

⑫ **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

⑰ Numéro de dépôt: 82401648.9

⑤① Int. Cl.³: **F 04 D 29/46**

⑱ Date de dépôt: 10.09.82

③① Priorité: 18.09.81 FR 8117663

⑦① Demandeur: **Patin, Pierre, 15, rue Buffon, F-75005 Paris (FR)**

④③ Date de publication de la demande: 30.03.83
Bulletin 83/13

⑦② Inventeur: **Patin, Pierre, 15, rue Buffon, F-75005 Paris (FR)**

⑧④ Etats contractants désignés: **BE CH DE GB IT LI NL SE**

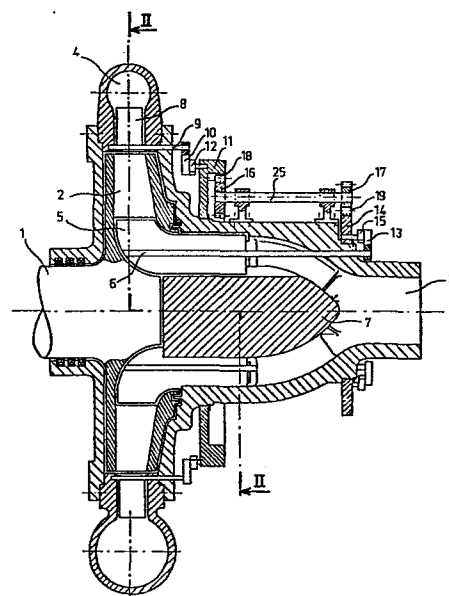
⑦④ Mandataire: **Plagne, Jean, c/o RATP(Brevets) 53 ter, Quai des Grands-Augustins, F-75006 Paris (FR)**

⑤④ **Turbopompe à ailettes de directrices orientables.**

⑤⑦ L'invention concerne une turbopompe du type comportant un rotor 1 à ailettes 2 et des directrices à ailettes d'entrée 5 et de sortie 8.

Ces ailettes d'entrée 5 et de sortie 8 sont en outre montées pivotantes autour d'axes 6 et 9 et des moyens d'asservissement 10 à 25 déterminent l'angle de rotation des ailettes d'entrée 5 en fonction de celui des ailettes de sortie 8.

Une telle turbopompe est particulièrement avantageuse lorsque les régimes de fonctionnement (vitesse, débit, pression) varient dans de larges proportions, comme dans les transmissions hydrauliques pour véhicules.



Turbopompe à ailettes de directrices orientables

La présente invention concerne un perfectionnement aux turbopompes destiné à leur assurer un rendement maximal pratiquement indépendant de leur débit et de leur vitesse de rotation.

5 Les turbopompes ont connu de multiples améliorations en vue d'augmenter leur rendement, notamment le tracé et la finesse des ailettes du rotor, ainsi que par la présence de directrices à ailettes placées en amont ou en aval du rotor, ou les deux à la fois.

10 Cependant l'inclinaison optimale des ailettes de directrices dépend de la vitesse de rotation du rotor et du débit, d'où la nécessité de définir une vitesse nominale et un débit nominal pour lesquels le rendement sera maximal et d'accepter un moindre rendement pour les autres valeurs possibles de la vitesse et du débit (ou de la pression de refoulement qui est liée au débit à vitesse donnée, par la caractéristique de la pompe).

15 Pour pallier cet inconvénient, la présente invention propose une orientation automatique des ailettes de la directrice d'entrée, afin que le rendement soit maximal quelle que soit la vitesse de rotation.

20 Pour cela, la turbopompe selon l'invention comporte une directrice d'entrée dont les ailettes sont orientables, une directrice de sortie dont les ailettes également pivotantes s'orientent sous l'action du fluide, et des moyens pour asservir l'angle de rotation des ailettes d'entrée à l'angle de rotation des ailettes de sortie.

25 Dans un mode avantageux de réalisation, les ailettes de sortie sont reliées par des ensembles bielle-manivelle à une première couronne, les ailettes d'entrée à une seconde couronne et un asservissement commande la rotation de ladite seconde couronne en fonction de la rotation de ladite première couronne. Avantageusement, ledit asservissement est conçu pour que la cotangente de l'angle de rotation des
30 ailettes d'entrée soit une fonction linéaire de la cotangente de l'angle de rotation des ailettes de sortie. Cet asservissement peut être réalisé par un arbre équipé de deux pignons qui engrènent respectivement avec lesdites première et seconde couronnes, ou par une came reliant lesdites première et seconde couronnes et dont le profil est spécialement adapté,
35 ou par un moteur qui entraîne ladite seconde couronne et qui est asservi

en position par un circuit logique connecté en entrée à un capteur de position angulaire lié à ladite première couronne.

D'autres caractéristiques de la présente invention apparaîtront à l'étude de l'exemple de réalisation donné ci-après à titre illustratif et nullement limitatif, en regard du dessin annexé dans lequel :

- la figure 1 est une coupe longitudinale de la turbopompe, suivant la ligne I-I de la figure 2,
- la figure 2 est une coupe transversale suivant la ligne II-II de la figure 1,
- la figure 3 est une vue extérieure montrant, avec la figure 1, l'asservissement de la rotation des ailettes,
- la figure 4 représente schématiquement une autre réalisation mécanique de cet asservissement,
- la figure 5 représente schématiquement une réalisation électrique de cet asservissement.

Les figures 1 et 2 permettent de retrouver les éléments classiques d'une turbopompe : le rotor 1 avec ses ailettes 2, la conduite d'arrivée 3 et la volute de sortie 4.

La directrice d'entrée (ou avant-directrice) est composée d'ailettes 5, au nombre de sept sur le dessin, qui, contrairement aux réalisations connues, sont orientables et non fixes. Pour cela, elles comportent chacune un axe 6 placé sensiblement dans leur plan médian de façon telle que les pressions exercées par le fluide s'équilibrent sensiblement de part et d'autre de l'ailette. Pour assurer la continuité de la veine fluide, un noyau 7 est placé au centre de la conduite d'arrivée 3 ; son profil extérieur et celui de la conduite 3 épousent la trajectoire des bords des ailettes mobiles 5.

On sait, par l'analyse du triangle des vitesses d'entrée, qu'une turbopompe aura un rendement maximal si le fluide arrive sur les ailettes 2 du rotor 1 avec un angle α_1 qui dépend de l'angle β_1 d'inclinaison des ailettes 2 du rotor 1, de la vitesse de rotation Ω du rotor, du débit Q , du rayon r_1 et de la largeur e_1 de la surface cylindrique à l'entrée du rotor, suivant la relation :

$$\cotg \alpha_1 = \frac{2\pi \Omega}{Q} r_1^2 \cdot e_1 - \cotg \beta_1 \quad (1)$$

On voit ainsi que, pour des caractéristiques dimensionnelles r_1 , e_1 et β_1 données, l'angle α_1 optimal dépend de la vitesse de rotation Ω et du débit Q .

En conséquence, dans les réalisations connues où l'angle α_1 est constant, le rendement de la turbopompe n'est maximal pour une valeur donnée de la vitesse de rotation Ω , que pour un certain débit Q .

Pour toute autre valeur ce rendement décroît, ce qui conduit les constructeurs à établir des réseaux de courbes caractéristiques, donnant l'évolution du rendement en fonction de la vitesse, du débit et/ou de la pression de refoulement ("collines" de rendement).

Ce phénomène, peu sensible quand la hauteur de refoulement est constante, est beaucoup plus gênant quand elle est fortement variable, ce qui est le cas, par exemple dans les transmissions hydrauliques pour véhicules.

Pour que ce rendement reste maximal quels que soient la vitesse Ω et le débit Q , il suffit de donner à l'angle α_1 sa bonne valeur c'est-à-dire celle résultant de la formule (1) susmentionnée.

Ceci serait certes possible par la mesure du débit Q et de la vitesse Ω , mais ce n'est pas simple ; aussi la turbopompe selon la présente invention est basée sur un autre principe.

En effet, une loi identique à celle (1) précitée pour l'angle α_1 , existe entre les valeurs des mêmes paramètres pris cette fois au niveau de la surface cylindrique à la sortie du rotor et affectés de l'indice 2 ; d'où la relation :

$$\cotg \alpha_2 = -\frac{2\pi\Omega}{Q} r_2^2 \cdot e_2 - \cotg \beta_2 \quad (2)$$

Il en résulte, en combinant les deux relations (1) et (2), une relation entre l'angle α_1 que doit prendre la directrice d'entrée pour offrir un rendement maximal et l'angle α_2 que prennent les filets fluides à leur sortie du rotor. Cette relation peut s'écrire :

$$\cotg \alpha_1 = K \cdot \cotg \alpha_2 + K' \quad (3)$$

$$\text{avec } K = \left(\frac{r_1}{r_2} \right)^2 \cdot \frac{e_1}{e_2}$$

$$\text{et } K' = K \cotg \beta_2 - \cotg \beta_1$$

ce qui montre bien que les angles α_1 et α_2 évoluent suivant une loi linéaire de leurs cotangentes dont les termes sont définis par les caractéristiques géométriques de la turbopompe : $r_1, r_2, e_1, e_2, \beta_1$ et β_2 , et quelles que soient les valeurs du débit Q et de la vitesse Ω .

5 Ainsi, la turbopompe selon l'invention comporte, en plus de la directrice d'entrée à ailettes 5 orientables, une directrice de sortie (ou arrière-directrice) dont les ailettes 8 sont montées pivotantes autour d'un axe 9 placé près du bord de l'ailette le plus proche du rotor 1. Cette directrice de sortie reçoit le fluide dès
10 sa sortie des ailettes 2 du rotor 1 et jusqu'à son arrivée dans la volute de sortie 4. Ses ailettes 8 sont donc soumises à la pression de sortie du fluide qui tend donc à leur faire prendre une inclinaison instantanée égale à l'angle α_2 précité correspondant aux valeurs instantanées du débit Q et de la vitesse Ω . Lorsque l'une au moins
15 de ces valeurs varie, l'angle α_2 varie conformément à la relation (2).

Le but étant d'obtenir la bonne inclinaison α_1 des ailettes d'entrée 5, un asservissement reliant les axes 9 et 6 respectivement des ailettes de sortie 8 et d'entrée 5, impose à ces dernières une rotation commandée par la rotation des premières. Les paramètres
20 déterminant cet asservissement sont tels que la relation constante entre les cotangentes des angles α_1 et α_2 soit vérifiée.

Cet asservissement peut être réalisé de diverses manières et notamment comme représenté à la figure 3. L'axe 9 de chaque ailette de sortie 8 est muni d'une manivelle 10, laquelle est reliée à une
25 couronne 11 par une bielle 12. Les manivelles 10 d'une part et les bielles 12 d'autre part ayant respectivement des longueurs égales, à toute rotation des ailettes de sortie 8 correspond une rotation de la couronne 11.

Un ensemble analogue est associé aux ailettes d'entrée 5,
30 il comporte des manivelles 13 solidaires des axes 6 et des bielles 15 qui relient celles-ci à une couronne 14.

Lorsque la plage de variation de la vitesse et/ou du débit est suffisamment faible, une liaison des deux couronnes 11 et 14 par un arbre 25 équipé de deux pignons 16 et 17 qui engrènent
35 avec des dentures 18 et 19 solidaires des couronnes 11 et 14, permet de réaliser avec une approximation satisfaisante la relation (3) entre les angles α_1 et α_2 des ailettes.

Dans les autres cas, une meilleure approche de la relation (3) sera possible par tout moyen d'asservissement angulaire.

La figure 4 représente schématiquement un asservissement au moyen d'une came. Le pignon 16 précité entraîne une came 20 contre laquelle s'applique un galet 21 solidaire de la couronne 14 précitée. Le profil de la came 20 est déterminé point par point de manière à réaliser la relation (3) entre les angles α_1 et α_2 compte tenu des dimensions des manivelles 10 et 13, des biellettes 12 et 15 et des couronnes 11 et 14.

Un autre exemple de réalisation de cet asservissement est représenté schématiquement par la figure 5 ; il consiste à relier les pignons 16 et 17 précités respectivement à un capteur de position angulaire 22 et à un moteur électrique 23, lequel est asservi en position au moyen d'un circuit électronique 24 de tout type connu capable de piloter la rotation du moteur 23 en fonction de celle du capteur 22 selon une loi déterminée par la relation (3) d'une part et l'ensemble des manivelles, biellettes et couronnes d'autre part.

D'autres modes de réalisation de cet asservissement peuvent, sans sortir du cadre de la présente invention, être imaginés.

Par exemple, on pourrait remplacer le capteur 22 et le moteur électrique 23 par un ensemble hydraulique ou pneumatique donnant les mêmes résultats. De même, l'arbre 25 reliant les pignons 16 et 17 (figure 1) ou le pignon 16 et la came 20 (figure 4) pourra être en deux parties séparées par tout système de servo-commande permettant de multiplier l'effort fourni par les ailettes 8 pour mieux agir sur les ailettes 5.

La présente invention est applicable à tout type de turbopompe lorsqu'un bon rendement est souhaité pour divers régimes de fonctionnement. C'est le cas notamment dans les transmissions hydrauliques, et plus particulièrement celles équipant un véhicule car les variations de charge, de déclivité et autres conduisent à des valeurs de débit et pression variant dans de larges proportions.

Revendications

1. Turbopompe comportant un rotor 1 à ailettes 2 et des directrices à ailettes d'entrée 5 et de sortie 8 placées respectivement entre la conduite d'arrivée 3 et le rotor 1 et entre celui-ci et la volute de sortie 4, lesdites ailettes de directrices 5 et 8 étant pivotantes, caractérisée par le fait que des moyens d'asservissement pilotés par la rotation des ailettes de sortie 8, commandent la rotation des ailettes d'entrée 5.

2. Turbopompe selon la revendication 1, caractérisée par le fait que lesdits moyens d'asservissement sont conçus pour que la cotangente de l'angle de rotation α_1 des ailettes d'entrée 5 soit une fonction linéaire de la cotangente de l'angle de rotation α_2 des ailettes de sortie 8.

3. Turbopompe selon l'une des revendications 1 et 2, caractérisée par le fait que les ailettes de sortie 8 sont reliées par des ensembles bielle-manivelle 12-10 à une première couronne 11, les ailettes d'entrée 5 à une seconde couronne 14 et un asservissement commande la rotation de ladite seconde couronne 14 à partir de la rotation de ladite première couronne 11.

4. Turbopompe selon la revendication 3, caractérisée par le fait que ledit asservissement est réalisé par un arbre 25 équipé de deux pignons 16 et 17 qui engrènent respectivement avec lesdites première 11 et seconde 14 couronnes.

5. Turbopompe selon la revendication 3, caractérisée par le fait que ledit asservissement est réalisé par une came 20 reliant lesdites première 11 et seconde 14 couronnes et dont le profil est spécialement adapté.

6. Turbopompe selon la revendication 3, caractérisée par le fait que ledit asservissement est réalisé par un moteur 23 qui entraîne ladite seconde couronne 14 et qui est asservi en position par un circuit logique 24 connecté en entrée à un capteur de position angulaire 22 lié à ladite première couronne 11.

7. Turbopompe selon l'une des revendications 1 à 6, caractérisée par le fait que chaque ailette d'entrée 5 est pivotante autour d'un axe 6 parallèle à l'axe de rotation du rotor 1 et placé sensiblement dans son plan médian de façon telle que les pressions 5 exercées par le fluide s'équilibrent sensiblement de part et d'autre de cet axe 6.

8. Turbopompe selon la revendication 7, caractérisée par le fait que la conduite d'arrivée 3 comporte en outre un noyau central 7 et que son profil intérieur épouse la trajectoire des bords 10 des ailettes d'entrée 5.

FIG. 1

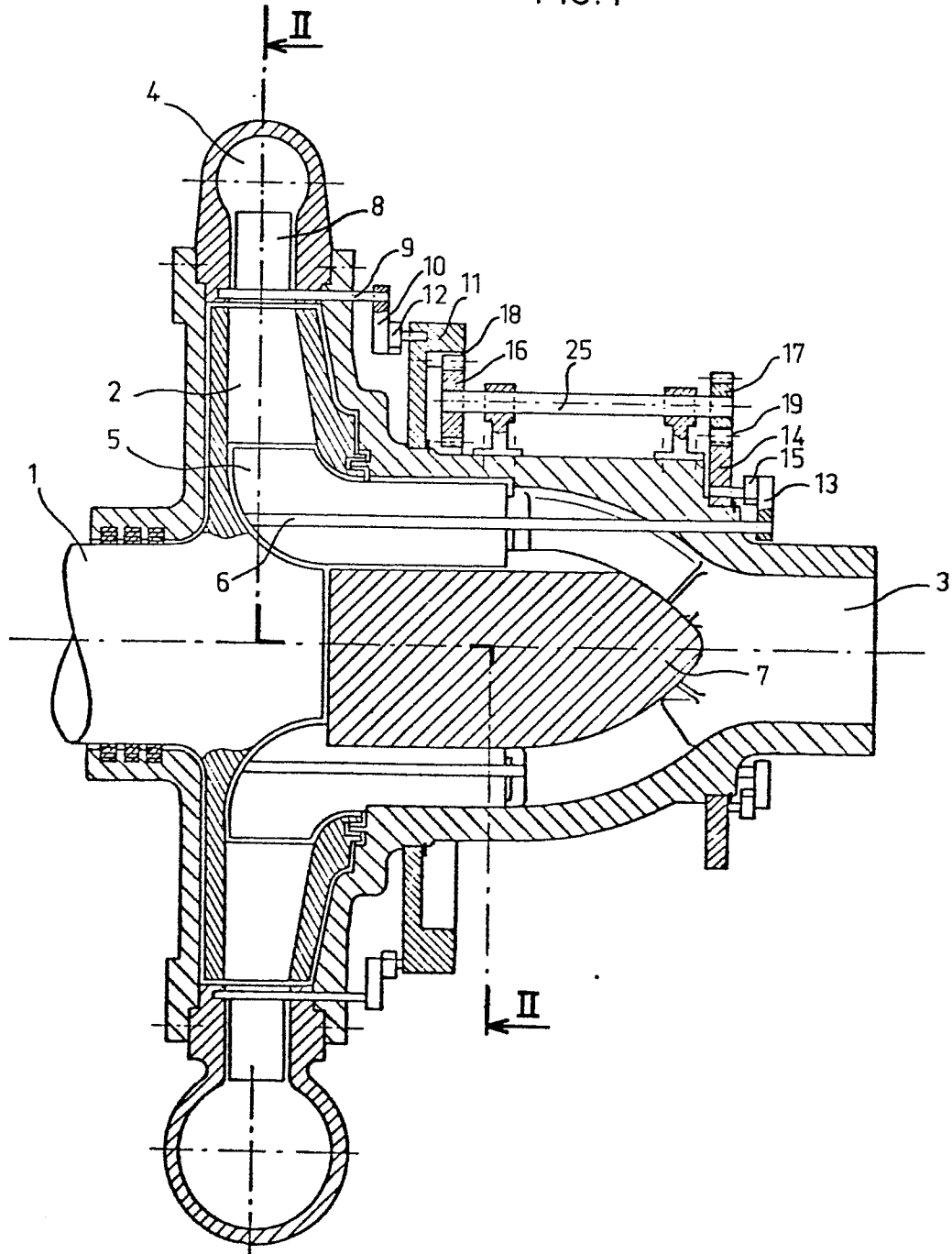


FIG. 2

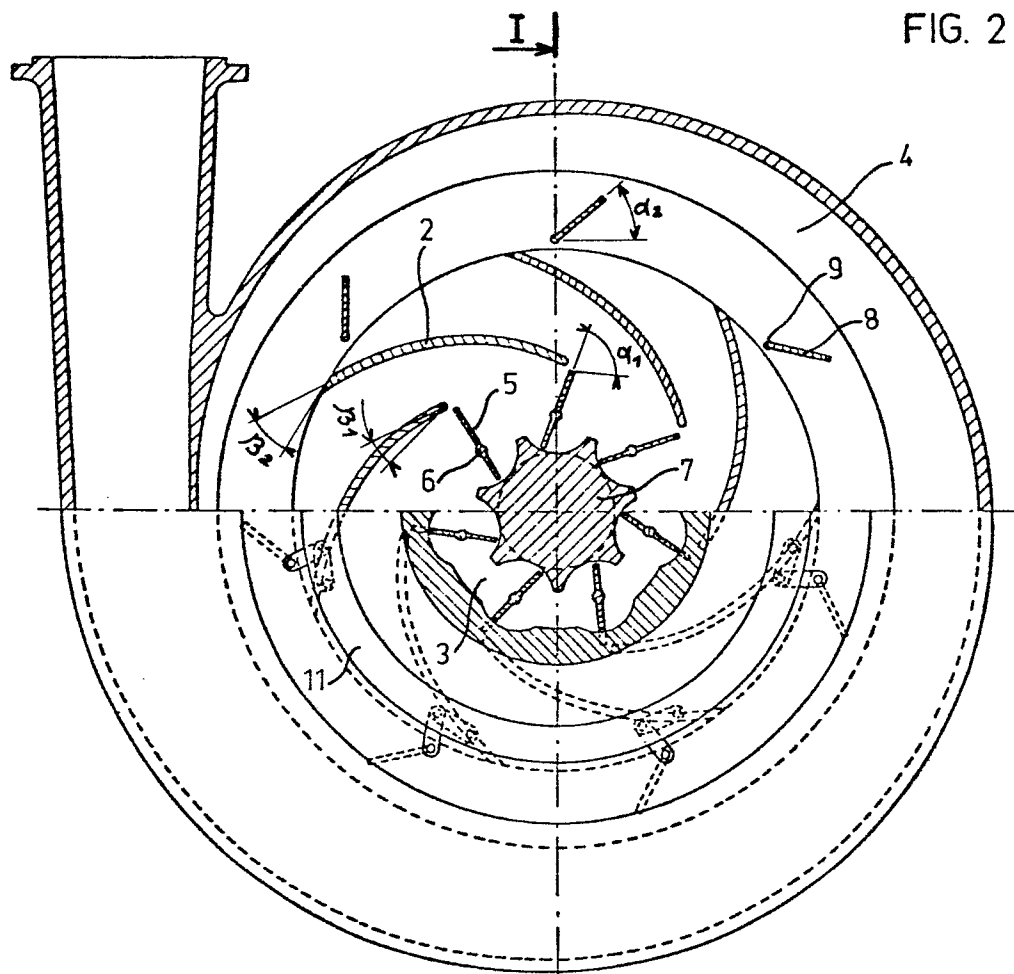


FIG. 3

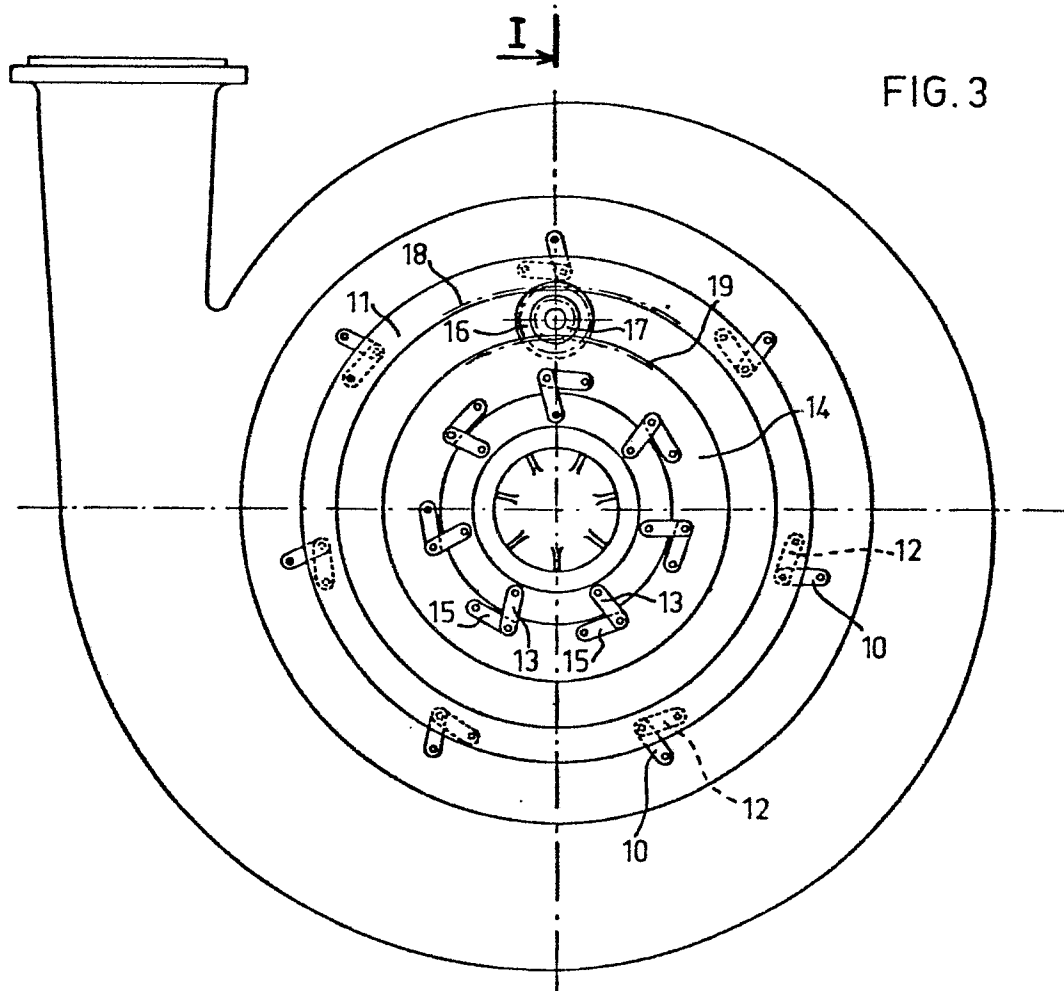


FIG. 4

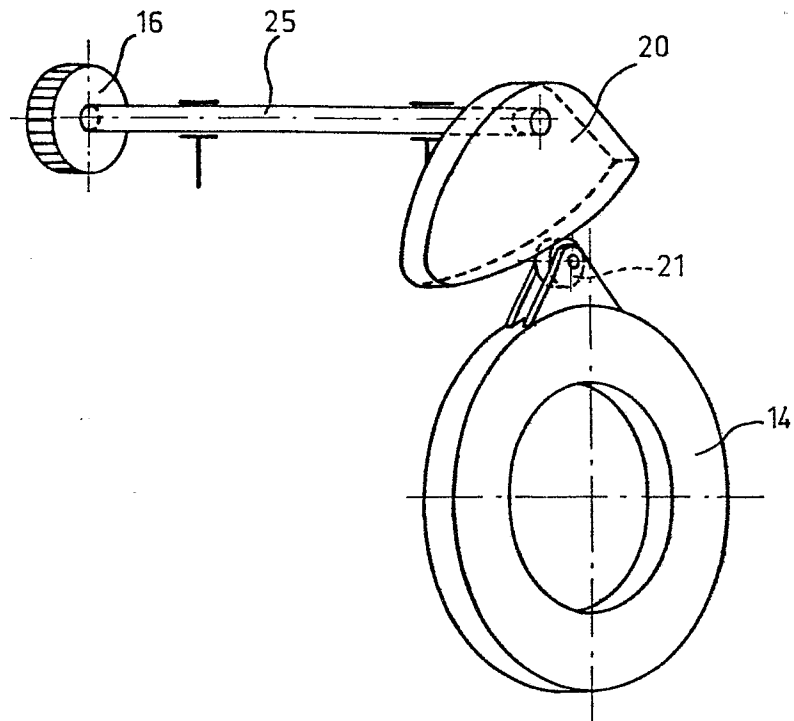
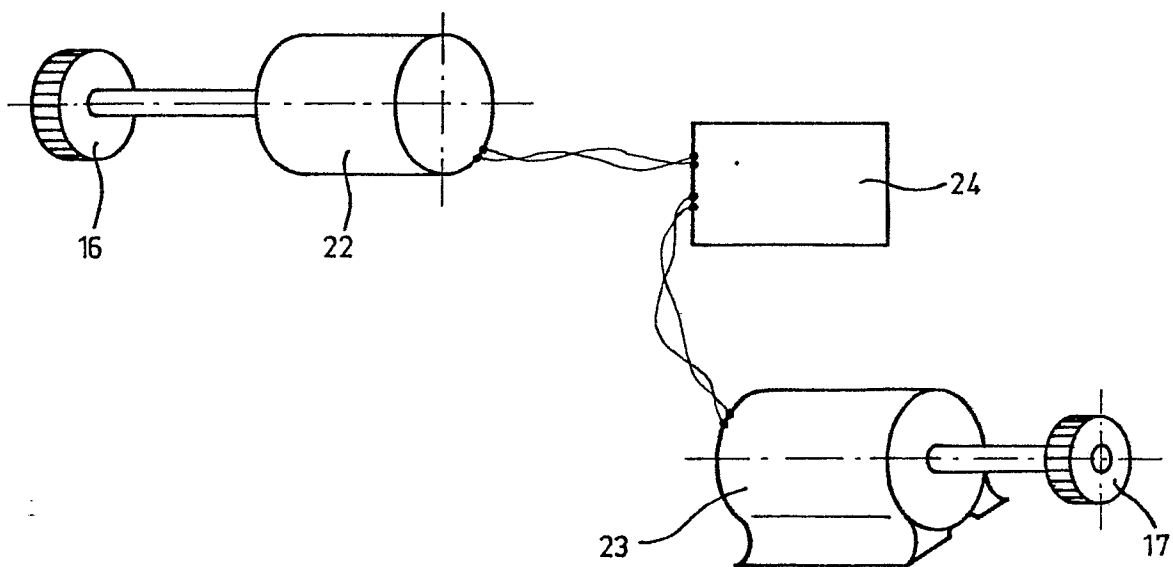


FIG. 5





Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

0075506

Numéro de la demande

EP 82 40 1648

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int. Cl. ³)
X	--- GB-A-1 058 898 (SOCIETE HISPANO-SUIZA) *Page 1, lignes 80-86; page 2, lignes 9-14,19-27,32-43; figures 1,2,3*	1,2,3	F 04 D 29/46
A	--- US-A-2 350 839 (SZYDLOWSKI) *Page 2, colonne de droite, lignes 31-42; figures 2a,7*	4	
A	--- US-A-3 639 075 (ERWIN) *Figure 1*	7,8	
A	--- US-A-3 992 128 (LUNSFORD)		
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl. ³)
			F 04 D
Le présent rapport de recherche a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 07-12-1982	Examineur WOOD R.S.
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES			
X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	