

(12)

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(21) Numéro de dépôt: **81870007.2**

(51) Int. Cl.³: **F 01 D 17/16**

(22) Date de dépôt: **21.01.81**

(43) Date de publication de la demande:
28.07.82 Bulletin 82/30

(84) Etats contractants désignés:
AT BE CH DE FR GB IT LI LU NL SE

(71) Demandeur: **ATELIERS DE CONSTRUCTIONS
ELECTRIQUES DE CHARLEROI (ACEC) Société Anonyme**
54, Chaussée de Charleroi
B-1060 Bruxelles(BE)

(72) Inventeur: **van Gucht, Albert**
Hullekenstraat, 110
B-9330 Dendermonde(BE)

(72) Inventeur: **Wattez, Raymond**
Rue de Bruxelles, 31
B-7700 Mouscron(BE)

(74) Mandataire: **Bossard, Franz et al,**
ACEC - Service des Brevets Boîte Postale 4
B-6000 Charleroi(BE)

(54) **Détendeur à section d'injection variable.**

(57) Turbine pourvue d'aubes directrices orientables, commandées par servo-moteur, pour adapter la section au débit variable du fluide.

Une ouverture successive et progressive d'aubes de forme spéciale, permet de maintenir à sa valeur optimale la quantité d'énergie récupérée par détente des gaz à haute-pression.

DETENDEUR A SECTION D'INJECTION VARIABLE.

Il est de plus en plus fréquent de récupérer l'énergie de détente des gaz transportés à haute pression en entraînant divers engins électriques ou mécaniques tels que alternateur rapide, compresseur, pompe, alternateur classique avec réducteur etc.. Une récupération intéressante de la détente des gaz se fait sous forme d'énergie électrique par l'intermédiaire d'un turbo-détendeur, constitué principalement d'une ou de deux turbines centripètes montées en porte-à-faux sur l'arbre d'un alternateur à grande vitesse. Le brevet européen 79200543.1 se rapporte à ce type de turbine de détente associée à une génératrice de courant électrique.

Généralement l'alimentation de la roue centripète de la turbine se fait par un secteur d'injection d'ouverture constante dont les aubes directrices fixes imposent au fluide une orientation convenable.

Ces secteurs d'injection à ouverture constante ne permettent pas une récupération optimale d'énergie lorsque le débit subit des fluctuations. D'autre part, à cause des variations de débit, l'installation doit comprendre, en amont du détendeur, une vanne de réglage qui module l'ouverture en fonction du débit. Cette modulation du débit par vanne de réglage se fait avec perte d'énergie et affecte le rendement de l'opération de récupération par détente de fluide.

L'invention revendiquée ci-après permet de maintenir le rendement à sa valeur optimale quel que soit le débit du fluide et son application couvre aussi bien la récupération d'énergie par détente de gaz à haute pression que celle par détente de vapeur d'eau. En outre elle permet de simplifier l'installation en amont de la machine en remplaçant la vanne de réglage de débit, de coût élevé et génératrice de perte d'énergie, par une simple vanne d'arrêt. L'invention consiste essentiellement en un dispositif permettant de faire varier le secteur d'injection du fluide sans modifier sensiblement la vitesse de celui-ci même si le débit subit des fluctuations importantes.

Ce dispositif comporte un détendeur muni d'un secteur d'injection variable dont l'ouverture se règle selon les caractéristiques du fluide véhiculé. De façon à adapter le secteur d'injection à une variation de débit, sans modifier la vitesse d'écoulement du fluide, des aubes directrices réglables, commandées par un servo-moteur dont l'action est

proportionnelle au débit constaté, s'orientent de manière à obtenir une section de passage adéquate.

L'invention sera exposée plus en détails à l'aide des figures suivantes.

5 La figure 1 est une vue générale d'un exemple de réalisation d'un secteur d'injection .

La figure 2 montre une coupe faite selon l'axe de la machine.

La figure 3 donne le détail de la disposition géométrique de quelques aubes.

10 La figure 4 représente la loi linéaire établie entre l'angle de rotation de l'anneau de commande et la section de passage du détenteur.

La figure 1 représente un secteur d'injection constitué d'aubes directrices fixes, assurant un débit minimum, et d'aubes directrices orientables pour adapter la section de passage aux variations de débit.

15 Dans la figure 1, un corps haute-pression 1 véhicule le fluide pour l'introduire radialement par un secteur d'injection 2 s'étendant, dans cet exemple, sur un arc d'environ 140°.

Ce secteur d'injection 2 comprend, dans la zone centrale, trois aubes directrices fixes 3, un premier groupe de quatre aubes directrices 20 4A, 5A, 6A, 7A orientable chacune par rotation autour d'un pivot 4P, 5P, 6P, 7P et commandée chacune par un bras 4B, 5B, 6B, 7B solidarisé à l'aube et terminé par un rouleau 4R, 5R, 6R, 7R. Ces rouleaux sont guidés par une rainure 8 pratiquée dans une couronne de commande 9 concentrique à un cylindre de décharge 10 dont l'axe coïncide avec celui de la machine.

25 Ce secteur d'injection 2 comprend également un second groupe à trois aubes directrices 11A, 12A, 13A orientable chacune par rotation autour d'un pivot 11P, 12P, 13P, commandé chacune par un bras 11B, 12B, 13B solidarisé à l'aube et terminé par un rouleau 11R, 12R, 13R. Ces rouleaux 11R, 12R, 13R sont guidés respectivement par les rainures 14, 30 15, 16 de la couronne de commande 9 qui, par l'intermédiaire d'une tringlerie 17, est actionnée par un servo-moteur non représenté. La figure 1 représente le secteur d'injection 2 dans la position correspondant au débit minimum du fluide. Celui-ci est détendu en passant à travers les trois canaux formé par les trois aubes directrices fixes 3 et l'aube 35 directrice orientable 11A. Lorsque le débit augmente la couronne de commande 9 tourne, dans le sens des aiguilles d'une montre, d'un angle proportionnel à l'accroissement du débit et les aubes directrices

orientables s'ouvrent successivement et progressivement selon la position des rouleaux sur les rampes des rainures de guidage. Au départ de la position représentée à la figure 1, l'aube directrice orientable 4A pivote progressivement selon la progression du rouleau 4R sur la rampe 8R de la rainure 8 pratiquée dans la couronne de commande 9.
5 Toutefois, afin d'établir une loi linéaire entre l'angle de rotation de la couronne de commande 9 et la section de passage offerte au fluide, l'aube directrice orientable 11A commence sa rotation avant l'ouverture totale de l'aube directrice orientable 4A. Selon le débit enregistré
10 par les moyens de mesure et de commande du servo-moteur il y aura successivement ouverture des aubes orientables 4A, 11A, 5A, 12A, 6A, 13A avec, pour chacune d'elles, l'amorce du mouvement d'ouverture avant l'ouverture totale de la précédente.

La commande d'ouverture des aubes directrices orientables 4A, 5A, 15 6A est réalisée par la seule rampe 8R de la rainure 8 tandis que la commande d'ouverture des aubes 11A, 12A, 13A est faite par les rampes 14R, 15R, 16R appartenant respectivement aux rainures 14, 15, 16 pratiquée dans l'anneau de commande 9.

Cet anneau de commande 9 est constitué de deux plateaux co-axiaux
20 18, 19 de même diamètre, rendus solidaires l'un de l'autre et portant l'un 18 les rainures de guidage 8 et 15 et l'autre 19 les rainures de guidage 14 et 16.

Lorsque l'ouverture totale du secteur d'injection 2 est obtenue par pivotements successifs et progressifs des aubes directrices orientables
25 4A, 11A, 5A, 12A, 6A, 13A actionnées par l'anneau de commande 9 se déplaçant dans le sens des aiguilles d'une montre, il est évident que par rotation de cet anneau de commande 9 en sens inverse on obtient une fermeture partielle du secteur d'injection 2 par pivotements successifs et progressifs des aubes 13A, 6A, 12A, 5A, 11A, 4A en respectant la
30 même loi linéaire unissant la section de passage offerte au fluide à son débit.

La même remarque prévaut pour un degré d'ouverture intermédiaire du secteur d'injection où par inversion du sens de rotation de l'anneau de commande on peut obtenir une fermeture successive et progressive des
35 aubes directrices orientables déjà ouvertes. Le dispositif décrit permet donc d'adapter à chaque instant une ouverture convenable du secteur d'injection 2 pour conserver au fluide véhiculé une même vitesse malgré

les nombreuses fluctuations du débit. Il permet ainsi de conserver un rendement optimal à l'installation quelles que soient les conditions d'alimentation du fluide. Le dispositif représenté par les figures 1 et 2 est donné à titre d'exemple de réalisation. La même invention s'appli-
5 que aussi à un secteur d'injection dont le nombre d'aubes directrices fixes est différent voire même nul. Dans ce dernier cas on obtient alors un détendeur pouvant s'adapter à de très faible débit.

Dans d'autres réalisations, le secteur d'injection peut s'étendre sur un arc différent de celui représenté à la figure 1. Il est même
10 possible d'obtenir une injection du fluide sur une ouverture de l'ordre de 360° . Il est également possible que l'ordre d'ouverture des aubes directrices orientables se fasse selon un autre processus. Par exemple, à l'encontre de la figure 1 où l'ouverture progressive du secteur d'in-
jection se fait par extension d'une zone centrale s'élargissant de part
15 et d'autre d'une ouverture minimum, on peut réaliser une ouverture progressive s'étalant d'un seul côté de l'ouverture minimum.

Dans tous ces exemples d'exécution, il importe de réaliser une ouverture ne présentant pas de discontinuités susceptibles d'introduire des remous perturbant l'écoulement régulier du fluide et diminuant ainsi
20 la quantité d'énergie récupérable.

Le processus d'ouverture précédemment décrit, la forme des aubes et leur disposition géométrique développées par la suite conduisent à ce résultat.

La figure 3 représente l'aube directrice orientable 4A en position
25 complètement ouverte alors que l'aube directrice orientable 5A est encore complètement fermée. Dans cette figure, toutes les aubes présentent un profil aérodynamique en forme de triangle très aplati. La base de ce triangle détermine avec son grand côté une arête qui est le bord de fuite de l'aube et avec son petit côté une autre arête qui constitue le
30 bord d'attaque de l'aube. Le sommet du triangle est arrondi selon une courbure concentrique au pivot de l'aube de façon à déterminer une plage sur laquelle peut prendre appui le bord de fuite de l'aube voisine. Cette plage, appelée zone neutre, permet à l'aube voisine de conserver la même position quelle que soit l'orientation de l'aube sur laquelle
35 elle prend appui.

Dans l'exemple de la figure 3, l'aube directrice orientable 5A repose par son bord de fuite sur la zone neutre de l'aube directrice

orientable 4A. De ce fait, l'orientation de l'aube directrice orientable 4A peut varier sans pour cela modifier l'orientation de l'aube directrice orientable 5A.

Cette configuration permet de ne pas créer des ouvertures parasites, 5 génératrices de remous qui modifient l'écoulement du fluide et réduisent le rendement de la détente de fluide.

La figure 3 fait également apparaître une implantation des pivots des aubes directrices orientables sur le corps haute-pression 1 de manière à former des canaux convergents, quel que soit le degré d'ouverture des aubes, pour permettre une détente convenable des fluides véhiculés. 10

Les aubes directrices orientables représentées à la figure 3 comportent deux ailes qui, comptées à partir de l'axe du pivot de l'aube, sont d'inégales grandeurs. Cette dissymétrie permet par le jeu des 15 pressions appliquées aux différentes faces du triangle d'obtenir un couple résultant agissant toujours dans le même sens et de permettre d'une part à toute la tringlerie de travailler sans secousse et d'autre part au rouleau, situé en bout de bras, de rester appliquer sur le même flanc de la rainure pratiquée dans l'anneau de commande 9. Par exemple 20 la résultante des forces agissant sur les différentes force de l'aube directrice orientable 6A se traduit par un couple agissant dans le sens opposé aux aiguilles d'une montre pour appliquer le rouleau 6R sur le flanc inférieur de la rainure 8.

Dans l'exemple présenté ci-dessus le détenteur à secteur d'injection variable équipe le corps haute-pression d'une turbine centripède. 25 Il est évident que le même dispositif peut équiper à la fois les corps haute et basse pression de cette turbine.

REVENDICATIONS

1. Turbo-détendeur comportant au moins une turbine centripète montée en porte-à-faux sur l'arbre de la machine entraînée, une canalisation amenant le fluide à pression élevée et se terminant en volute, un secteur d'injection orientant le fluide vers les ailettes de la turbine centripète, une canalisation d'évacuation du fluide détendu, caractérisé en ce que le turbo-détendeur comprend un secteur d'injection (2) constitué en tout ou en partie d'aubes directrices orientables (4A, 5A, 6A, 7A, 11A, 12A, 13A) qui par pivotements progressifs et successifs ouvrent ou ferment le secteur d'injection (2) de manière continue pour adapter le turbo-détendeur à une variation de débit du fluide sans modifier sensiblement la vitesse d'écoulement de celui-ci.
2. Turbo-détendeur selon la revendication caractérisé en ce que les aubes directrices qui le constituent ont un profil aérodynamique sous la forme générale d'un triangle très aplati dont les angles aigus adjacents à la base sont respectivement le bord d'attaque et le bord de fuite de l'aube et dont l'angle obtus situé au sommet du triangle est arrondi selon une courbure concentrique à l'axe de rotation situé au niveau de la partie la plus massive de l'aube.
3. Turbo-détendeur selon une des revendications précédentes caractérisé en ce que les aubes directrices orientables présentent à partir de l'axe de rotation de l'aube deux ailes d'inégale longueur.
4. Turbo-détendeur selon une des revendications précédentes caractérisé en ce que la plus grande aile de l'autre directrice orientable se termine par un bord de fuite et en ce que la plus petite aile de l'aube directrice orientable se termine par un bord d'attaque.
5. Turbo-détendeur selon une des revendications précédentes caractérisé en ce que la disposition géométrique des axes de rotation des aubes directrices orientables est telle que d'une part le bord de fuite d'une aube directrice orientable (5A) en position de fermeture complète se pose sur la partie arrondie de l'angle au sommet, dite zone neutre, de l'aube voisine (4A) et que d'autre part la base du profil triangulaire d'une aube directrice orientable (4A) associée au petit côté du profil triangulaire de l'aube voisine (3) forment un canal convergent de distribution du fluide, quel que soit le degré d'ouverture de l'une ou l'autre des aubes considérées
6. Turbo-détendeur selon une des revendications précédentes
- 14.23/1829.

caractérisé en ce que une couronne de commande (9), concentrique au cylindre d'admission (10) et actionnée par l'intermédiaire d'une tringlerie (17) est nantie de rampes de guidage (8, 14, 15, 16) pour collaborer avec des rouleaux (4R; 5R, 6R, 7R, 11R, 12R, 13R) montés chacun au bout d'un bras (4B, 5B, 6B, 6B, 11B, 12B, 13B) rendu solidaire de l'axe de rotation (4P, 5P, 6P, 7P, 11P, 12P, 13P) de chaque aube directrice orientable (4A, 5A, 6A, 7A, 11A, 12A, 13A) pour réaliser une ouverture ou une fermeture progressive du secteur d'injection (2).

7. Turbo-détendeur selon une des revendications précédentes caractérisé en ce que la couronne de commande (9) est constituée de deux plateaux (18 et 19) solidarisés entre eux et portant chacun des rampes de guidage (8, 14, 15, 16) réparties de manière à réaliser une ouverture ou une fermeture progressive du secteur d'injection (2).

8. Turbo-détendeur selon une des revendications précédentes caractérisé en ce que un servo-moteur alimenté par le fluide véhiculé est relié à la tringlerie (17) de la couronne de commande (9) pour actionner l'ouverture ou la fermeture du secteur d'injection (2).

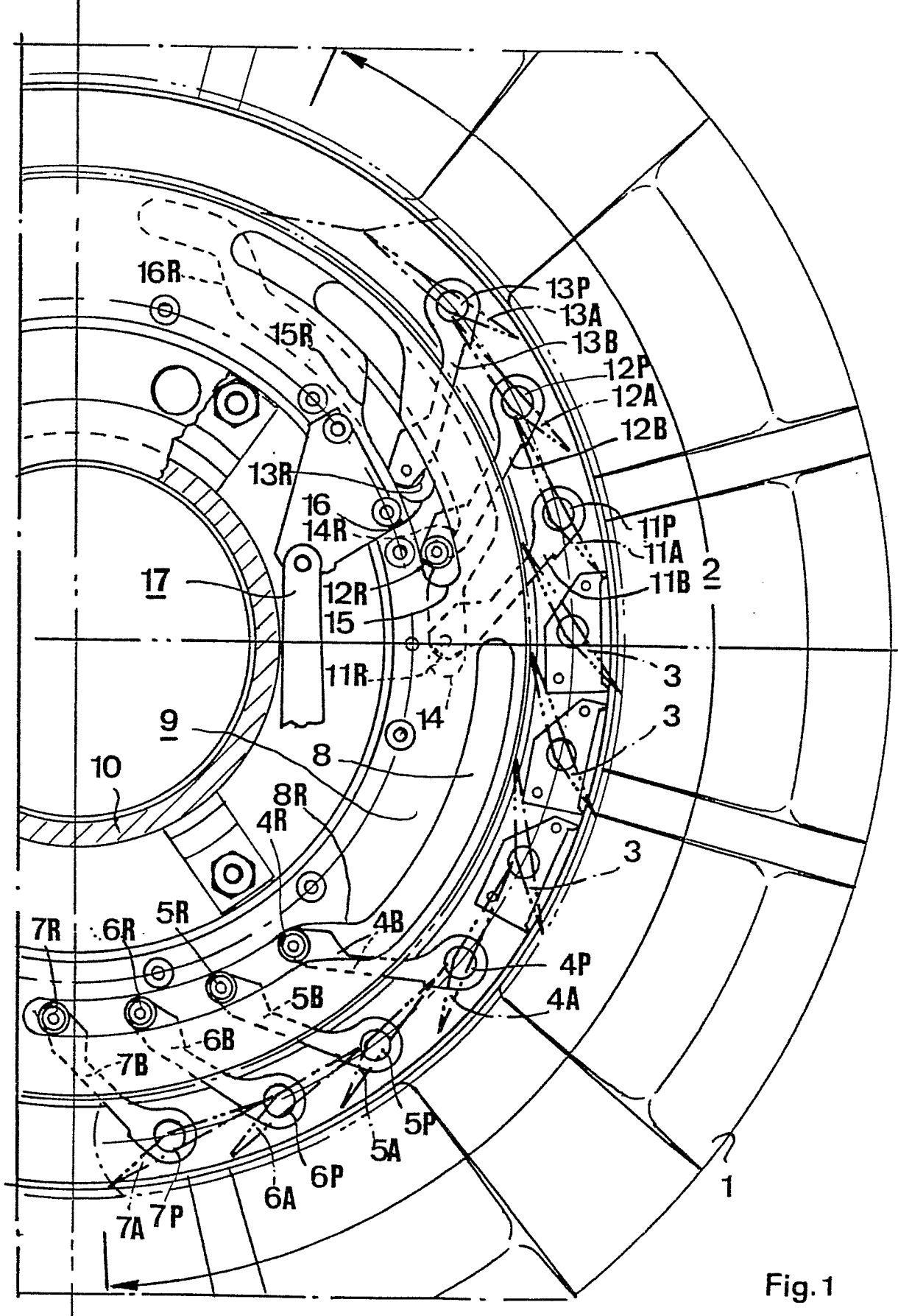


Fig. 1

2/3

Fig. 2

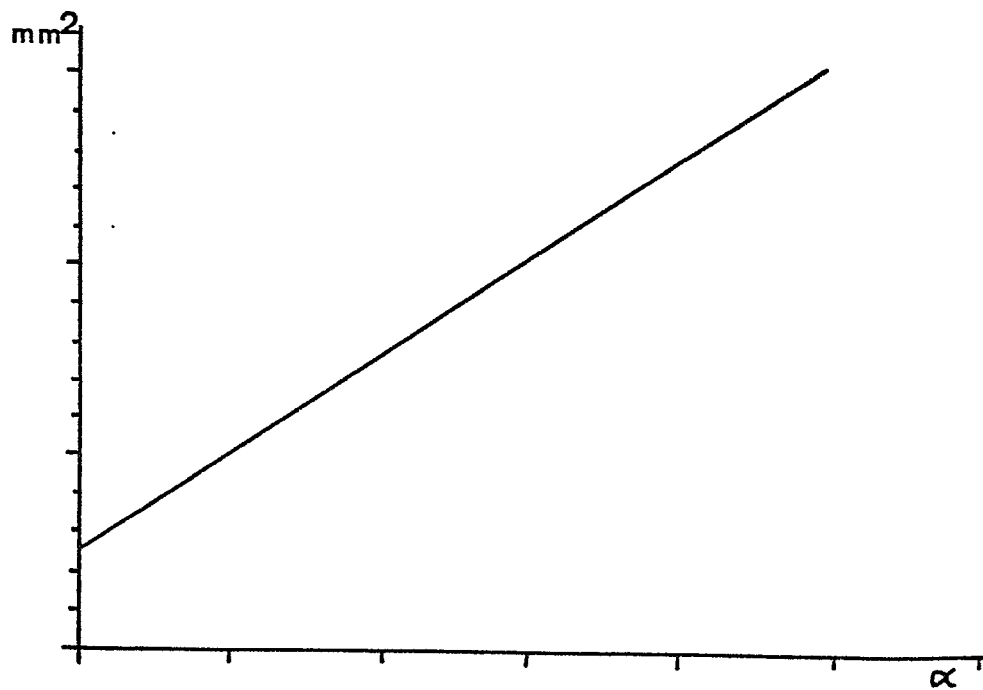
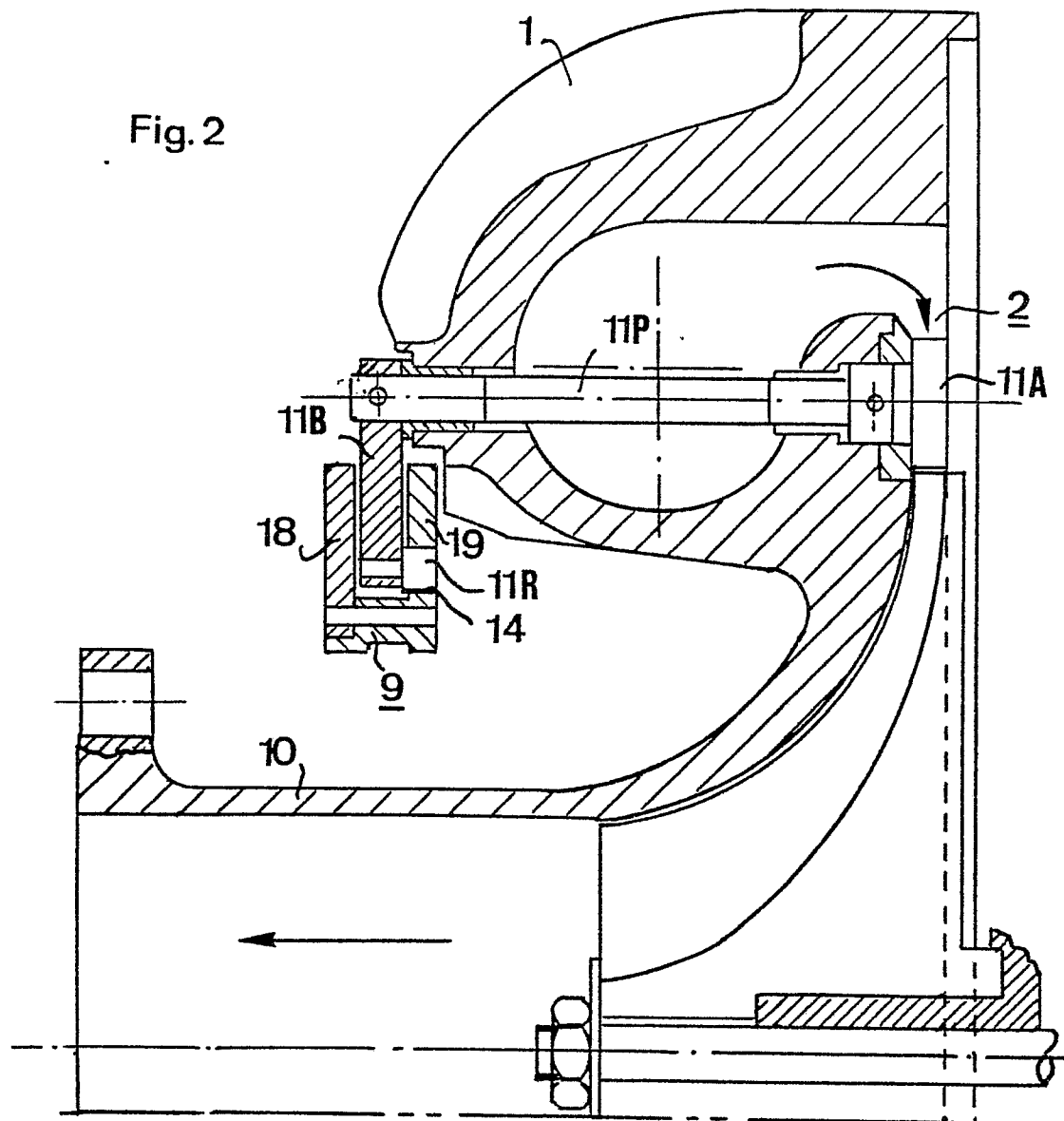


Fig. 4

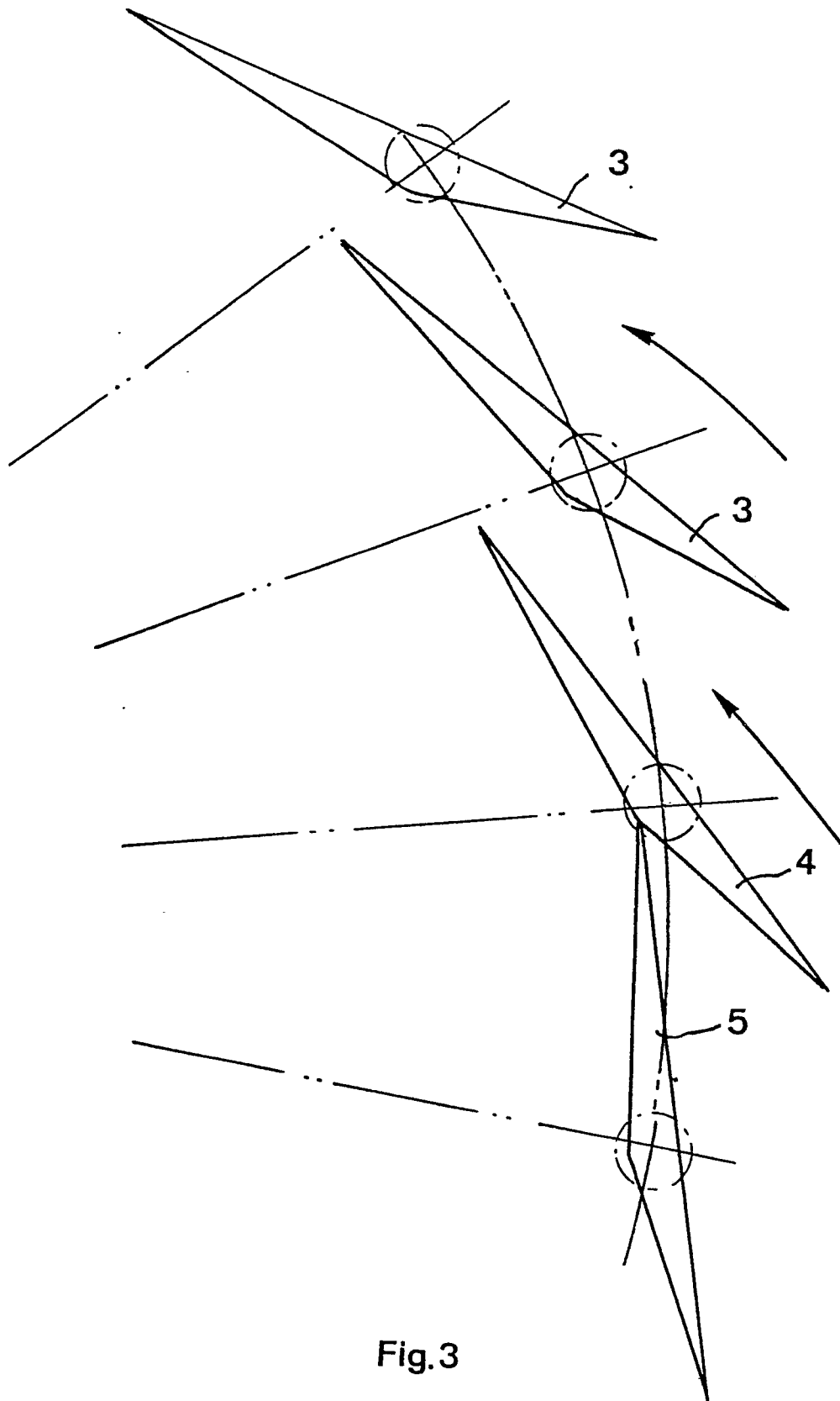


Fig.3



Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

0056569

Numéro de la demande

EP 81 87 0007

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int. Cl. ³)
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	
X	<u>US - A - 3 799 689 (MORIGUTI)</u> * colonne 3, ligne 65 à colonne 4, ligne 13; colonne 4, ligne 40 à colonne 5, ligne 26 * --	1,2	F 01 D 17/16
	<u>CH - A - 254 459 (BERGER)</u> * page 1, ligne 29 à page 2, ligne 50 * --	1,5	
	<u>US - A - 3 029 067 (PARKER)</u> * en entier * --	1,3	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl. ³)
	<u>US - A - 3 243 159 (HEFLER)</u> * en entier * --	1-6	F 01 D
	<u>FR - A - 2 162 662 (LUCAS)</u> * en entier * --	1,2,5	
	<u>FR - A - 918 317 (BRANDT)</u> * en entier * --	1,8	
A	<u>GB - A - 731 822 (POWER JETS)</u>		CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES
A	<u>FR - A - 2 064 617 (GARRETT)</u>		X: particulièrement pertinent
A	<u>US - A - 4 179 247 (OSBORN)</u>		A: arrière-plan technologique
A	<u>US - A - 2 985 427 (HOUGHTON)</u>		O: divulgation non-écrite
A	<u>GB - A - 704 351 (MUNTZ)</u>		P: document intercalaire
A	<u>EP - A - 0 009 843 (ACEC)</u> -----		T: théorie ou principe à la base de l'invention
			E: demande faisant interférence
			D: document cité dans la demande
			L: document cité pour d'autres raisons
			&: membre de la même famille. document correspondant
/ Le présent rapport de recherche a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche La Haye		Date d'achèvement de la recherche 10.09.1981	Examineur IVERUS