6 comprend quant à elle une pluralité d'aubes de soufflante 20, dont une seule

est visible sur la figure 1, ainsi qu'un disque de support des aubes 22 centré sur l'axe 2. A titre d'exemple indicatif, la mise en rotation de la partie mobile 6 est assurée à l'aide d'une arbre rotatif 5 d'entraînement 24 centré sur l'axe 2, et engrenant directement ou par l'intermédiaire d'une boîte d'engrenages avec ledit support 22, également dénommé moyeu. Ce dernier présente une pluralité d'orifices 28 espacés circonférentiellement les uns des autres, 10 chacun dédié au logement de l'une des aubes de soufflante 20.

Ainsi, comme cela est représenté pour l'une des aubes 20 sur la figure 1, l'orifice 28 reçoit le pied 30 de l'aube de manière à autoriser une rotation 15 de celle-ci selon un axe de pivotement d'aube 32, de préférence sensiblement radial. Cela est notamment permis par la mise en place de paliers de roulements 34 entre l'orifice 28 et le pied d'aube 30.

Ce montage rotatif de l'aube 20 par rapport 20 au moyeu 22 selon l'axe 32 est prévu pour pouvoir piloter cette aube en incidence, grâce à un système de calage en incidence qui va maintenant être décrit, et qui est de préférence sensiblement identique pour chacune des aubes.

25 Il incorpore tout d'abord un ergot 36 agencé sur le pied d'aube 30 de manière excentrée par rapport à l'axe de pivotement 32, et faisant saillie radialement vers l'intérieur.

Par ailleurs, il est prévu une première 30 roue dentée 38 centrée sur l'axe longitudinal 2 de la soufflante, et fixée à la partie stator 4. De

préférence, cette roue 38, qui prend une forme sensiblement tronconique, est partagée par tous les systèmes de calage équipant les aubes de la soufflante.

Le système de calage en incidence incorpore 5 également une seconde roue dentée 40 entraînée en rotation selon l'axe 2 par le disque de support 22, et montée libre en rotation sur ce dernier selon un axe de rotation de roue 42, sécant et de préférence orthogonal à l'axe 2. Un ergot 44 est par exemple prévu sur le 10 moyeu 42 pour permettre le montage libre en rotation de la seconde roue 42 de forme sensiblement tronconique, qui engrène directement ou indirectement avec la première roue dentée 38. A cet égard, il est de préférence prévu un rapport de réduction de 1 entre les 15 deux roues, de manière à ce qu'un tour de moyeu 22 autour de l'axe 2 engendre un tour de la seconde roue 40 autour de son axe 42.

De plus, la seconde roue 40 porte également fixement un ergot 46, excentré vis-à-vis de l'axe de rotation 42 et faisant saillie radialement, et relié à l'ergot 36 par une biellette 48.

Ce système est piloté de manière passive, puisque la rotation de la partie mobile 6 de la soufflante a pour conséquence de faire engrainer la 25 seconde roue mobile 40 avec la première roue fixe 38, et donc de la faire tourner autour de son axe de rotation 42, provoquant une mise en mouvement de la biellette 48 actionnant l'ergot excentré 36 du pied d'aube 30.

30 Ce système de calage en incidence est spécifiquement conçu pour que l'aube 20 à laquelle il

est associé ait une incidence variant selon une loi de calage cyclique, de préférence de période correspondant à un tour de soufflante. Cette loi de calage, qui donne l'incidence de l'aube en fonction de sa position angulaire par rapport à la partie stator 4 selon l'axe 2, est la même pour toutes des aubes 20 de la soufflante. Elle est déterminée en fonction des besoins rencontrés. Dans l'exemple montré sur la figure 2, le turboréacteur 1 est destiné à être semi-enterré dans la structure de l'aéronef, de préférence dans l'aile principale. Ainsi, en vue de face telle que visible sur cette figure 2, le carénage aérodynamique 16 délimitant l'entrée d'air 18 masque la moitié inférieure de l'ensemble d'aubes 20.

Dans cette situation, la loi de calage unique Lc schématisée sur la figure 4 est préférentiellement prévue pour faire en sorte que lorsqu'une aube quelconque 20 se trouve dans une position angulaire de 0° par rapport à la partie stator 4, elle présente une incidence dite normale, qui est conservée jusqu'à ce qu'elle occupe une position angulaire proche de 90° . Les figures 3a et 3b représentent respectivement l'état du système de calage pour les deux positions angulaires de 0° et 90° de l'aube. Sur ces deux figures, on peut en effet apercevoir que si la configuration du système de calage a été modifiée du fait de l'engrènement des deux roues 38, 40 sur un quart de tour, l'incidence de l'aube reste elle invariable sur cette portion de cycle.

A partir de la position angulaire de 90° et jusqu'à sa position angulaire de 180° , correspondant à

6h, l'aube 20 voit son incidence diminuer, de préférence jusqu'à une valeur nulle ou presque nulle. Durant cette portion du cycle, l'aube en question traverse effectivement la partie masquée / enterrée, et 5 il est donc fait en sorte qu'elle réclame moins d'air afin de réduire les risques de pompage et de chute de rendement. A l'inverse, à partir de la position angulaire de 180° et jusqu'à sa position angulaire de 270° coïncidant avec la sortie de la partie masquée / 10 enterrée de la soufflante, l'aube 20 voit son incidence augmenter jusqu'à atteindre à nouveau sa valeur dite normale, qu'elle conserve ensuite jusqu'à sa position angulaire de 0° , correspondant également à 360° . A cet 15 égard, les figures 3c et 3d représentent respectivement l'état du système de calage pour les deux positions angulaires de 180° et 270° de l'aube.

Pour obtenir la loi de calage L_c voulue, il est ici fait en sorte, comme cela est visible sur les 20 figures 3a à 3d, que l'ergot 46 soit monté coulissant sur la biellette 48, le long de celle-ci.

Naturellement, la loi de calage unique L_c appliquée à toutes les aubes de soufflante 20 pourrait différer, mais avec une même configuration d'entrée d'air 18, sans sortir du cadre de l'invention.

25 En référence à présent à la figure 5, on peut apercevoir une portion avant d'un turboréacteur 1 selon un second mode de réalisation préféré de la présente invention. Ce second mode présente des similitudes avec le premier mode décrit ci-dessus. 30 D'ailleurs, sur les figures, les éléments portant des

références numériques identiques correspondent à des éléments identiques ou similaires.

Ici encore, la partie avant est essentiellement composée d'une partie soufflante 1a, 5 centrée sur un axe longitudinal 2 correspondant également à l'axe du turboréacteur. Elle comprend globalement une partie stator 4, ainsi qu'une partie 6 mobile en rotation autour de cette partie stator, selon l'axe 2. La partie stator 4 est fixe et comprend entre 10 autres un carter extérieur fixe de soufflante 8, solidaire d'un carter intermédiaire permettant d'assurer la délimitation entre le flux primaire 12 et le flux secondaire 14 du turboréacteur. En outre, ce carter extérieur fixe de soufflante 8 porte vers 15 l'avant un carénage aérodynamique 16 délimitant l'entrée d'air 18 du turboréacteur.

La partie rotative 6 comprend quant à elle une pluralité d'aubes de soufflante 20, dont une seule est visible sur la figure 5, ainsi qu'un disque de support des aubes 22 centré sur l'axe 2. A titre 20 d'exemple indicatif, la mise en rotation de la partie mobile 6 est assurée à l'aide d'une arbre rotatif d'entraînement 24 centré sur l'axe 2, et engrenant directement ou par l'intermédiaire d'une boîte 25 d'engrenages avec ledit support 22, également dénommée moyeu. Ce dernier présente une pluralité d'orifices 28 espacés circonférentiellement les uns des autres, chacun dédié au logement de l'une des aubes de soufflante 20.

30 Ainsi, comme cela est représenté pour l'une des aubes 20 sur la figure 5, l'orifice 28 reçoit le

5 pied 30 de l'aube de manière à autoriser une rotation de celle-ci selon un axe de pivotement d'aube 32, de préférence sensiblement radial. Cela est notamment permis par la mise en place de paliers de roulements 34 entre l'orifice 28 et le pied d'aube 30.

10 Ce montage rotatif de l'aube 20 par rapport au moyeu 22 selon l'axe 32 est prévu pour pouvoir piloter cette aube en incidence, grâce à un système de calage en incidence qui va maintenant être décrit, et qui est de préférence sensiblement identique pour chacune des aubes.

15 Il incorpore tout d'abord un ergot 36 monté fixement sur le pied d'aube 30, de manière excentrée par rapport à l'axe de pivotement 32, et faisant saillie radialement vers l'intérieur. Son extrémité radiale externe est donc solidaire du pied 30, tandis que son extrémité radiale interne porte préférentiellement un galet 37.

20 Par ailleurs, il est prévu une piste de guidage 41 fixe par rapport à la partie stator 4, cette piste cheminant autour de l'axe longitudinal de soufflante 2. Plus précisément, la piste de guidage 41, logeant le galet suiveur 37, est une piste suivant une ligne fermée, et adopte préférentiellement la forme 25 d'une rainure centrée sur l'axe 2 et ouverte radialement vers l'extérieur. Cela est notamment visible sur la figure 6 montrant une partie de cette piste 41, qui est délimitée axialement vers l'aval et vers l'amont respectivement par deux flancs 39 sensiblement annulaires, dont l'écartement constant 30 « e » est sensiblement identique au diamètre du galet

37. Ainsi, dans le second mode de réalisation préféré représenté, la piste 41 se trouve agencée radialement vers l'intérieur par rapport au pied d'aube 30, afin que le galet 37 puisse se loger entre les deux flancs 5 39 servant à son guidage.

De préférence, cette piste 41 est partagée par tous les systèmes de calage équipant les aubes de la soufflante, à savoir qu'elle loge une pluralité de galets 37 chacun associé à l'ergot 36 d'une aube 10 donnée.

L'une des particularités du mode de réalisation préféré réside dans le fait que la piste de guidage 41 présente une géométrie permettant d'appliquer à l'ergot 36, durant son mouvement rotatif 15 par rapport à la partie stator 4, un déplacement additionnel parallèle à l'axe 2, assurant une variation de l'incidence de l'aube. Ainsi, ce système est piloté de manière passive, puisque la rotation de la partie mobile 6 de la soufflante a pour conséquence de faire 20 cheminer le galet 37 le long de la piste 41, et de provoquer ainsi le déplacement additionnel de l'ergot 36 selon la direction de l'axe 2. Pour ce faire, la piste 41 s'étend dans la direction annulaire autour de l'axe 2, mais également dans la direction de cet axe 25 afin d'obtenir l'évolution du calage souhaitée.

Le système de calage en incidence est spécifiquement conçu pour que l'aube 20 à laquelle il est associé ait une incidence variant selon une loi de calage cyclique, de préférence de période correspondant 30 à un tour de soufflante. Cette loi de calage, qui donne l'incidence de l'aube en fonction de sa position

angulaire par rapport à la partie stator 4 selon l'axe 2, est la même pour toutes des aubes 20 de la soufflante. Elle est déterminée en fonction des besoins rencontrés. Toujours dans l'exemple montré sur la 5 figure 2, le turboréacteur 1 est destiné à être semi-enterré dans la structure de l'aéronef, de préférence dans l'aile principale. Ainsi, en vue de face telle que visible sur cette figure 2, le carénage aérodynamique 16 délimitant l'entrée d'air 18 masque la moitié 10 inférieure de l'ensemble d'aubes 20.

Dans cette situation, la loi de calage unique Lc schématisée sur la figure 4 est préférentiellement prévue pour faire en sorte que lorsqu'une aube quelconque 20 se trouve dans une 15 position angulaire de 0° par rapport à la partie stator 4, elle présente une incidence dite normale, qui est conservée jusqu'à ce qu'elle occupe une position angulaire proche de 90° . Les deux représentations de gauche sur la figure 7 représentent respectivement 20 l'état du système de calage pour les deux positions angulaires de 0° et 90° de l'aube. Sur cette figure, pour faciliter la compréhension, la piste de guidage 41 a été représentée de manière développée dans le plan, alors qu'il est rappelé que celle-ci présente une forme 25 globalement annulaire.

On peut apercevoir qu'entre ces deux premières positions, la piste 41 ne présente aucune évolution dans la direction axiale, de sorte que l'incidence de l'aube n'est pas modifiée au cours de ce 30 premier quart de tour.

A partir de la position angulaire de 90° et jusqu'à sa position angulaire de 180° , correspondant à 6h, l'aube 20 voit son incidence diminuer, de préférence jusqu'à une valeur nulle ou presque nulle.

5 Durant cette portion du cycle, l'aube en question traverse effectivement la partie masquée / enterrée, et il est donc fait en sorte qu'elle réclame moins d'air afin de réduire les risques de pompage et de chute de rendement. A l'inverse, à partir de la position angulaire de 180° et jusqu'à sa position angulaire de 270° coïncidant avec la sortie de la partie masquée / enterrée de la soufflante, l'aube 20 voit son incidence augmenter jusqu'à atteindre à nouveau sa valeur dite normale, qu'elle conserve ensuite jusqu'à sa position 10 angulaire de 0° , correspondant également à 360° . A cet égard, les deux représentations de droite sur la figure 3 représentent respectivement l'état du système de calage pour les deux positions angulaires de 180° et 15 270° de l'aube.

20 Ainsi, on peut voir qu'entre les positions 90° et 180° , la piste 41 se décale progressivement vers l'aval dans la direction de l'axe 2, assurant le déplacement additionnel de l'ergot 36 dans cette même direction. Par conséquent, au cours de ce quart de tour, l'aube voit en effet son calage évoluer en se fermant progressivement. En revanche, on peut voir qu'entre les positions 180° et 270° , la piste 41 se décale progressivement vers l'amont dans la direction de l'axe 2, assurant le déplacement additionnel de 25 l'ergot 36 dans cette même direction. Par conséquent, au cours de ce quart de tour, l'aube voit son calage 30

évoluer, en se ré-ouvrant à nouveau jusqu'à sa position d'incidence normale.

Enfin, on peut apercevoir qu'entre les positions 270° et 360°, la piste 41 ne présente aucune 5 évolution dans la direction axiale, de sorte que l'incidence de l'aube n'est pas modifiée au cours de ce dernier quart de tour.

Naturellement, la loi de calage unique Lc appliquée à toutes les aubes de soufflante 20 pourrait 10 différer, mais avec une même configuration d'entrée d'air 18, sans sortir du cadre de l'invention.

Bien entendu, diverses modifications peuvent être apportées par l'homme du métier à l'invention qui vient d'être décrite, uniquement à 15 titre d'exemples non limitatifs.

REVENDICATIONS

1. Partie soufflante (1a) de turboréacteur à double flux comprenant une pluralité d'aubes de soufflante (20), un disque (22) de support des aubes capable d'être mis en rotation par rapport à une partie stator (4) de soufflante, selon un axe longitudinal (2) de soufflante,

caractérisée en ce qu'un système de calage 10 en incidence est associé à chaque aube de soufflante (20), ces systèmes étant conçus de telle sorte que l'incidence de chaque aube varie selon une même loi de calage (L_c) fonction de la position angulaire de l'aube (20) par rapport à la partie stator (4), selon ledit 15 axe longitudinal (2) de soufflante, ladite même loi de calage étant périodique de période $P = 360^\circ/n$, avec n correspondant à un nombre entier supérieur ou égal à 1.

2. Partie soufflante selon la revendication 20 1, caractérisée en ce que ledit système de calage en incidence est piloté de manière passive par la rotation du disque (22) de support des aubes (20) par rapport à la partie stator de soufflante (4), selon ledit axe longitudinal de soufflante (2).

25

3. Partie soufflante selon la revendication 2, caractérisée en ce que ledit système de calage en incidence comprend un ergot (36) agencé de manière excentrée sur le pied (30) de l'aube concernée, une 30 première roue dentée (38) centrée sur ledit axe longitudinal de soufflante (2) et fixée à la partie

stator (4) de soufflante, ainsi qu'une seconde roue dentée (40) entraînée en rotation selon l'axe longitudinal de soufflante (2) par le disque de support (22), et montée libre en rotation sur ce dernier selon 5 un axe de rotation de roue (42) distinct dudit axe longitudinal de soufflante (2), ladite seconde roue dentée (40) engrenant avec ladite première roue dentée (38) et étant reliée mécaniquement audit ergot (36).

10 4. Partie soufflante selon la revendication 3, caractérisée en ce que les systèmes de calage en incidence de toutes les aubes (20) de la soufflante partagent la même première roue dentée (38).

15 5. Partie soufflante selon la revendication 3 ou la revendication 4, caractérisée en ce que ladite seconde roue dentée (40) est reliée mécaniquement audit ergot par l'intermédiaire d'une biellette (48).

20 6. Partie soufflante selon l'une quelconque des revendications 3 à 5, caractérisée en ce que les première et seconde roues dentées (38, 40) forment en engrenage conique.

25 7. Partie soufflante selon l'une quelconque des revendications 1 et 2, caractérisée en ce que ledit système de calage en incidence comprend un ergot (36) monté fixement de manière excentrée sur le pied (30) de l'aube concernée, ainsi qu'une piste de guidage (41) 30 fixe par rapport à la partie stator (4) de soufflante et agencée autour dudit axe longitudinal de soufflante

(2), ladite piste de guidage présentant une géométrie permettant d'appliquer audit ergot (36), durant son mouvement rotatif par rapport à la partie stator (4) selon l'axe longitudinal (2), un déplacement 5 additionnel parallèle à ce même axe, assurant une variation de l'incidence de l'aube selon ladite loi de calage (Lc).

8. Partie soufflante selon la revendication 10 7, caractérisée en ce que ledit système de calage en incidence comporte en outre un galet (37) solidaire dudit ergot (36), logé à coulisser dans ladite piste de guidage (41).

15 9. Partie soufflante selon la revendication 7 ou la revendication 8, caractérisée en ce que ladite piste de guidage (38) prend la forme d'une rainure ouverte radialement vers l'extérieur.

20 10. Partie soufflante selon l'une quelconque des revendications 7 à 9, caractérisée en ce que les systèmes de calage en incidence de toutes les aubes (20) de la soufflante partagent la même piste de guidage (41).

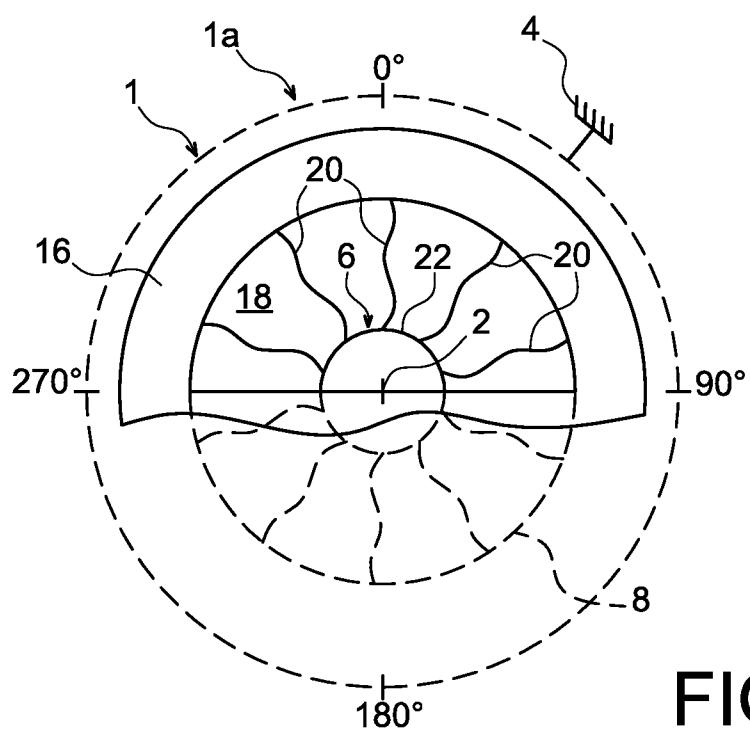
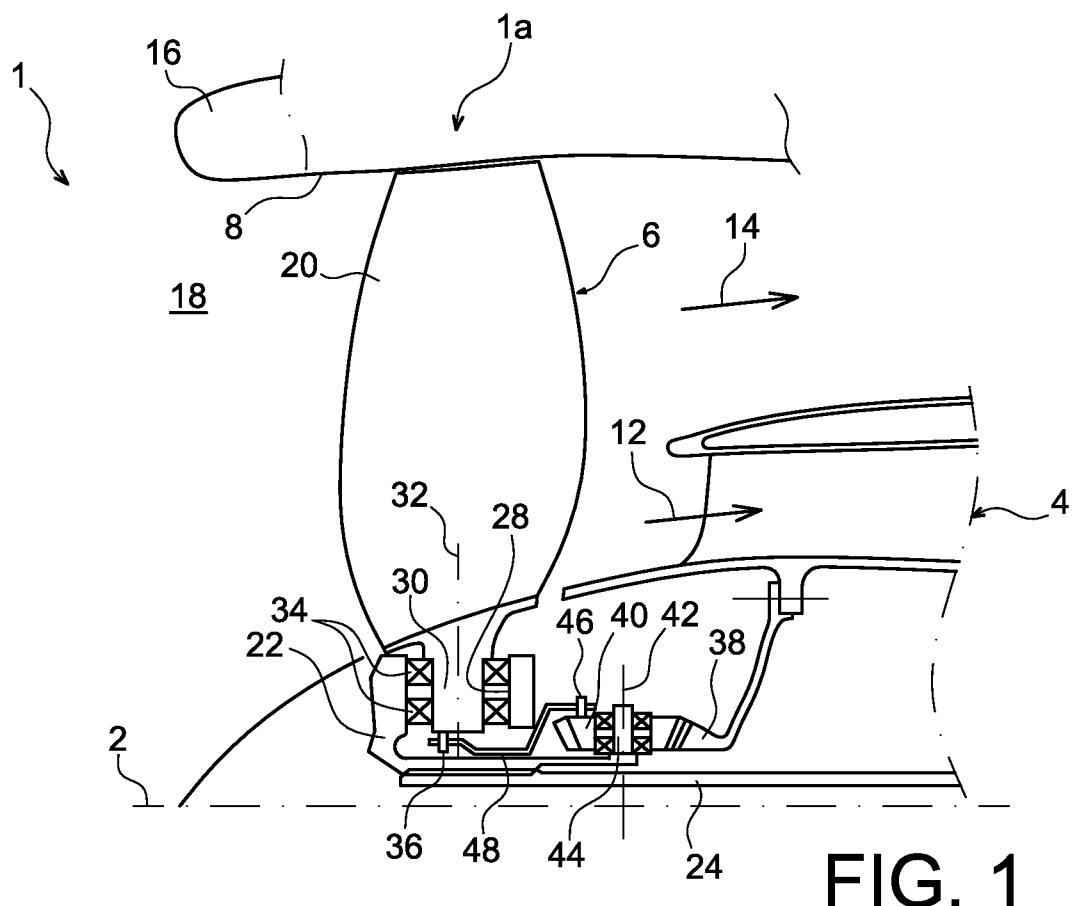
25

11. Partie soufflante selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisée en ce que ledit nombre entier n est égal à 1.

12. Turboréacteur (1) caractérisé en ce qu'il comprend une partie soufflante (1a) selon l'une quelconque des revendications précédentes.

5 13. Turboréacteur selon la revendication 12, caractérisé en ce qu'il comprend un carénage aérodynamique (16) délimitant l'entrée d'air (18) du turboréacteur et masquant, lorsqu'il est vu selon la direction de l'axe longitudinal de soufflante (2), une 10 partie de l'ensemble d'aubes (20) de cette soufflante.

1 / 4



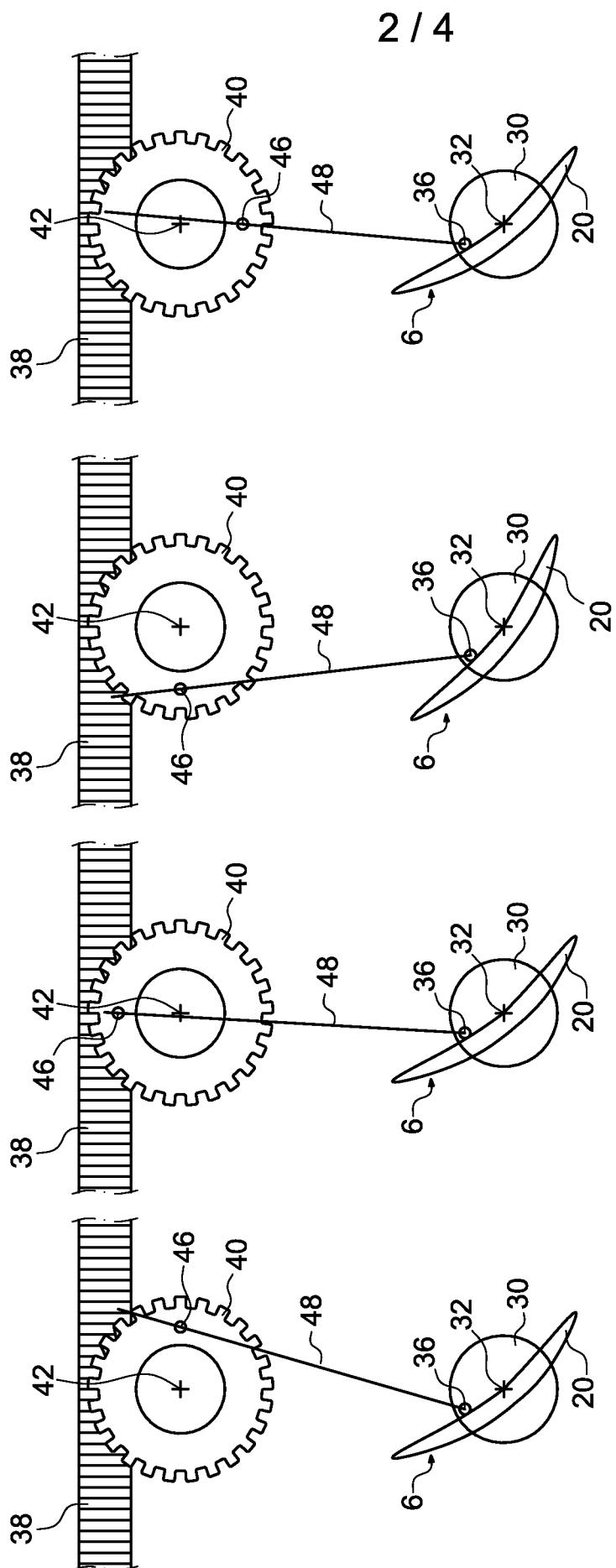


FIG. 3a FIG. 3b FIG. 3c

FIG. 3d

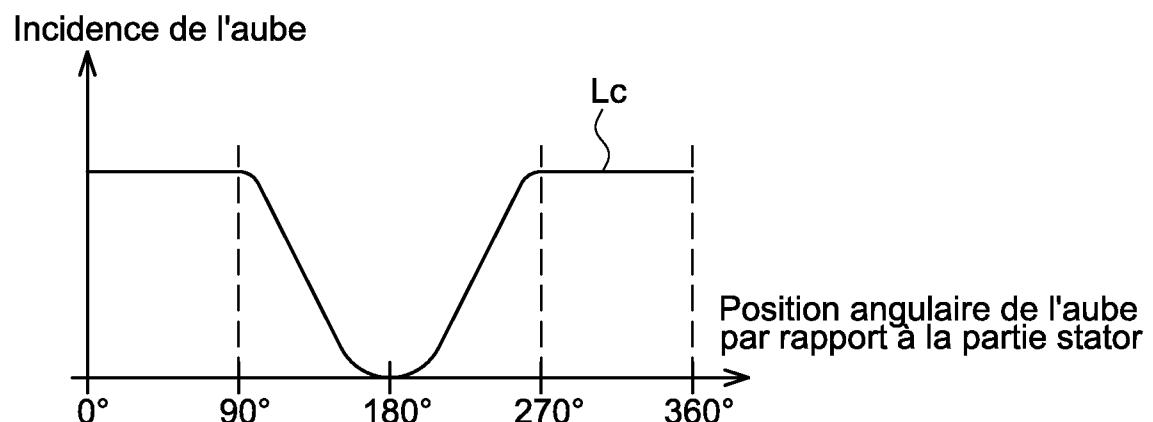
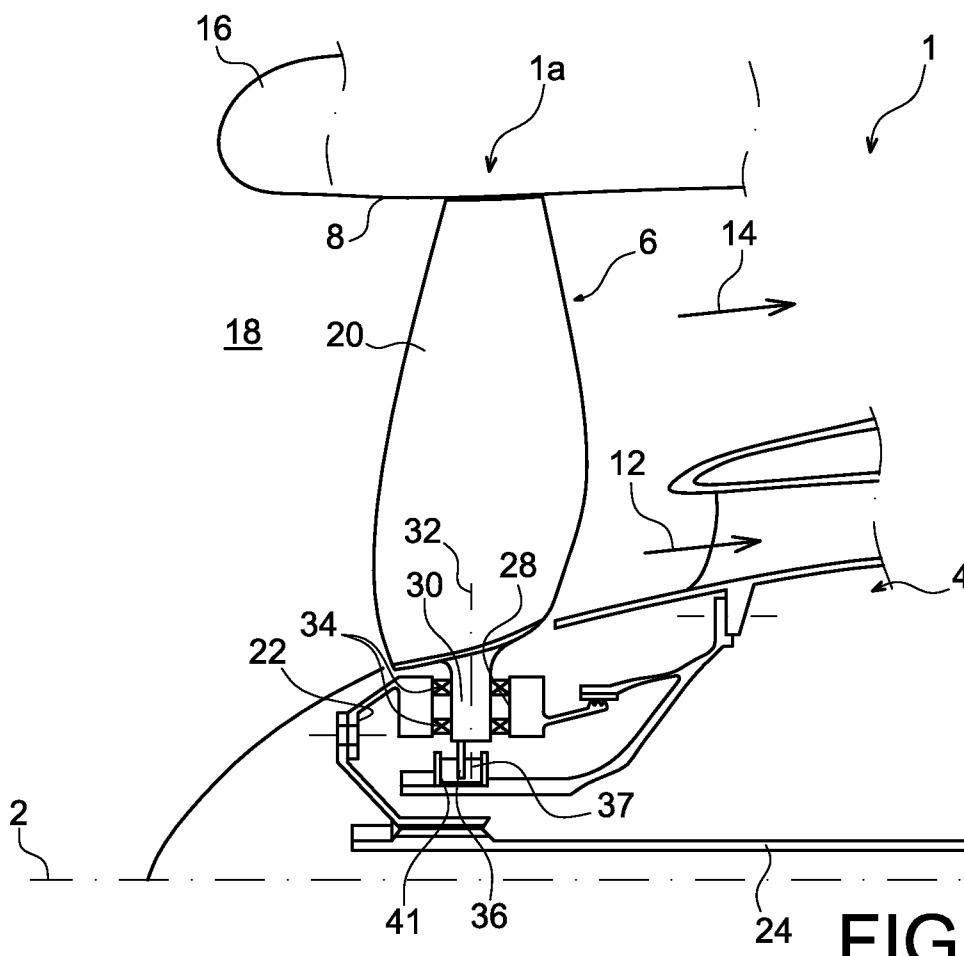
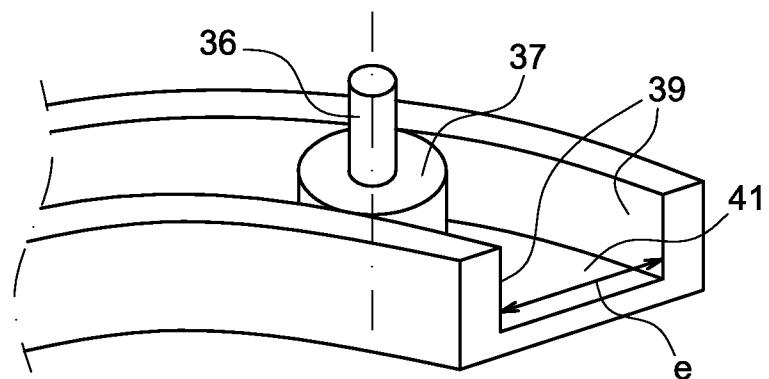


FIG. 4



4 / 4



2

FIG. 6

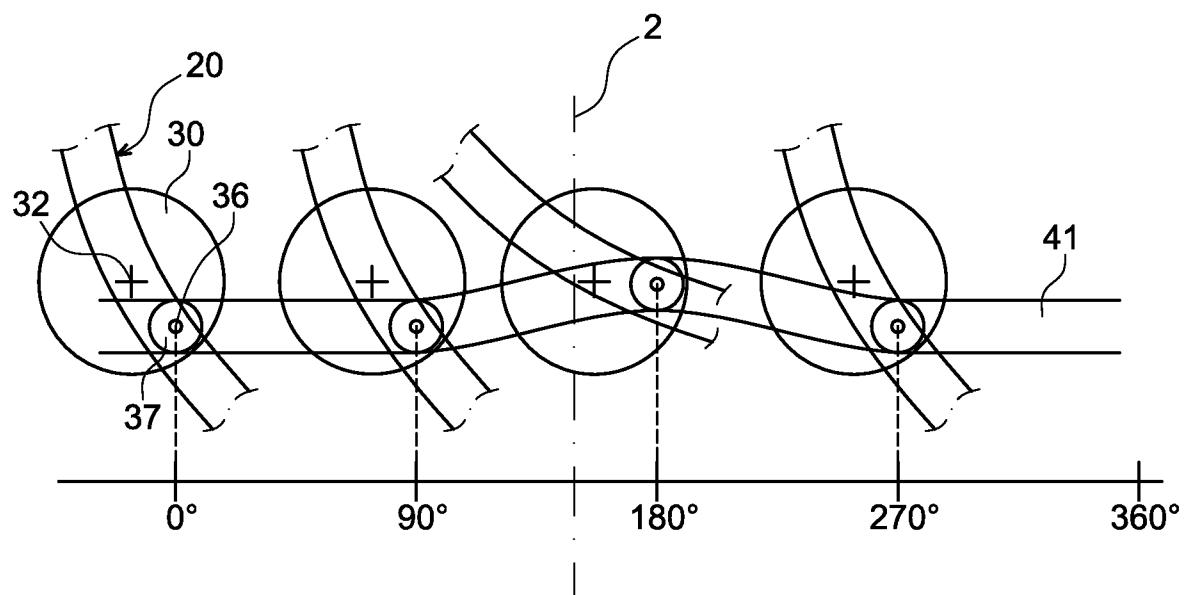


FIG. 7