



SPF Economie, PME, Classes
Moyennes & Energie
Office de la Propriété intellectuelle

(11) 1027893 A1

(12) DEMANDE DE BREVET D'INVENTION BELGE

(41) Date de publication : 13/07/2021

(21) Numéro de demande : BE2019/5946

(22) Date de dépôt : 19/12/2019

(62) Divisée de la demande de base :

(62) Date de dépôt demande de base :

(51) Classification internationale : G01M 9/04, G01M 15/14

(30) Données de priorité :

(71) Demandeur(s) :

SAFRAN AERO BOOSTERS S.A.

4041, HERSTAL
Belgique

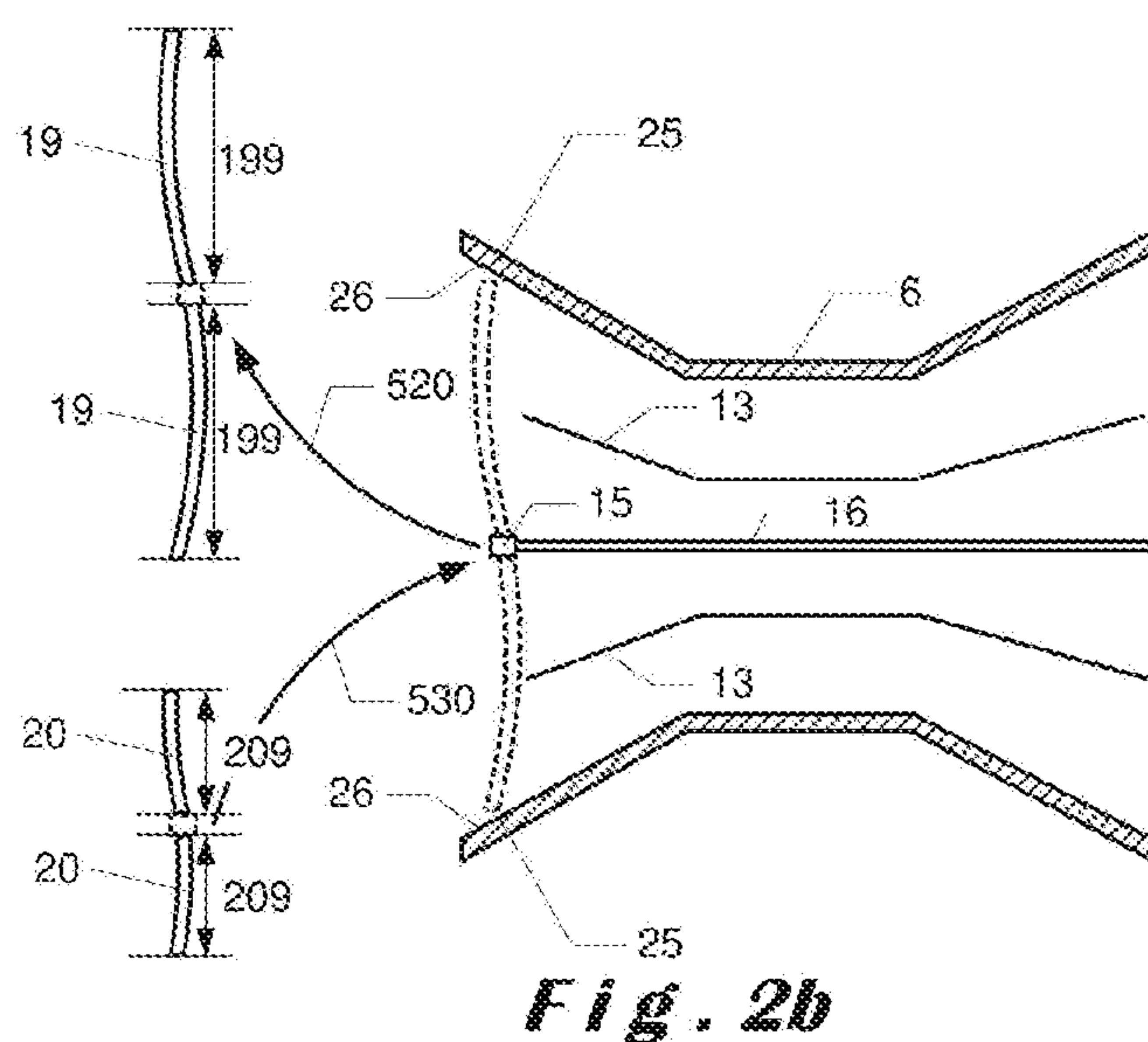
(72) Inventeur(s) :

BROERS Didier
4041 HERSTAL
Belgique

MINOT Philippe Gilles
1050 BRUXELLES
Belgique

(54) Méthode et système d'essai en maintenance de turbomachine

(57)Méthode d'essai d'une turbomachine (6) en maintenance pour un banc d'essai (1) dans laquelle les aubes de soufflante de vol (19) sont remplacées par des aubes de soufflante d'essai (20), d'extension radiale moindre, ce qui permet de réduire le flux d'air et donc les dimensions du banc d'essai (1).



Méthode et système d'essai en maintenance de turbomachine

Domaine technique

[0001] Selon un premier aspect, l'invention se rapporte à une méthode d'essai en maintenance de turbomachines d'aéronef. Selon un deuxième aspect, l'invention se rapporte à une turbomachine d'aéronef pour un essai en maintenance et à un système pour tester des turbomachines d'aéronef lors d'une opération de maintenance.

Etat de la technique

[0002] Des bancs d'essais sont utilisés pour tester des turbomachines. Ceux-ci permettent de mesurer les performances d'une turbomachine avant sa livraison ou lors d'opérations de maintenance. Les bancs d'essais ont pour but de recréer des conditions de vol pour l'essai d'une turbomachine afin de réduire les temps d'essais en conditions réelles et les coûts associés. Les bancs d'essais sont conçus pour qu'un essai au sol soit le plus ressemblant possible par rapport à un essai d'une turbomachine montée sur un aéronef en vol.

[0003] Lorsqu'une turbomachine est sur le point d'être livrée, celle-ci subit des essais complets destinés à déterminer le bon fonctionnement de l'ensemble des composants de la turbomachine mais également ses performances globales et en particulier les performances de poussée.

[0004] Au cours de la vie d'une turbomachine, celle-ci subit des maintenances régulières lors desquelles des essais permettent de s'assurer, entre autre, du bon fonctionnement des compresseurs et de la combustion du moteur, par exemple via un contrôle des températures et des réponses aux commandes.

[0005] Afin de répondre au développement du secteur aéronautique, les fabricants de turbomachines développent des turbomachines double-flux avec des taux de dilution de plus en plus élevés nécessitant des soufflantes de diamètres de plus en plus grands. De tels développements nécessitent des bancs d'essais de maintenance de plus en plus grands pour offrir des conditions de débit d'air adéquates avec des soufflantes de grands diamètres. Cela se traduit en général par une augmentation de la taille des bancs d'essais de maintenance, et en particulier le dimensionnement de la chambre d'essai

ainsi que de la section et de la hauteur des tours d'entrée d'air et d'évacuation des gaz.

Résumé de l'invention

[0006] Selon un premier aspect, un des buts de la présente invention est de réduire le flux d'air généré par un essai en maintenance d'une turbomachine.

[0007] A cet effet, les inventeurs proposent une méthode d'essai en maintenance d'une turbomachine d'aéronef, la méthode d'essai comprenant les étapes suivantes :

- a. fournir la turbomachine comprenant :
 - des aubes de soufflante de vol ;
 - un arbre moteur agencé pour entraîner les aubes de soufflante de vol ;
- b. enlever les aubes de soufflante de vol de la turbomachine ;
- c. positionner à la place des aubes de soufflante de vol, des aubes de soufflante d'essai, les aubes de soufflante d'essai étant plus courtes radialement que les aubes de la soufflante de vol ;
- d. démarrer la turbomachine.

[0008] Afin de réduire le flux d'air généré par la turbomachine d'aéronef à double flux lors d'un essai en maintenance, l'invention propose de modifier la longueur des aubes de soufflante. Ainsi, l'invention propose de tester une turbomachine à double flux en supprimant une grande partie du flux d'air qu'elle génère en fonctionnement. Cela a pour principal intérêt de réduire les dimensions nécessaire du banc d'essai pour un essai en maintenance. En effet, les dimensions du banc d'essai dépendent surtout de la quantité d'air mise en mouvement par la soufflante de la turbomachine. Dans une turbomachine à double flux, c'est le flux primaire qui fait "tourner" le moteur alors que le flux secondaire sert uniquement à générer la poussée. Or, comme un essai en maintenance nécessite un test du moteur uniquement, seulement l'air dans le flux primaire est nécessaire à cette fin. Ainsi, l'air du flux primaire est important pour le bon fonctionnement du moteur, et l'air du flux secondaire, s'il est primordial en vol, n'a pas d'incidence notable sur les résultats d'un essai en maintenance. Par conséquent, ce flux d'air secondaire peut être supprimé lors

d'un essai en maintenance. L'invention propose, pour supprimer, ou au moins réduire, le flux d'air secondaire, de remplacer les aubes de soufflante de la turbomachine par des aubes de soufflante d'essai, les aubes de soufflante d'essai étant plus courtes radialement (autour de l'arbre moteur) que les aubes de soufflante de vol. Le flux d'air généré par l'essai en maintenance est nécessaire à l'essai en maintenance afin d'avoir un flux d'air dans le banc d'essai (entre une entrée et une sortie).

[0009] Un problème de raccourcir les aubes de la soufflante est que l'essai serait faussé car les aubes de la soufflante d'essai freine moins l'arbre moteur que les aubes d'une soufflante normale (de vol). L'invention solutionne ce problème en compensant le déficit de freinage par la présence d'un moyen de freinage, qui permet de reproduire artificiellement le freinage manquant. La reproduction artificielle du freinage manquant peut être simulée ou émulée, les résultats de simulation ou d'émulation sont ensuite convertis en instructions pour le moyen de freinage.

[0010] De préférence, la méthode comprend en outre les étapes additionnelles suivantes :

e. fournir un système pour tester la turbomachine comprenant :

- des moyens pour démarrer la turbomachine ;
- un moyen de freinage ;
- des moyens d'accouplement du moyen de freinage avec l'arbre moteur de la turbomachine ;

coupler mécaniquement le moyen de freinage à l'arbre moteur avec les moyens d'accouplement.

[0011] De préférence, l'étape e. de la méthode comprend en outre de fournir au système, une chambre d'essai pour un essai de la turbomachine, et en ce qu'elle comprend en outre l'étape additionnelle suivante :

f. installer la turbomachine équipée des aubes de soufflante d'essai à l'intérieur de la chambre d'essai du système.

[0012] Un avantage de la méthode d'essai en maintenance de l'invention est de permettre l'utilisation d'un banc d'essai (d'une chambre d'essai) sensiblement plus petit qu'un banc d'essai (d'une chambre d'essai) de l'état de la technique pour l'essai de turbomachine à double flux. La méthode de

l'invention est d'autant plus intéressante pour des turbomachines à double flux ayant un taux de dilution élevé, préférentiellement supérieur à 5. En effet, la méthode de l'invention permet de tester en maintenance, une turbomachine à double flux avec seulement le flux primaire activé. Ainsi le banc d'essai (la

5 chambre d'essai) utilisé nécessite des dimensions bien inférieures aux dimensions nécessaires pour tester à la fois les flux primaires et secondaires.

Une méthode d'essai pour tester une turbomachine à double flux ayant un taux de dilution T_D nécessite une chambre d'essai de section carrée de côté C_{I+II} .

Ainsi, pour un banc d'essai ayant une chambre d'essai de section carrée, les

10 côtés de la section carrée peuvent être réduits d'un facteur f , tel que

$$f = \sqrt{T_D} \text{ où, } T_D = \frac{\text{flux secondaire}}{\text{flux primaire}}, \text{ où le flux primaire et le flux secondaire}$$

sont des débits massiques, par exemple de tels flux sont exprimés en kg/s.

La chambre d'essai de l'invention nécessite alors une section carrée de côté C_I , tel que :

$$15 \quad C_I = \frac{C_{I+II}}{\sqrt{T_D}} = \frac{C_{I+II}}{f},$$

Ainsi, en réduisant le flux d'air généré par la turbomachine à double flux tout en maintenant les efforts de l'arbre moteur (par exemple l'arbre du compresseur basse pression) nécessaire à la rotation de la soufflante, il est possible d'obtenir un essai en maintenance satisfaisant d'une turbomachine à double flux avec un

20 banc d'essai (une chambre d'essai) sensiblement plus compact que les bancs d'essais (chambre d'essai) proposés par l'état de la technique pour une même turbomachine à double flux.

[0013] Par exemple, pour une turbomachine à double flux dont le taux de dilution T_D est de 10:1 (rapport du débit du flux secondaire sur le débit du flux

25 primaire - ou BPR, acronyme de Bypass Ratio), le test du flux primaire avec des moyens de freinage pour simuler les efforts nécessaires à la rotation des aubes de la soufflante nécessite un banc d'essai (une chambre d'essai) dont la section utile au flux d'air généré par l'essai est plus petite d'un facteur f environ égal à $f = \sqrt{10} \sim 3$. La section utile d'une chambre d'essai dans un banc d'essai est

30 par exemple sa largeur multipliée par sa hauteur. La longueur d'un banc d'essai étant prise entre l'entrée d'air et la sortie d'air d'un banc d'essai.

Un même raisonnement concernant la hauteur et la section utile au flux d'air des tours du banc d'essai peut être appliqué au raisonnement concernant la section utile au flux d'air de la chambre d'essai de l'invention par rapport à des tours d'un banc d'essai de l'état de la technique.

5 **[0014]** De manière préférée, la méthode d'essai de l'invention est pour un essai en maintenance d'une turbomachine. Un essai en maintenance d'une turbomachine est plus simple qu'un essai complet d'une turbomachine car il ne nécessite pas de réaliser des mesure de poussée de la turbomachine.

10 **[0015]** De préférence, le système pour tester une turbomachine peut être appelé un banc d'essai pour tester une turbomachine. Une chambre d'essai est une partie d'un bâtiment. Préférentiellement les moyens de freinage sont positionnés dans la chambre d'essai.

[0016] De préférence, la turbomachine comprend un séparateur annulaire pour séparer un flux primaire et un flux secondaire. Préférentiellement l'arbre moteur est un arbre moteur de compresseur basse pression. De
15 préférence, l'étape f. est de coupler mécaniquement en rotation le moyen de freinage à l'arbre moteur avec les moyens d'accouplement. Préférentiellement, les aubes de soufflante sont montées sur un disque, lequel disque est en prise directe avec les moyens d'accouplement lorsque ceux-ci sont mécaniquement
20 couplés à l'arbre moteur.

[0017] De préférence, les aubes de la soufflante d'essai définissent un diamètre de soufflante d'essai D_T et les aubes de soufflante de vol définissent un diamètre de soufflante de vol D_F , de sorte qu'il existe un ratio R_S :

$$R_S = \frac{D_T}{D_F},$$

25 R_S étant compris entre 10 % et 40 %, de manière plus préférée entre 15 % et 35 %.

[0018] De préférence, la turbomachine a un taux de dilution lorsque les aubes de soufflante de vol sont installées compris entre 2 et 40, de manière plus préférée entre 5 et 20, et de manière encore plus préférée entre 8 et 15.

30 **[0019]** De préférence, la turbomachine comprend un séparateur annulaire pour séparer un flux primaire et un flux secondaire, et, une extension radiale desdites aubes de soufflante d'essai s'étende au-delà dudit séparateur

annulaire (13) dans une plage comprise entre 100 % et 110 % du rayon du séparateur annulaire, de manière plus préférée dans une plage comprise entre 100 % et 105 %, de manière encore plus préférée dans une plage comprise entre 100 % et 102 %. 100 % signifie que l'extension radiale des aubes d'essai est égale au diamètre du séparateur annulaire. 110 % signifie que pour un rayon de séparateur annulaire égal à 100, l'extension radiale des aubes d'essai est égale à 110. L'extension radiale des aubes de soufflante d'essai et le rayon du séparateur annulaire sont mesurés autour de l'axe de rotation de l'axe moteur. De préférence, la soufflante d'essai comprend des aubes d'essai ayant des extrémités radiales. Les extrémités radiales des aubes d'essai définissent un rayon ou un diamètre de soufflante d'essai. Un diamètre de soufflante d'essai est le diamètre d'un cercle passant par les extrémités radiales des aubes d'essai. Le rayon est la moitié du diamètre d'un tel cercle. Le séparateur annulaire a un diamètre d'ouverture, ouverture par laquelle le flux d'air généré par la soufflante est dirigé. De préférence, l'extension radiale des aubes de soufflante d'essai est égale au rayon du séparateur annulaire.

[0020] De préférence, la turbomachine comprend un carter de soufflante comprenant une paroi interne de carter de soufflante de diamètre compris entre 0,5 m et 4 m, de manière plus préférée entre 1 m et 3,5 m. Par exemple une paroi interne de carter de soufflante à un diamètre de 3,25 m. Préférentiellement, il existe entre les extrémités radiales des aubes de soufflante d'essai et la paroi interne de carter de soufflante, une distance d supérieure à 40 cm, de manière plus préférée supérieure à 70 cm, de manière encore plus préférée supérieure à 1 m. Par exemple, la distance d est comprise entre 40 cm et 1 m. d peut également être définie comme étant une distance entre un diamètre de soufflante d'essai et un diamètre interne du carter de soufflante.

[0021] De préférence, le système pour mettre en œuvre la méthode comprend en outre :

- une unité de contrôle pour piloter le moyen de freinage lors de l'essai de la turbomachine.

[0022] De préférence, la méthode comprend l'étape additionnelle suivante après l'étape d. :

g. déterminer, de préférence par simulation, un déficit de freinage entre les aubes de soufflante d'essai et les aubes de soufflante de vol et reproduire artificiellement ce déficit de freinage avec les moyens de freinage.

5 **[0023]** De préférence, la méthode comprend les étapes additionnelles suivantes :

- h. découpler le moyen de freinage de l'arbre moteur ;
- i. démonter les aubes de soufflante d'essai ;
- j. remonter les aubes de soufflante de vol.

10 **[0024]** Selon un deuxième aspect de l'invention, les inventeurs proposent une turbomachine d'aéronef à double flux pour un essai en maintenance, la turbomachine comprenant :

- des aubes de soufflante d'essai,
- un arbre moteur agencé pour entraîner les aubes de soufflante d'essai,
- 15 - un carter de soufflante,
- un séparateur annulaire pour séparer un flux primaire et un flux secondaire dans le carter de soufflante,

dans laquelle les aubes de soufflante d'essai ont une extension radiale telle qu'elles ne dépassent pas radialement le séparateur annulaire ou telle qu'elles
20 dépassent radialement le séparateur annulaire d'une distance qui vaut moins de la moitié de la distance radiale entre le séparateur annulaire et le carter de soufflante.

[0025] Les variantes et avantages de la méthode selon le premier aspect de l'invention s'appliquent à la turbomachine selon le deuxième aspect de
25 l'invention, *mutatis mutandis*.

[0026] De préférence, le séparateur annulaire est configuré pour séparer le flux primaire et le flux secondaire selon un ratio BPR donné par l'expression :

$$BPR = \frac{\text{flux primaire}}{\text{flux secondaire}},$$

BPR étant compris entre 2 et 40, de manière plus préférée entre 5 et 20, et de
30 manière encore plus préférée entre 8 et 15.

[0027] De préférence, la turbomachine comprend en outre un compresseur basse pression positionné à l'intérieur du séparateur annulaire, les aubes de la soufflante d'essai en rotation sont configurées pour

essentiellement alimenter en air le compresseur basse pression ainsi que les éléments de turbomachine en aval de celui-ci (compresseur haute pression, chambre de combustion, turbine), de manière préférée, pour exclusivement alimenter en air le compresseur basse pression ainsi que les éléments de turbomachine en aval de celui-ci.

[0028] Selon un troisième aspect de l'invention, les inventeurs proposent un système pour tester en maintenance une turbomachine selon le deuxième aspect de l'invention, le système comprenant :

- des moyens pour démarrer la turbomachine ;
- 10 - un moyen de freinage ;
- des moyens d'accouplement du moyen de freinage avec l'arbre moteur de la turbomachine.

[0029] Les variantes et avantages de la méthode selon le premier aspect et de la turbomachine selon le deuxième aspect de l'invention s'appliquent au système selon le troisième aspect de l'invention, *mutatis mutandis*.

[0030] Le système selon le troisième aspect de l'invention peut être appelé banc d'essai. Par exemple, le moyen de freinage est un moyen de freinage électromécanique.

[0031] De préférence, le système comprend en outre une unité de contrôle pour piloter le moyen de freinage lors de l'essai d'une turbomachine. Une unité de contrôle pour piloter le moyen de freinage lors d'un essai peut comprendre une unité arithmétique et logique, sélectionnée parmi : une unité centrale de traitement (CPU), un processeur de signal numérique (DSP), un circuit intégré propre à une application (ASIC), un circuit logique programmable (FPGA) ou une combinaisons de ceux-ci et peuvent également inclure des éléments électroniques digitaux ou analogiques ou une combinaison de ceux-ci.

[0032] De préférence, l'unité de contrôle est configurée pour prendre en compte une information issue du capteur de vitesse de rotation de l'axe moteur de la turbomachine. Ceci permet une meilleure simulation du déficit de freinage et donc une meilleure reproduction artificielle de ceux-ci avec les moyens de freinage.

[0033] De préférence, le système comprend en outre :

- une chambre d'essai pour un essai en maintenance de la turbomachine.

[0034] De préférence, l'unité de contrôle est configurée pour mettre en œuvre une simulation des efforts des aubes d'une soufflante de vol et pour piloter le moyen de freinage sur la base de résultats de la simulation.

5 [0035] De préférence, le système comprend en outre un conduit d'air canalisé comprenant une entrée d'air et une sortie d'air pour permettre une circulation d'un flux d'air entre les entrée et sortie d'air, la chambre d'essai étant située entre l'entrée d'air et la sortie d'air.

[0036] De préférence, le moyen de freinage est un générateur électrique. Ainsi, il est possible de maximiser la génération d'énergie électrique lors de
10 l'essai d'une turbomachine tout en ayant un système pour mettre en œuvre des essais de maintenance fiables. Un telle récupération d'énergie électrique présente moins de pertes que les systèmes comprenant des éléments de récupération d'énergie positionnés dans les entrées et/ou sorties d'air d'un banc d'essai. De préférence, le moyen de freinage est un frein à eau.

15 **Breve description des figures**

[0037] Ces aspects ainsi que d'autres aspects de l'invention seront clarifiés dans la description détaillée de modes de réalisation particuliers de l'invention, référence étant faite aux dessins des figures, dans lesquelles:

- la Figure 1 montre un mode de réalisation schématique de l'invention;
- 20 - la Figure 2a montre une représentation schématique d'une turbomachine à tester ;
- la Figure 2b montre une représentation schématique du remplacement des aubes de soufflante de vol par des aubes de soufflante d'essai sur la turbomachine à tester ;
- 25 - les Figures 2c, 3a, 3b montrent d'autres modes de réalisation schématique de l'invention ;
- la Figure 4 montre un exemple de réalisation schématique de l'invention ;
- les Figures 5 et 6 montrent chacune un organigramme représentant un mode de réalisation de la méthode de l'invention.

30 Les dessins des figures ne sont pas à l'échelle. Généralement, des éléments semblables sont dénotés par des références semblables dans les figures. La présence de numéros de référence aux dessins ne peut être considérée

comme limitative, y compris lorsque ces numéros sont indiqués dans les revendications.

Description détaillée de certains modes de réalisation de l'invention

[0038] La figure 1 montre un exemple de mode de réalisation de système 1 de l'invention pour tester une turbomachine 6. La turbomachine 6 à tester comprend un arbre moteur 16 agencé pour entraîner des aubes de soufflante 19 ; 20 de la turbomachine 6. Les aubes de soufflante 19 ; 20 sont montés sur un disque de soufflante 15 et fixées à celui-ci. Le disque de soufflante 15 comprend généralement des gorges dans lesquelles les pieds des aubes de soufflante 19 ; 20 sont insérées puis fixées. Le système 1 comprend une chambre d'essai 5 pour un essai de la turbomachine 6, des moyens pour démarrer la turbomachine 6 afin de pouvoir réaliser son essai, un moyen de freinage 7, des moyens d'accouplement 8 du moyen de freinage 7 avec l'arbre moteur 16 de la turbomachine 6. Les moyens d'accouplement 8 sont généralement couplés mécaniquement en rotation au disque de soufflante 15. Pour réaliser l'essai de la turbomachine 6, celle-ci est introduite dans la chambre d'essai 5 où elle est positionnée. Les moyens de freinage 7 sont couplés à l'arbre moteur 16 en rotation de sorte qu'une rotation de cet arbre moteur 16 puisse être influencée par les moyens de freinage 7. En particulier, lorsqu'une turbomachine 6 est testée en remplaçant les aubes de soufflante de vol 19 par des aubes de soufflante d'essai 20, il est nécessaire de compenser le déficit de freinage de l'arbre moteur 16 normalement généré par les aubes de soufflante de vol 19. Cette compensation est réalisée par la présence d'un moyen de freinage 7, qui permet de reproduire artificiellement le freinage manquant. Le système 1 de l'invention prévoit également toutes les connexions nécessaires au bon fonctionnement de la turbomachine 6 ainsi qu'à son essai, de manière non-exhaustive : connections fluidiques d'arrivée de carburant, connections électriques pour le démarrage de la turbomachine 6, pour son contrôle et pour l'évaluation des paramètres de la turbomachine 6 lors de son essai.

[0039] La figure 2a montre une turbomachine 6 à tester. La turbomachine 6 à tester comprend un arbre moteur 16 sur lequel est fixé un disque de

soufflante 15. Les aubes de soufflante de vol 19 sont couplée mécaniquement en rotation au disque de soufflante de vol 19. La turbomachine 6 à tester est une turbomachine à double flux. Un flux primaire et un flux secondaire sont séparés par un séparateur annulaire 13. Le flux primaire est dirigé à l'intérieur
5 du séparateur annulaire 13 et le flux secondaire est dirigé autour du séparateur annulaire 13, entre le séparateur annulaire et la paroi interne 26 de carter de soufflante 25. Par exemple, l'arbre moteur 16 est souvent un prolongement d'un arbre de compresseur basse-pression. Un compresseur basse-pression étant logé à l'intérieur du séparateur annulaire 13. Lors de la rotation de la soufflante
10 de vol 19 entraînée par l'arbre moteur 16, la soufflante de vol 19 génère le flux primaire et le flux secondaire.

[0040] La figure 2b montre la turbomachine 6 à tester et en particulier le retrait des aubes de soufflante de vol 19, à la place desquelles sont positionnées les aubes de soufflante d'essai 20. La figure 2b schématise les
15 étapes c. et d. de la méthode selon le premier aspect de l'invention. La flèche 520 illustre le retrait des aubes de la soufflante de vol 19. La flèche 530 illustre le positionnement des aubes de la soufflante d'essai 20. Comme cela est illustré, les aubes de soufflante d'essai 20 sont plus petites que les aubes de soufflante de vol 19 et elles ont lorsqu'elles sont fixées au disque de soufflante
20 15, des extensions radiales 209 sensiblement égales au rayon de l'ouverture 18 du séparateur annulaire 13. Les aubes de la soufflante de vol 19 ont des extensions radiales 199 ajustées à la paroi interne 26 du carter de soufflante 25. Le disque de soufflante 15 permet de coupler mécaniquement en rotation, les moyens d'accouplement 8 (mécaniquement couplés aux moyens de
25 freinage 7) à l'arbre moteur 16.

[0041] La figure 2c montre le système de l'invention comprenant une chambre d'essai 5 dans laquelle la turbomachine 6 à tester est installée. La turbomachine 6 à tester est équipée avec des aubes de soufflante d'essai 20. Les aubes de soufflante d'essai 20 sont montées et maintenues sur un disque
30 de soufflante 15, lequel permet de coupler mécaniquement les moyens de freinage 7 à l'arbre moteur 16 grâce aux moyens d'accouplement 8. Les aubes de soufflante d'essai 20 sont délimitées radialement par des extrémités radiales 22 d'aubes de soufflante d'essai 20. Il existe une distance d entre ces

extrémités radiales 22 et la paroi interne 26 du carter de soufflante 25. Le séparateur annulaire 13 comprend une ouverture de séparateur annulaire 13 ayant un diamètre d'ouverture 18. L'ouverture de séparateur annulaire a une section transversale annulaire. La figure 2c représente l'emplacement d'un

5 compresseur basse-pression 17 situé directement après les aubes de soufflante (d'essai 20 ou de vol 19). Comme cela est illustré en figure 2c, lors de l'essai de la turbomachine 6, les aubes de soufflante d'essai 20 permettent de générer un flux primaire similaire voir identique à celui généré par des aubes de soufflante de vol 19, mais en générant un flux secondaire négligeable voir

10 quasi-nul par rapport au flux secondaire généré par des aubes de soufflante de vol 19. Ainsi, pour une turbomachine 6 ayant un taux de dilution T_D élevé, par exemple proche de 10, le flux d'air généré par la turbomachine 6 munie des aubes de soufflante d'essai 20 est approximativement 10 fois inférieur au flux d'air généré par la même turbomachine 6 équipée de ses aubes de soufflante

15 de vol 19. Le dimensionnement de la chambre d'essai 5 et des entrées d'air 3 et sortie d'air 4 nécessaires étant essentiellement basé sur le flux d'air généré par la turbomachine 6, il est possible de réduire ceux-ci d'un facteur proche de 10 pour la mise en œuvre de la méthode selon le premier aspect et pour le système 1 selon le troisième aspect de l'invention pour l'essai d'une même

20 turbomachine 6 avec des aubes de soufflante d'essai 20 plutôt qu'avec des aubes de soufflante de vol 19.

[0042] La figure 3a montre le mode de réalisation du système 1 de la figure 2c et comprenant en outre une unité de contrôle 40 pour piloter le moyen de freinage 7 lors de l'essai de la turbomachine 6. L'unité de contrôle 40 est

25 connectée aux moyen de freinage 7 de sorte à le piloter pour reproduire artificiellement le freinage manquant dû à l'utilisation des aubes de soufflante d'essai 20 à la place des aubes de soufflante de vol 19. Grâce au pilotage du moyen de freinage 7 par l'unité de contrôle 40, il est possible de simuler le freinage non généré par les aubes de soufflante d'essai 20 et d'appliquer ce

30 freinage non généré par les aubes de soufflante d'essai 20 sur l'arbre moteur 16. Ainsi, il est possible de s'assurer du bon fonctionnement des compresseurs et de la combustion du moteur, par exemple via un contrôle des températures

et des réponses aux commandes en générant un flux secondaire très réduit voir nul par rapport à la turbomachine 6 avec ses aubes de soufflante de vol 19.

[0043] La figure 3b montre le mode de réalisation de la figure 3a qui comprend en outre un capteur 31 de vitesse de rotation de l'arbre moteur 16
5 connecté à l'unité de contrôle 40, de sorte que le moyen de freinage 7 est piloté en prenant en compte la vitesse de rotation de l'arbre moteur 16. Ceci est particulièrement avantageux car il est possible d'appliquer un freinage à l'arbre moteur 16 en fonction de sa vitesse de rotation. En effet, l'effort manquant de l'arbre moteur 16 dû à la présence des aubes de soufflante d'essai 20 plutôt
10 qu'aux aubes de soufflante de vol 19 augmente nécessairement avec une augmentation de la vitesse de rotation de l'arbre moteur 16. Ainsi la prise en compte de la vitesse de rotation de l'arbre moteur 16 par l'unité de contrôle, en association ou non avec d'autres paramètres de fonctionnement de la turbomachine 6 en essai permet de s'assurer du bon fonctionnement des
15 compresseurs et de la combustion du moteur en reproduisant le plus fidèlement possible les efforts générés par les aubes de soufflante de vol 19.

[0044] La figure 4 montre un mode de réalisation préféré du système 1 de l'invention. Celui-ci comprend en outre un conduit d'air canalisé 2 comprenant une entrée d'air 3 et une sortie d'air 4 pour permettre une
20 circulation d'un flux d'air entre l'entrée 3 et la sortie 4 d'air, la chambre d'essai 5 étant située entre l'entrée d'air 3 et la sortie d'air 4. Le flux d'air passant par le conduit d'air canalisé 2 permet d'alimenter en air frais la turbomachine 6 dans la chambre d'essai 5 par son entrée d'air 3 et d'extraire les gaz de combustion et le flux d'air généré par la turbomachine 6 lors de son essai. Ce mode de
25 réalisation comprend des moyens de lissage 23 du flux d'air positionnée dans une portion d'entrée du conduit d'air canalisé 2 afin que l'essai de la turbomachine 6 se fasse dans des conditions de flux d'air laminaire optimale. Selon un mode de réalisation non représenté, le conduit d'air canalisé 2 comprend une portion de canalisation de flux d'air positionnée entre la chambre
30 d'essai 5 et une portion de sortie du conduit d'air canalisé positionné en aval de la chambre d'essai 5. Cette portion de canalisation de flux d'air permet une meilleur gestion du flux d'air en sortie de sorte que le flux d'air sortant de la turbomachine 6 ne perturbe pas le flux d'air entrant dans la turbomachine 6.

Des moyens de réduction acoustique peuvent être positionnés au niveau de la sortie d'air 4 de sorte à limiter les nuisances sonores perçues à l'extérieur du conduit d'air 2. Les flèches illustrées en figure 4 représente les directions préférées du flux d'air dans le conduit d'air 2 en différents emplacements. En particulier, les quatre flèches rapprochées devant la turbomachine 6 représentent un flux d'air laminaire.

[0045] La figure 5 montre un organigramme reprenant les étapes essentielles à la mise en œuvre de la méthode de l'invention. L'étape 510 consiste à fournir une turbomachine 6. L'étape 520 consiste à enlever les aubes de soufflante de vol 19. L'étape 530 consiste à positionner les aubes de soufflante d'essai 20 à la place des aubes de soufflante de vol sur le disque de soufflante 15. L'étape 540 consiste à démarrer la turbomachine 6 afin de réaliser un essai en maintenance de la turbomachine 6 avec les aubes de soufflante d'essai 20.

[0046] La figure 6 montre un organigramme reprenant les étapes essentielles décrites à la figure 5 ainsi que des étapes optionnelles. L'ordre des étapes représenté en figure 6 peut être modifié lorsque cela n'a pas de conséquence sur le bon déroulement de l'essai en maintenance de l'invention. Ainsi, l'étape 500 consiste à fournir un système 1 (un banc d'essai pour la maintenance) pour tester la turbomachine en maintenance. L'étape 505 consiste à déterminer un déficit de freinage entre les aubes de soufflante d'essai 20 et les aubes de soufflante de vol 19 et reproduire artificiellement ce déficit de freinage avec les moyens de freinage 7. Par exemple, l'étape 505 peut être réalisée pendant l'essai en maintenance de la turbomachine 6 correspondant à l'étape 540 ou avant. L'étape 531 consiste à installer la turbomachine 6 équipée des aubes de soufflante d'essai 20 à l'intérieur de la chambre d'essai 5 du système 1. Par exemple, l'étape 531 peut être réalisée à tout moment entre l'étape 500 et l'étape 535. L'étape 535 consiste à coupler mécaniquement le moyen de freinage 7 à l'arbre moteur 16 avec les moyens d'accouplement 8. L'étape 550 consiste à découpler le moyen de freinage 7 de l'arbre moteur 16. L'étape 560 consiste à démonter les aubes de soufflante d'essai 20. L'étape 570 consiste à remonter les aubes de soufflante de vol 19.

[0047] La présente invention a été décrite en relation avec des modes de réalisations spécifiques, qui ont une valeur purement illustrative et ne doivent pas être considérés comme limitatifs. D'une manière générale, la présente invention n'est pas limitée aux exemples illustrés et/ou décrits ci-dessus.

5 L'usage des verbes « comprendre », « inclure », « comporter », ou toute autre variante, ainsi que leurs conjugaisons, ne peut en aucune façon exclure la présence d'éléments autres que ceux mentionnés. L'usage de l'article indéfini « un », « une », ou de l'article défini « le », « la » ou « l' », pour introduire un élément n'exclut pas la présence d'une pluralité de ces éléments. Les numéros
10 de référence dans les revendications ne limitent pas leur portée.

[0048] En résumé, l'invention peut également être décrite comme suit.

Méthode d'essai d'une turbomachine 6 en maintenance pour un banc d'essai 1 dans laquelle les aubes de soufflante de vol 19 sont remplacées par des aubes de soufflante d'essai 20, d'extension radiale moindre, ce qui permet de réduire
15 le flux d'air et donc les dimensions du banc d'essai 1.

Revendications

1. Méthode d'essai en maintenance d'une turbomachine (6) d'aéronef à double flux, ladite méthode d'essai comprenant les étapes suivantes :
 - a. fournir (510) ladite turbomachine (6) comprenant :
 - des aubes de soufflante de vol (19) ;
 - un arbre moteur (16) agencé pour entraîner lesdites aubes de soufflante de vol (19) ;
 - b. enlever (520) lesdites aubes de soufflante de vol (19) de ladite turbomachine (6) ;
 - 10 c. positionner (530), à la place desdites aubes de soufflante de vol (19), des aubes de soufflante d'essai (20), lesdites aubes de soufflante d'essai (20) étant plus courtes radialement que lesdites aubes de la soufflante de vol (19) ;
 - d. démarrer (540) ladite turbomachine (6).
- 15 2. Méthode selon la revendication précédente, caractérisée en ce qu'elle comprend en outre les étapes additionnelles suivantes :
 - e. fournir (500) un système (1) pour tester ladite turbomachine (6) comprenant :
 - 20 - des moyens pour démarrer ladite turbomachine (6) ;
 - un moyen de freinage (7) ;
 - des moyens d'accouplement (8) dudit moyen de freinage (7) avec ledit arbre moteur (16) de ladite turbomachine (6) ;
 - f. coupler mécaniquement (535) ledit moyen de freinage (7) audit arbre
 - 25 moteur (16) avec lesdits moyens d'accouplement (8).
3. Méthode selon la revendication précédente, caractérisée en ce que l'étape e. comprend en outre de fournir (500) audit système (1), une chambre d'essai (5) pour un essai de ladite turbomachine (6), et en ce qu'elle
- 30 comprend en outre l'étape additionnelle suivante :

g. installer (531) ladite turbomachine (6) équipée desdites aubes de soufflante d'essai (20) à l'intérieur de ladite chambre d'essai (5) dudit système (1).

- 5 4. Méthode selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisée en ce que lesdites aubes (20) de soufflante d'essai définissent un diamètre de soufflante d'essai D_T et lesdites aubes de soufflante de vol (19) définissent un diamètre de soufflante de vol D_F , de sorte qu'il existe un ratio R_S :

10
$$R_S = \frac{D_T}{D_F},$$

R_S étant compris entre 10 % et 40 %, de préférence entre 15 % et 35%.

- 15 5. Méthode selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisée en ce que ladite turbomachine (6) a un taux de dilution lorsque lesdites aubes de soufflante de vol (19) sont installées compris entre 2 et 40, de préférence entre 5 et 20, de manière encore plus préférée entre 8 et 15.

- 20 6. Méthode selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisée en ce que ladite turbomachine (6) comprend un séparateur annulaire (13) pour séparer un flux primaire et un flux secondaire ; et en ce qu'une extension radiale desdites aubes de soufflante d'essai (20) s'étende au-delà dudit séparateur annulaire (13) dans une plage comprise entre 100 % et 110 % du rayon dudit séparateur annulaire (13), de
25 préférence dans une plage comprise entre 100 % et 105 %, de manière encore plus préférée dans une plage comprise entre 100 % et 102 %.

7. Méthode selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'elle comprend l'étape additionnelle suivante après
30 l'étape d. :

h. déterminer (505), de préférence par simulation, un déficit de freinage entre lesdites aubes de soufflante d'essai (20) et lesdites aubes de

soufflante de vol (19) et reproduire artificiellement ce déficit de freinage avec lesdits moyens de freinage (7).

8. Méthode selon l'une quelconque des revendications précédentes, comprenant les étapes additionnelles suivantes :
 - i. découpler (550) ledit moyen de freinage (7) dudit arbre moteur (16) ;
 - j. démonter (560) lesdites aubes de soufflante d'essai (20) ;
 - k. remonter (570) lesdites aubes de soufflante de vol (19).
9. Turbomachine (6) d'aéronef à double flux pour un essai en maintenance, ladite turbomachine (6) comprenant :
 - des aubes de soufflante d'essai (20),
 - un arbre moteur (16) agencé pour entraîner lesdites aubes de soufflante d'essai (20),
 - un carter de soufflante (25),
 - un séparateur annulaire (13) pour séparer un flux primaire et un flux secondaire dans le carter de soufflante (25),
 dans laquelle les aubes de soufflante d'essai (20) ont une extension radiale (209) telle qu'elles ne dépassent pas radialement le séparateur annulaire (13) ou telle qu'elles dépassent radialement le séparateur annulaire (13) d'une distance qui vaut moins de la moitié de la distance radiale entre le séparateur annulaire (13) et le carter de soufflante (25).
10. Turbomachine (6) selon la revendication précédente, caractérisée en ce que ledit séparateur annulaire (13) est configuré pour séparer ledit flux primaire et ledit flux secondaire selon un ratio BPR donné par l'expression :

$$\text{BPR} = \frac{\text{flux primaire}}{\text{flux secondaire}},$$
 BPR étant compris entre 2 et 40, de préférence entre 5 et 20, de manière encore plus préférée entre 8 et 15.
11. Turbomachine (6) selon la revendication précédente, caractérisée en ce que ladite turbomachine (6) comprend en outre un compresseur basse pression (17) positionné à l'intérieur du séparateur annulaire (13), lesdites aubes

(20) de la soufflante d'essai en rotation sont configurées pour essentiellement alimenter en air ledit compresseur basse pression (16), de préférence pour exclusivement alimenter en air ledit compresseur basse pression (16).

5

12. Système (1) pour tester en maintenance une turbomachine (6) selon l'une quelconque des revendications 9 à 11, ledit système (1) comprenant :

- des moyens pour démarrer ladite turbomachine (6) ;
- un moyen de freinage (7) ;
- 10 - des moyens d'accouplement (8) dudit moyen de freinage (7) avec ledit arbre moteur (16) de ladite turbomachine (6).

13. Système (1) selon la revendication précédente, caractérisé en ce qu'il comprend en outre :

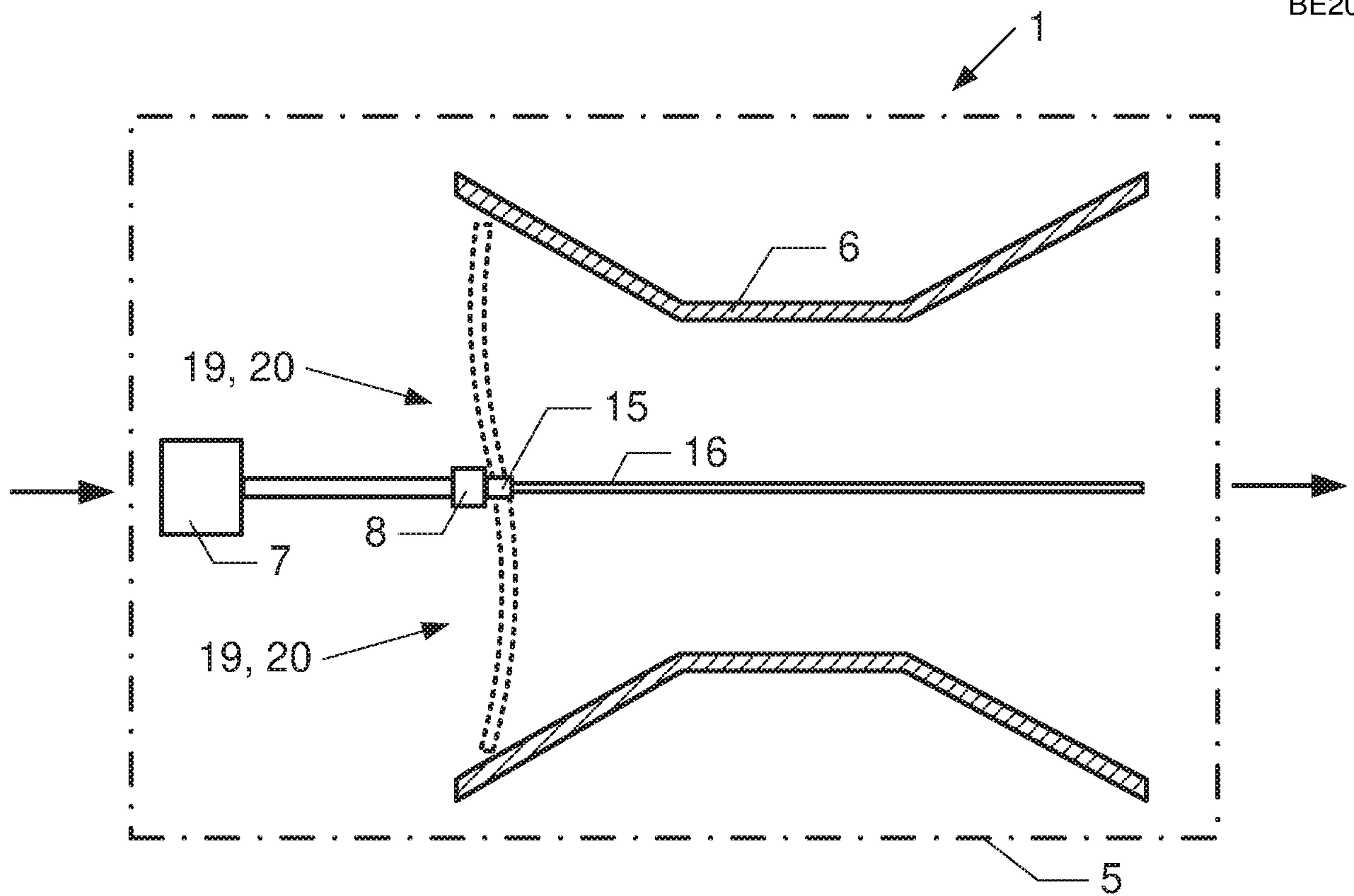
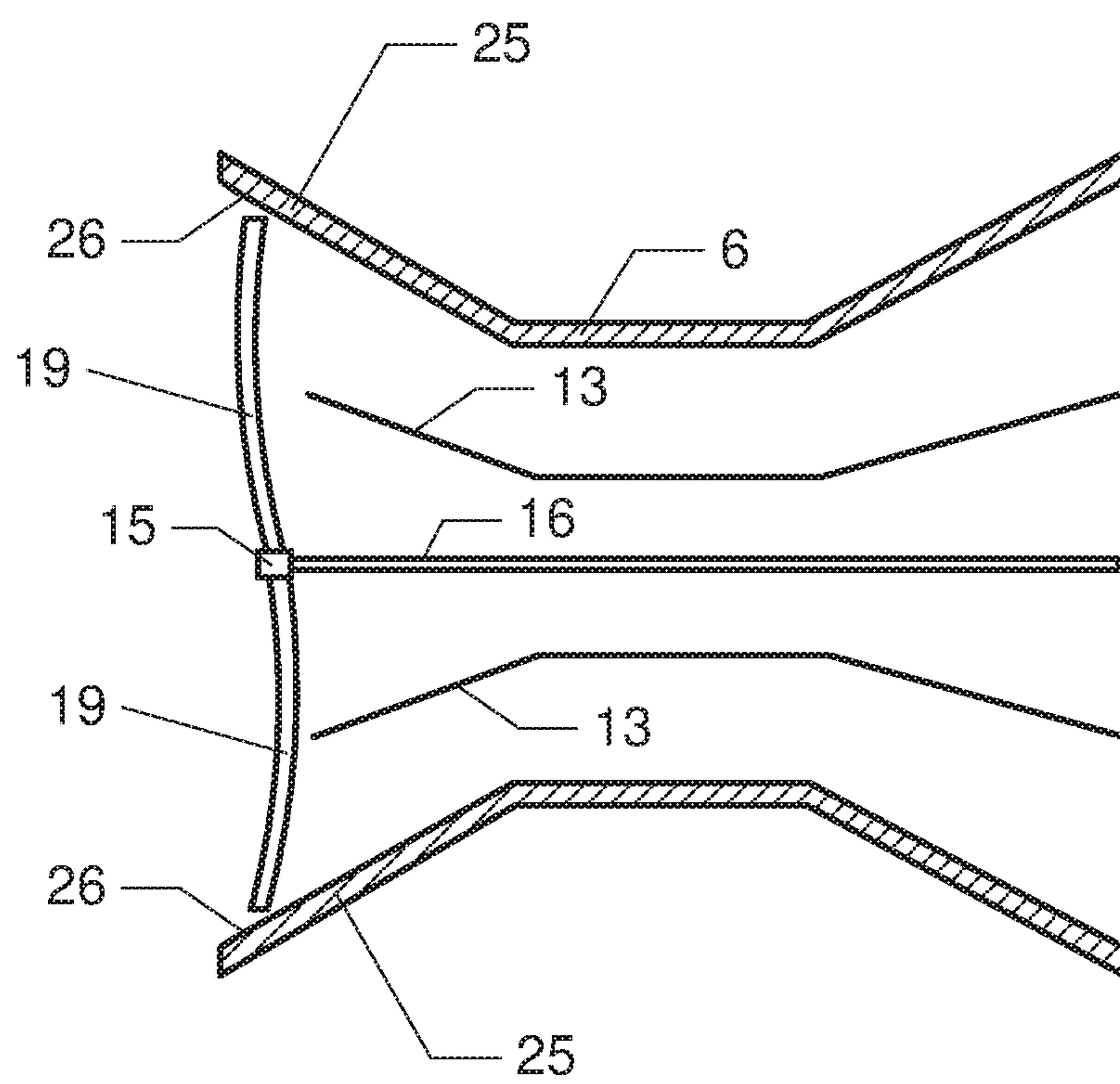
- 15 - une chambre d'essai (5) pour un essai en maintenance de ladite turbomachine (6).

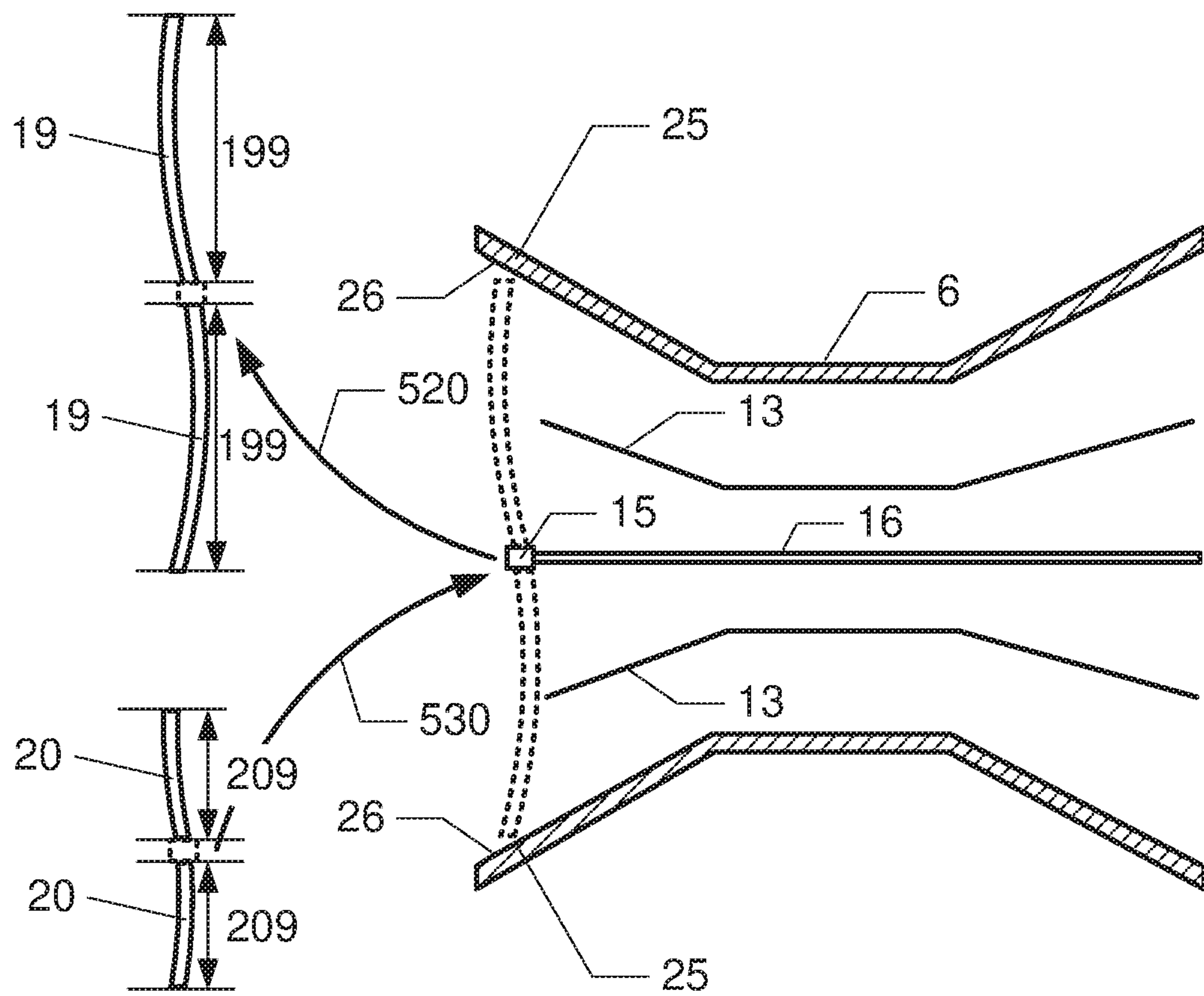
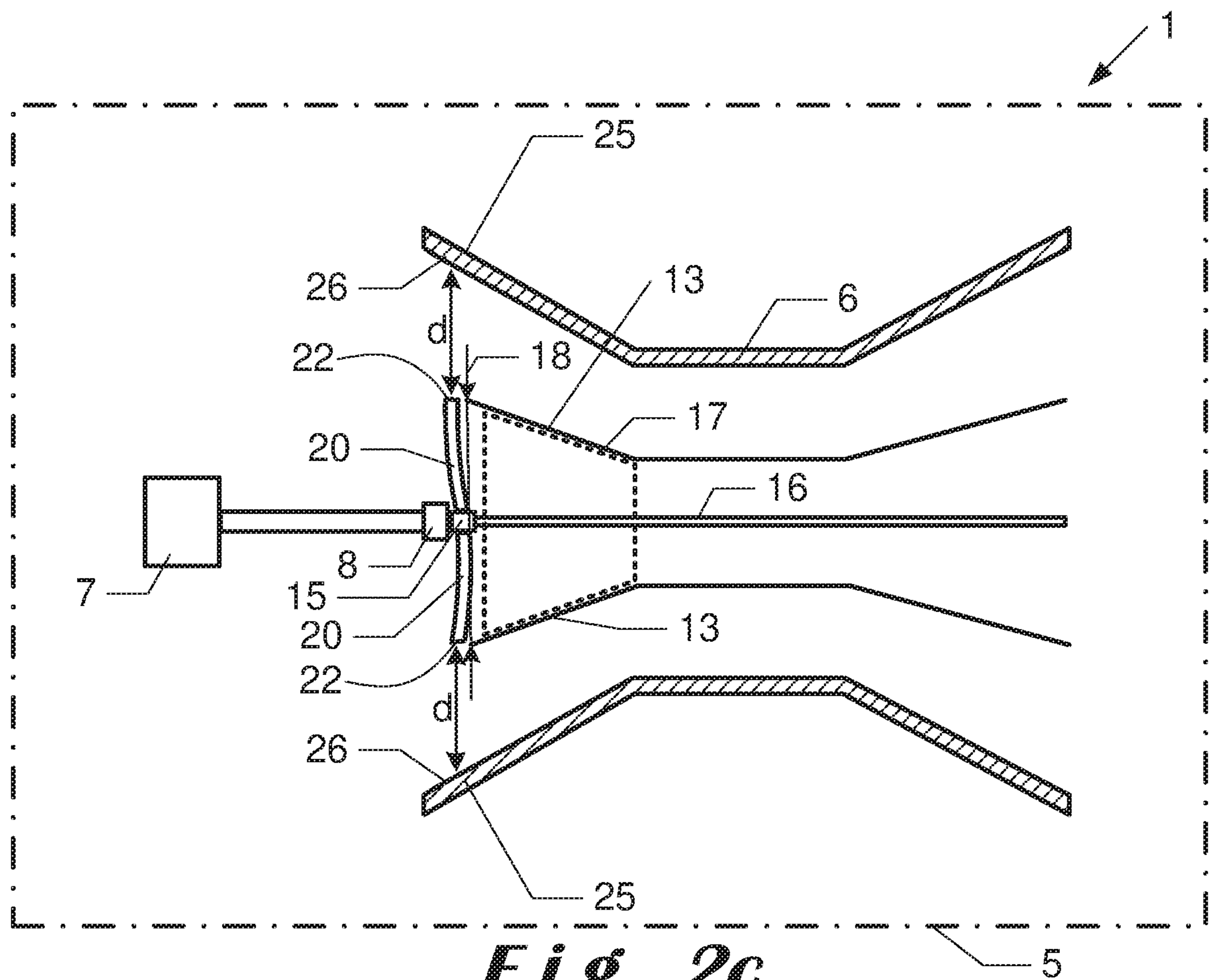
14. Système (1) selon l'une quelconque des revendications 12 à 13, caractérisé en ce qu'il comprend en outre une unité de contrôle (40) pour piloter ledit moyen de freinage (7) lors de l'essai en maintenance de ladite turbomachine (6), ladite unité de contrôle (40) est configurée pour mettre en œuvre une simulation des efforts des aubes d'une soufflante de vol (19) et pour piloter ledit moyen de freinage (7) sur la base de résultats de ladite simulation.

20

15. Système (1) selon l'une quelconque des revendications 12 à 14, caractérisé en ce que ledit moyen de freinage (7) est un générateur électrique.

25

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

**Fig. 2b****Fig. 2c**

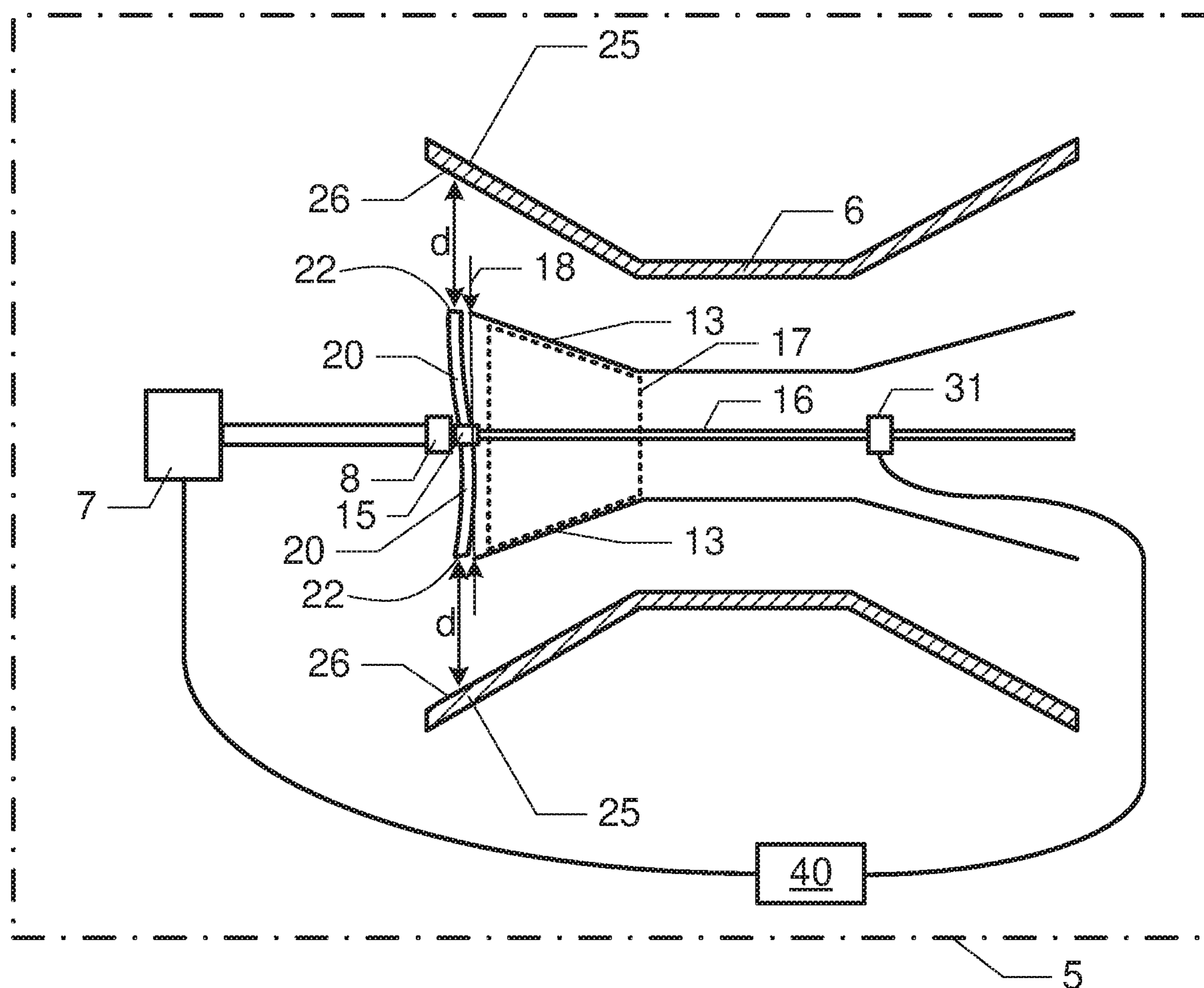


Fig. 3b

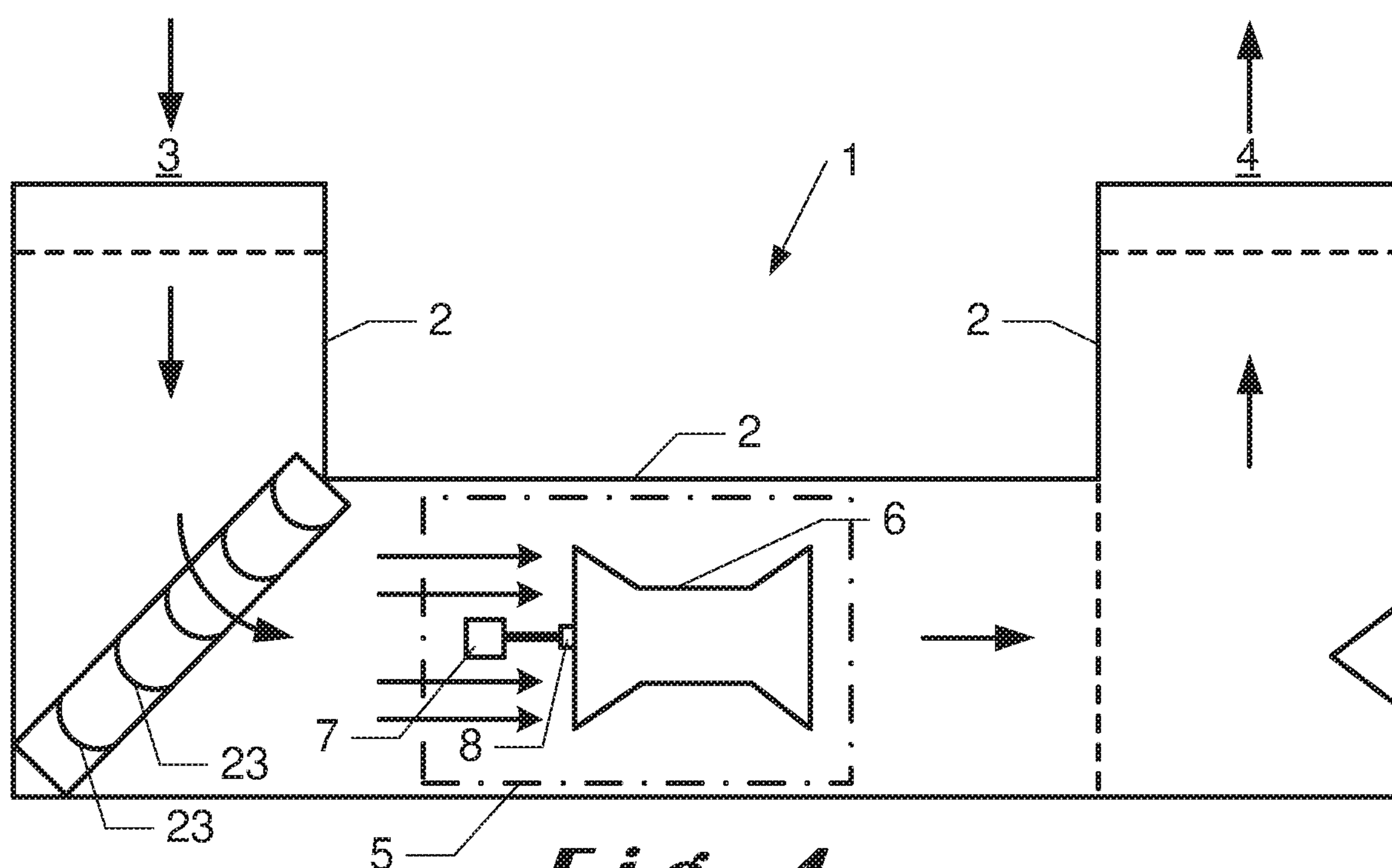
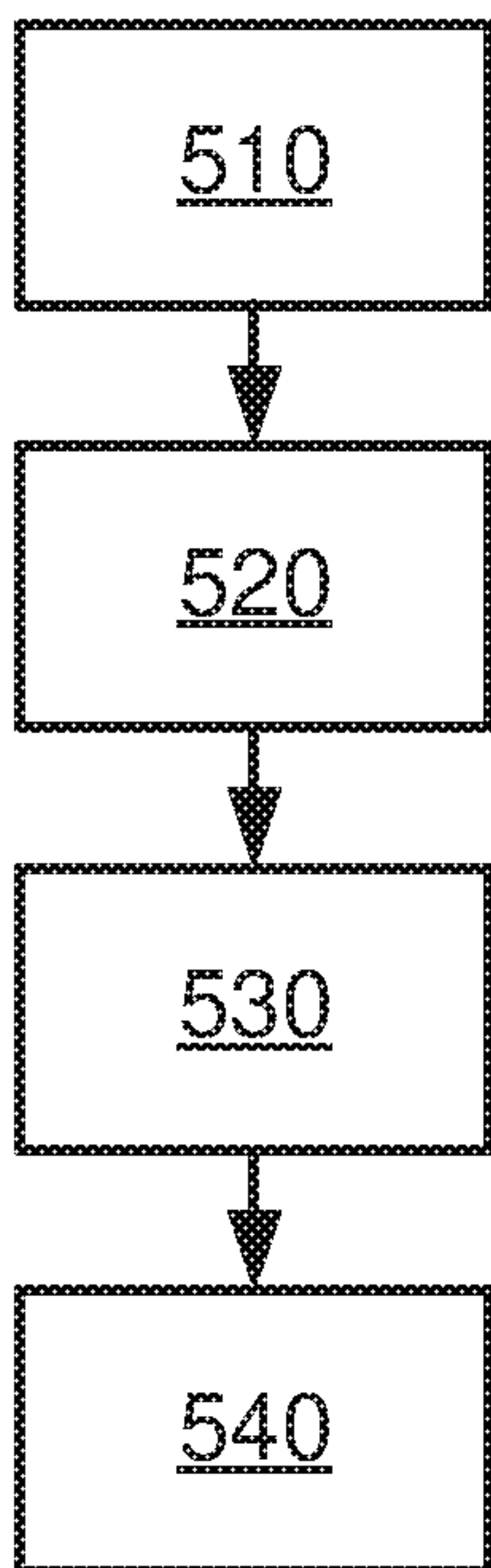
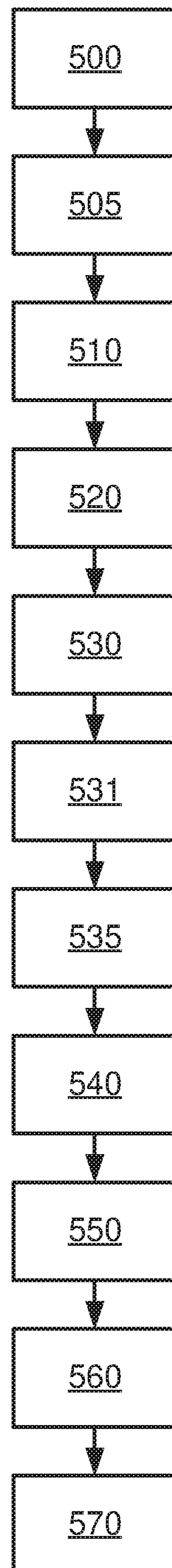


Fig. 4

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

TRAITE DE COOPERATION EN MATIERE DE BREVETS

RAPPORT DE RECHERCHE DE TYPE INTERNATIONAL ÉTABLI EN VERTU
DE L'ARTICLE XI.23., §10 DU CODE DE DROIT ÉCONOMIQUE BELGE

IDENTIFICATION DE LA DEMANDE INTERNATIONALE	REFERENCE DU DEPOSANT OU DU MANDATAIRE
	PAT2543015BE00
Demande nationale belge n°	Date du dépôt
201905946	19-12-2019
	Date de priorité revendiquée
Déposant (Nom)	
SAFRAN AERO BOOSTERS S.A.	
Date de la requête d'une recherche de type international	Numéro attribué par l'administration chargée de la recherche internationale à la requête d'une recherche de type international
18-01-2020	SN75262
I. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE (en cas de plusieurs symboles de la classification, les indiquer tous)	
Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB	
Voir rapport de recherche	
II. DOMAINES RECHERCHES	
Documentation minimale consultée	
Système de classification	Symboles de la classification
IPC	Voir rapport de recherche
Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents font partie des domaines consultés	
III. ☐ IL A ETE ESTIME QUE CERTAINES REVENDICATIONS NE POUVAIENT FAIRE L'OBJET D'UNE RECHERCHE (Observations sur la feuille supplémentaire)	
IV. ☐ ABSENCE D'UNITE DE L'INVENTION ET/OU CONSTATATION RELATIVE A L'ETENDUE DE LA RECHERCHE (Observations sur la feuille supplémentaire)	

RAPPORT DE RECHERCHE DE TYPE INTERNATIONAL

Demande de recherche No

BE 201905946

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE

INV. G01M15/14 G01M9/04

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)

G01M

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 réalisable, termes de recherche utilisés)

EPO-Internal, INSPEC, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie °	Documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	FR 3 070 202 A1 (SAFRAN AIRCRAFT ENGINES [FR]) 22 février 2019 (2019-02-22)	1,4,5, 8-10
Y	* page 5, ligne 19 - page 15, ligne 29; figures 2-10 *	2,3,7, 11-15
A		6
Y	FR 3 045 152 A1 (SNECMA [FR]) 16 juin 2017 (2017-06-16)	2,3,7, 12-15
	* page 6, ligne 15 - page 10, ligne 3; figures 1-5 *	
Y	RU 2 623 625 C1 (AKTSIONERNOE OBSHCHESTVO NAUCHNO-PROIZVODSTVENNYJ TSENTR GAZOTURBOSTRO) 28 juin 2017 (2017-06-28)	2,3,7, 12-15
	* abrégé; figures 1,2 *	
Y	EP 3 021 102 A1 (TECHSPACE AERO SA [BE]) 18 mai 2016 (2016-05-18)	11
	* abrégé; figure 2 *	

☐ 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 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, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

"T" document ultérieur publié après la date de dépôt 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 de type international a été effectivement achevée

11 septembre 2020

Date d'expédition du rapport de recherche de type international

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

Gruss, Christian

RAPPORT DE RECHERCHE DE TYPE INTERNATIONAL

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande de recherche n
BE 201905946

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
FR 3070202	A1	22-02-2019	AUCUN
FR 3045152	A1	16-06-2017	AUCUN
RU 2623625	C1	28-06-2017	
EP 3021102	A1	18-05-2016	EP 3021102 A1 18-05-2016
			ES 2734234 T3 04-12-2019
			PL 3021102 T3 29-11-2019
			US 2016139001 A1 19-05-2016



OPINION ÉCRITE

Dossier N° SN75262	Date du dépôt(<i>jour/mois/année</i>) 19.12.2019	Date de priorité (<i>jour/mois/année</i>)	Demande n° BE201905946
Classification internationale des brevets (CIB) INV. G01M15/14 G01M9/04			
Déposant SAFRAN AERO BOOSTERS S.A.			

La présente opinion contient des indications et les pages correspondantes relatives aux points suivants :

- ☒ Cadre n° I Base de l'opinion
- ☐ Cadre n° II Priorité
- ☐ Cadre n° III Absence de formulation d'opinion quant à la nouveauté, l'activité inventive et la possibilité d'application industrielle
- ☐ Cadre n° IV Absence d'unité de l'invention
- ☒ Cadre n° V Déclaration motivée quant à la nouveauté, l'activité inventive et la possibilité d'application industrielle; citations et explications à l'appui de cette déclaration
- ☐ Cadre n° VI Certains documents cités
- ☒ Cadre n° VII Irrégularités dans la demande
- ☒ Cadre n° VIII Observations relatives à la demande

Formulaire BE237A (feuille de couverture) (Janvier 2007)	Examineur Gruss, Christian
--	-------------------------------

OPINION ÉCRITE

Demande n°
BE201905946

Cadre n° I Base de l'opinion

1. Cette opinion a été établie sur la base des revendications déposées avant le commencement de la recherche.
2. En ce qui concerne **la ou les séquences de nucléotides ou d'acides aminés** divulguées dans la demande, le cas échéant, cette opinion a été effectuée sur la base des éléments suivants :
 - a. Nature de l'élément:
 - ☐ un listage de la ou des séquences
 - ☐ un ou des tableaux relatifs au listage de la ou des séquences
 - b. Type de support:
 - ☐ sur papier
 - ☐ sous forme électronique
 - c. Moment du dépôt ou de la remise:
 - ☐ contenu(s) dans la demande telle que déposée
 - ☐ déposé(s) avec la demande, sous forme électronique
 - ☐ remis ultérieurement
3. ☐ De plus, lorsque plus d'une version ou d'une copie d'un listage des séquences ou d'un ou plusieurs tableaux y relatifs a été déposée, les déclarations requises selon lesquelles les informations fournies ultérieurement ou au titre de copies supplémentaires sont identiques à celles initialement fournies et ne vont pas au-delà de la divulgation faite dans la demande internationale telle que déposée initialement, selon le cas, ont été remises.
4. Commentaires complémentaires :

OPINION ÉCRITE

Demande n°
BE201905946

Cadre n° V Opinion motivée quant à la nouveauté, l'activité inventive et la possibilité d'application industrielle; citations et explications à l'appui de cette déclaration

1. Déclaration

Nouveauté	Oui :	Revendications	2-8, 10-15
	Non :	Revendications	1, 9
Activité inventive	Oui :	Revendications	6
	Non :	Revendications	1-5, 7-15
Possibilité d'application industrielle	Oui :	Revendications	1-15
	Non :	Revendications	

2. Citations et explications

voir feuille séparée

Cadre n° VII Irrégularités dans la demande

Les irrégularités suivantes, concernant la forme ou le contenu de la demande, ont été constatées :

voir feuille séparée

Cadre n° VIII Observations relatives à la demande

voir feuille séparée

Ad point VIII

Certaines observations relatives à la demande

Les revendications 1 et 9 ne sont pas claires:

-Il ressort clairement des paragraphes 38 à 41 de la description que les caractéristiques des revendications 2 et 6 sont essentielles à la définition de l'invention (c.a.d pour obtenir l'effet technique de l'invention). Les revendications indépendantes 1 et 6 ne sont donc pas claires car ces caractéristiques essentielles sont manquante.

Ad point V

Déclaration motivée quant à la nouveauté, l'activité inventive et la possibilité d'application industrielle ; citations et explications à l'appui de cette déclaration

1 Références

Il est fait référence aux documents suivants :

- D1 FR 3 070 202 A1 (SAFRAN AIRCRAFT ENGINES [FR]) 22 février 2019
- D2 FR 3 045 152 A1 (SNECMA [FR]) 16 juin 2017
- D3 RU 2 623 625 C1 (AKTSIONERNOE OBSHCHESTVO NAUCHNO-PROIZVODSTVENNYJ TSENTR GAZOTURBOSTRO) 28 juin 2017
- D4 EP 3 021 102 A1 (TECHSPACE AERO SA [BE]) 18 mai 2016

Remarque: une traduction automatique en Anglais de est fournie en annexe.

2 Absence de nouveauté

La présente demande ne remplit pas les conditions de brevetabilité, l'objet des revendications 1 et 9 n'étant pas nouveau.

2.1 Le document D1 divulgue:

-Méthode d'essai en maintenance d'une turbomachine d'aéronef à double flux, ladite méthode d'essai comprenant les étapes suivantes (Résumé et page 1, lignes 9 à 15):

- a. fournir ladite turbomachine comprenant : - des aubes de soufflante de vol ; - un arbre moteur agencé pour entraîner lesdites aubes de soufflante de vol (voir la figure 2);
- b. enlever lesdites aubes de soufflante de vol de ladite turbomachine (sur la figure 2, les aubes 32a ne sont pas les mêmes que les aubes 3 dans la figure 1) ;
- c. positionner, à la place desdites aubes de soufflante de vol, des aubes de soufflante d'essai, lesdites aubes de soufflante d'essai étant plus courtes radialement que lesdites aubes de la soufflante de vol (les aubes 32a son plus courtes que les aubes 3) ;
- d. démarrer ladite turbomachine (implicite puisqu'il s'agit de tester la turbomachine).

2.2 Pour les mêmes raisons, l'objet de la revendication indépendante de dispositif 9 correspondant est décrit dans D1.

3 Absence d'activité inventive

La présente demande ne remplit pas les conditions de brevetabilité, l'objet des revendications dépendantes 2 à 5, 7, 8 et 10 à 15 n'impliquant pas d'activité inventive:

- revendications 2, 3, 7, 12 à 15: ces caractéristiques sont décrites respectivement dans les documents D2 et D3 (voir les références dans le rapport de recherche) et l'homme du métier qui considérerait ces documents, du même domaine technique, irait, chacun pour soi, les combiner avec le document D1 sans effectuer d'activité inventive;
- revendications 4, 5 et 10: choix évident de tailles d'aubes de test;
- revendication 8: choix évident d'étapes après le test;
- revendication: 11: ces caractéristiques sont décrites dans le document D4 respectivement (voir les références dans le rapport de recherche) et l'homme du métier qui considérerait ce document, du même domaine technique, irait le combiner avec le document D1 sans effectuer d'activité inventive.

- 4 La combinaison des caractéristiques des revendications dépendantes 2 et 6 n'est pas comprise dans l'état de la technique et n'en découle pas de façon évidente. En effet, ce choix particulier de taille des aubes de test permet d'avoir un effet particulier de mieux simuler les écoulements réels d'une turbomachine à double flux.

Ad point VII

Certaines irrégularités relevées dans la demande

- 5 La description ne mentionne pas l'état de la technique pertinent qui est divulgué dans les documents D1 à D4 et ne cite pas ces documents.
- 6 Les revendications indépendantes 1 et 9 ne sont pas présentées en deux parties, alors qu'une telle présentation serait en l'espèce appropriée. Il conviendrait ainsi d'inclure dans le préambule les caractéristiques qui, combinées entre elles, font partie de l'état de la technique (D1), et d'introduire dans la partie caractérisante les caractéristiques restantes.