

A1

**DEMANDE
DE BREVET D'INVENTION**

(21)

N° 82 03130

(54)

Dispositif de modulation d'air.

(51)

Classification internationale (Int. Cl. ³). F 02 C 7/12 // F 01 P 1/00.

(22)

Date de dépôt..... 25 février 1982.

(33) (32) (31)

Priorité revendiquée : *EUA, 25 février 1981, n° 238 257.*

(41)

Date de la mise à la disposition du
public de la demande..... B.O.P.I. — « Listes » n° 34 du 27-8-1982.

(71)

Déposant : GENERAL ELECTRIC COMPANY, résidant aux EUA.

(72)

Invention de : Dean Thomas Lenahan, Robert James Corsmeier, Albert Philip Sterman et
Florence G. Sterman.

(73)

Titulaire : *Idem* (71)

(74)

Mandataire : Alain Catherine, GETSCO,
42, av. Montaigne, 75008 Paris.

La présente invention concerne le refroidissement des turbines à gaz et, plus particulièrement, un nouveau dispositif perfectionné de modulation d'air qui permet de faire varier la quantité d'air servant au refroidissement des moteurs
5 de façon à en augmenter le rendement.

La présente invention concerne un dispositif de modulation d'air destiné à être utilisé dans des turbo-moteurs comportant un circuit d'air de refroidissement et une conduite généralement annulaire à l'intérieur du circuit. Le dispositif
10 de modulation d'air comprend des vannes et un moyen d'actionnement. Les vannes, lorsqu'elles se trouvent dans la position fermée, recouvrent une partie de la conduite ; elles réduisent par conséquent la quantité d'air de refroidissement sortant de la conduite et en augmentent la vitesse. Le moyen d'action-
15 nement permet l'ouverture et la fermeture de la vanne.

Dans un mode de réalisation recommandé de la présente invention, les vannes comprennent des portes situées à une certaine distance les unes des autres autour de la conduite et le moyen d'actionnement comporte des bras d'actionnement
20 qui sont fixés aux portes. Le moyen d'actionnement peut également comporter un moyen de commande pour l'ouverture et la fermeture des portes de vanne en réponse à des conditions de fonctionnement pré-établies du moteur.

La suite de la description se réfère aux figures annexées
25 qui représentent respectivement :

- figure 1, une vue en coupe de la moitié supérieure d'un turbo-moteur selon la présente invention,
- figure 2, une vue en coupe du dispositif de modulation d'air, la porte de vanne étant dans la position ouverte,
- 30 - figure 3, une vue en coupe du dispositif de modulation d'air prise le long de la ligne 3-3 de la figure 2,
- figure 4, une vue en coupe du dispositif de modulation d'air, la porte de vanne étant dans la position fermée,
- figure 5, une vue en coupe du dispositif de modulation
35 d'air prise le long de la ligne 5-5 de la figure 4,
- figure 6, une vue en coupe de la porte de vanne à

l'endroit où elle est reliée à l'axe de pivotement, prise le long de la ligne 6-6 de la figure 5, et

. figure 7, une vue en coupe du bras d'actionnement prise le long de la ligne 7-7 de la figure 3.

5 Dans les dessins et plus particulièrement dans la figure 1, on a représenté la moitié supérieure d'une portion d'un turbo-moteur à gaz. La portion représentée comprend la partie en aval d'un compresseur 10, une chambre de combustion 12, et la partie en amont d'une turbine 14. Des arbres intérieur et exté-
10 rieur 16 et 17, respectivement, sont solidaires l'un de l'autre et relient la turbine 14 au compresseur 10 de sorte que la rotation de la turbine provoque celle du compresseur. Pendant le fonctionnement du moteur, le compresseur 10 a pour effet d'augmenter la pression de l'air le traversant. Alors qu'il sort
15 du compresseur 10, l'air à haute pression circule dans un diffuseur 18 où sa vitesse diminue et sa pression augmente encore. Une partie de l'air sortant du diffuseur 18 entre dans la chambre de combustion 12 où elle est mélangée au combustible et brûlée. Les gaz produits quittent la chambre de combustion 12
20 et traversent les aubes (20) de la turbine 14 pour en provoquer la rotation. Naturellement, la chambre de combustion annulaire double 12 et le diffuseur en plusieurs pièces 18, ne sont représentés en figure 1 qu'à titre d'exemple, et de nombreux autres types de construction de chambres de combustion et de
25 diffuseurs peuvent être utilisés avec le dispositif de la présente invention.

Cependant, une partie de l'air sortant du diffuseur 18 doit procéder au refroidissement des composants du moteur. Par exemple, la turbine 14, qui est exposée aux gaz chauds quittant
30 la chambre de combustion 12 et qui tourne à une vitesse élevée, doit être refroidie avec cet air. Mais le volume d'air nécessaire au refroidissement de la turbine 14 est directement fonction de la puissance développée par le moteur. Plus cette puissance est élevée, plus les gaz de sortie de la chambre de combustion sont
35 chauds et plus la vitesse de rotation de la turbine est grande. Par conséquent, la quantité d'air nécessaire au refroidissement est alors plus importante. Aux faibles puissances, le volume

d'air de refroidissement est plus petit. Selon la présente invention, un dispositif de modulation d'air efficace permet de faire varier la quantité d'air qui est dirigée vers les composants du moteur, tels que les aubes 20 du rotor de la turbine 14.

Comme on peut le voir dans les figures 1 et 2, une partie de l'air à haute pression sortant du compresseur 10 et du diffuseur 18 circule dans un circuit d'air de refroidissement, représenté dans ses grandes lignes en 22. Le circuit 22 peut être défini de n'importe quelle manière appropriée à l'intérieur du moteur. Par exemple, dans l'agencement représenté dans les figures 1 et 2, la partie en aval du circuit d'air de refroidissement 22 est définie par des entretoises creuses 24, qui supportent le diffuseur 18, et des orifices d'entrée et de sortie 26 et 28, respectivement, pratiqués dans ces entretoises qui permettent à l'air de refroidissement à haute pression d'entrer dans ces entretoises 24 et d'en sortir. Le circuit est en outre défini par une cavité d'alimentation 30 qui dirige l'air de refroidissement vers une conduite 31 de forme généralement annulaire. La conduite 31 peut être, par exemple, une buse annulaire 32 qui provoque l'accélération de l'air de refroidissement provenant du circuit 22. Comme on le décrit ultérieurement, c'est cette conduite qui peut être recouverte partiellement de façon à moduler le courant d'air la traversant. De préférence, l'air pénètre dans la conduite 31 en passant dans des ouvertures pratiquées dans une partie extérieure généralement radiale de cette conduite.

D'après la figure 1, après sa sortie de la conduite 31, de la buse 32 par exemple, l'air de refroidissement continue à circuler dans le circuit 22 qui se termine en un emplacement contigu à un composant du moteur, tel que la turbine 14, vers lequel il est dirigé. Un canal 34 qui est défini entre les arbres intérieur et extérieur 16 et 17 peut constituer la partie en aval du circuit 22. Comme les arbres 16 et 17 tournent pendant le fonctionnement du moteur, la conduite 31 est construite de façon non seulement à réduire l'interaction entre le courant d'air et la rotation des arbres,

mais encore à transformer en travail une partie de l'énergie de l'air de manière à aider à la rotation des arbres. Par exemple, et comme on le voit en figure 3, dans le cas où la conduite 31 comporte une buse 32, elle peut comprendre un certain nombre d'ailettes 36 qui ont une forme et une disposition telles qu'elles définissent des ouvertures dans la partie radialement extérieure de la buse destinées à recevoir l'air de refroidissement, à l'accélérer ensuite, puis à l'évacuer dans une direction généralement tangentielle au sens de rotation des arbres. Comme on peut le voir en figure 1, l'arbre extérieur 17 est traversé par plusieurs trous 38, dont les côtés sont frappés par l'air de refroidissement lors de son entrée dans le canal 34, ce qui a pour effet d'aider à la rotation des arbres 16 et 17. On notera que le circuit 22 d'air de refroidissement décrit ci-dessus n'est donné qu'à titre d'exemple et que beaucoup d'autres agencements peuvent être utilisés dans la présente invention.

D'après les figures 2 et 3, le dispositif de modulation d'air selon la présente invention comprend une vanne, représentée dans ses grandes lignes en 40, et un moyen d'actionnement, représenté dans ses grandes lignes en 42. La vanne 40, lorsqu'elle se trouve dans la position fermée, recouvre une partie de la conduite 31 et a, par conséquent, pour effet de diminuer la quantité d'air de refroidissement s'écoulant dans la conduite, donc dans le circuit 22. De plus, étant donné que la pression de l'air de refroidissement circulant dans la cavité 30 d'alimentation de la conduite 31 reste la même, que la vanne 40 soit ouverte ou fermée, dans le cas où cette vanne est fermée, la vitesse de l'air de refroidissement se déplaçant dans la conduite 31 pour en sortir ensuite a une valeur supérieure à celle qu'elle possédait lorsque la vanne était ouverte. Le moyen d'actionnement 42 procède à l'ouverture et à la fermeture de la vanne 40.

La vanne 40 comprend de préférence plusieurs portes 44 disposées à une certaine distance les unes des autres autour de la conduite 31. Chaque porte 44 comporte une surface d'étanchéité 46 en forme d'arc qui s'appuie contre une partie de

la conduite annulaire 31 de façon à recouvrir certaines de ses ouvertures. Lorsque les ouvertures sont situées dans la partie radialement extérieure de la conduite 31, les portes de vanne se trouvent distantes les unes des autres sur la

5 circonférence de la conduite et, dans la position fermée, les surfaces en forme d'arc s'appuient contre la partie radialement extérieure de la conduite.

Les portes 44 de vanne sont de préférence articulées, par exemple sur des axes de pivotement 48, qui sont solidaires

10 d'un flasque 50 de la conduite 31 s'étendant généralement dans le sens radial. Cet agencement permet aux portes de s'ouvrir et de se fermer en suivant un mouvement de pivotement généralement radial. Comme on peut le voir en figure 3, le flasque 50 peut comprendre un axe de butée 52 sur lequel vient s'appuyer

15 la porte 44 lorsqu'elle se trouve dans la position ouverte et qui définit par conséquent sa limite de déplacement. L'axe de butée 52 aide aussi à l'amortissement des vibrations de la porte lorsque butée et porte sont en contact.

Comme on le verra en figure 6, un moyen supplémentaire

20 d'amortissement des vibrations de la porte 44 se présente sous la forme d'un élément élastique 54, tel qu'un ressort ou une rondelle belleville, qui est disposé autour de l'axe de pivotement 48 entre la porte 44 et l'épaule de l'axe de pivotement.

En liaison avec les figures 2 et 3, le moyen d'actionnement 42 comprend de préférence plusieurs bras d'actionnement 60 mobiles dans le sens radial, chacun de ces bras étant fixé à l'une des portes 44 pour en provoquer l'ouverture et la fermeture. Chaque bras 60 est rendu solidaire d'une porte 44

25 par un axe d'actionnement 62. L'axe 62 s'étend à partir de la porte et traverse une ouverture 64 pratiquée près de l'extré-

30 mité radialement intérieure du bras d'actionnement. L'ouverture 64 a de préférence une forme allongée et permet par conséquent le coulisement de l'axe 62 dans un mouvement de va et vient transversal pendant l'ouverture et la fermeture de la porte 44.

35 Il est nécessaire que l'ouverture 64 ait une forme allongée car le mouvement de pivotement de la porte n'est pas parallèle au déplacement radial du bras 60. Comme on le remarquera en

figure 2, un moyen d'amortissement des vibrations est constitué d'un élément élastique 66, tel qu'un ressort ou une rondelle belleville, qui est disposé autour de l'axe 62 entre la porte 44 et le bras 60.

5 Les bras d'actionnement 60 ont de préférence une forme qui permet de réduire les pertes de pression de l'écoulement d'air qu'ils traversent. Par exemple, comme on le verra en figure 7, le bras 60 peut avoir, en coupe, la forme générale d'une piste de vitesse avec des extrémités en amont et en aval
10 incurvées.

Comme on le remarquera en figure 1, des carters intérieur et extérieur 67 et 68, respectivement, à travers lesquels s'étendent les bras d'actionnement 60, peuvent comporter des bossages 69 et 70, respectivement, entourant les ouvertures
15 qui y ont été pratiquées de façon à constituer des surfaces d'étanchéité, de support et d'appui pour les bras.

Le moyen d'actionnement 42 peut comprendre un moyen de commande, désigné de manière générale par le numéro 72. L'extrémité extérieure dans le sens radial de chaque bras 60 est
20 liée au moyen de commande 72 ; celui-ci provoque un déplacement radial de chaque bras qui se traduit par l'ouverture et la fermeture des portes 44. Un exemple de moyen de commande 72 est représenté en figure 1. Un dispositif de commande 74 reçoit une donnée d'entrée. Cette donnée peut être, par exemple, des
25 conditions de fonctionnement du moteur, telles que la température à l'admission de la turbine et le débit de combustible. Sur la base de cette entrée, le dispositif de commande 74 envoie un signal à une ou plusieurs pompes hydrauliques 76 qui transmette(nt) le fluide hydraulique à un vérin hydraulique
30 78, un vérin étant associé à chaque bras 60. Le vérin 78 est relié au bras 60 par une tige 80 de sorte que, lorsqu'il déplace la tige 80, le bras 60 se trouve lui-même entraîné. Naturellement, il est possible d'utiliser beaucoup d'autres sortes d'agencements pour provoquer le mouvement du bras 60
35 et l'agencement décrit précédemment n'est donné qu'à titre d'exemple. En outre, pour des raisons qui seront décrites ultérieurement, les portes 44 de vanne et leurs bras d'actionnement 60 correspondants sont disposés de façon que chaque porte puisse être ouverte et fermée indépendamment des autres.

Le dispositif de modulation d'air comprend aussi de préférence un moyen assurant une sécurité positive pour l'ouverture des portes 44 au cas où se produiraient des conditions prédéterminées. Comme représenté en figure 1, le moyen assurant une sécurité positive peut comprendre un élément élastique 82, par exemple un ressort, qui est placé autour de l'extrémité radialement extérieure du bras d'actionnement 60. Lorsque la porte 44 est fermée, l'élément 82 est comprimé, comme on le remarquera en figure 4. En cas d'apparition d'une situation prédéterminée, telle qu'une panne du moyen de commande 72 provoquée, par exemple, par une perte de fluide hydraulique dans le vérin 78, l'élément 82 revient à l'état non comprimé, ce qui provoque un déplacement du bras 60 dirigé radialement vers l'extérieur, entraînant l'ouverture de la porte 44 jusqu'à la position représentée en figure 2.

Le dispositif de modulation d'air fonctionne de la manière suivante. Les figures 2 et 3 représentent la porte 44 dans la position ouverte. Le dispositif comporte de préférence plusieurs portes 44 qui sont disposées autour de la buse annulaire 32 à une certaine distance les unes des autres. Lorsque toutes les portes sont dans la position ouverte, la quantité maximum d'air de refroidissement est acheminée par la buse 32 jusqu'au composant concerné, par exemple la turbine 14, qui reçoit donc cet air. Le dispositif de commande 74, représenté en figure 1, qui reçoit les conditions de fonctionnement du moteur comme données d'entrée, maintient toutes les portes dans la position d'ouverture pendant les périodes de fonctionnement à puissance élevée où les températures sont les plus hautes et la demande en air de refroidissement la plus importante.

Lorsque la puissance du moteur tombe à des valeurs intermédiaires, le refroidissement de la turbine 14 nécessite un volume d'air moins grand. Le dispositif de commande 74 reçoit, comme données d'entrée, les nouvelles conditions de fonctionnement du moteur, par exemple la température plus basse à l'admission de la turbine et le débit moins élevé de combustible. Le dispositif de commande 74 envoie un signal à une ou plusieurs pompes hydrauliques 76 pour que les portes 44 se ferment et recouvrent par conséquent

une partie de la buse annulaire 32, dans le but de réduire le débit d'air de refroidissement et d'augmenter la vitesse tangentielle de l'air restant. Les figures 4 et 5 représentent les portes 44 dans la position de fermeture. Avec la diminution de la
5 quantité d'air à haute pression servant au refroidissement, un volume plus important peut être introduit dans la chambre 12 pour la combustion et le travail de la turbine. Ainsi, le rapport entre le débit d'air de refroidissement et le débit à la sortie de la chambre de combustion diminue et le rende-
10 ment du moteur augmente. Dans les gammes intermédiaires de puissance, une partie des portes 44 est ouverte et une partie fermée.

Enfin, aux faibles puissances, le refroidissement de la turbine 14 nécessite la quantité d'air la plus petite. Le dispositif
15 de commande 74 reçoit l'information sur les conditions de fonctionnement à bas régime du moteur et envoie un signal à la pompe hydraulique 76 pour qu'elle ferme les portes 44 restées ouvertes. C'est ainsi qu'aux faibles puissances toutes les portes 44 de vanne sont fermées. L'air de refroidissement ne circule
20 que dans les parties de la buse annulaire 32 qui ne sont pas recouvertes par les portes.

La puissance du moteur augmentant, le dispositif de commande 74 envoie des signaux correspondants aux pompes hydrauliques pour qu'elles
procèdent à l'ouverture des portes 44 et que la quantité d'air
25 de refroidissement dirigée vers la turbine augmente.

Le rendement du moteur se trouve aussi augmenté grâce au dispositif de modulation d'air disposé en un endroit contigu à la buse annulaire 32. Comme on l'a mentionné précédemment, un certain travail est dû à l'air de refroidissement au moment
30 où il sort de la buse 32 et vient frapper les côtés des trous 38 de l'arbre extérieur 17, facilitant ainsi la rotation des arbres 16 et 17. On se reportera maintenant aux figures 4 et 5 qui représentent les portes 44 dans leur position de fermeture. Le volume et la pression de l'air à haute pression enfermé dans
35 la cavité d'alimentation 30 jusqu'à la buse 32 restent les mêmes, que les portes 44 soient ouvertes ou fermées. Par conséquent, lorsque les portes sont fermées, la vitesse de l'air de refroidissement

traversant la buse 32 est supérieure à ce qu'elle était lorsque les portes étaient ouvertes. Plus la vitesse de l'air est grande, plus le travail produit par l'air pour faciliter la rotation des arbres 16 et 17 est important. Ainsi, même si un volume
5 moins grand d'air traverse la buse 32, sa vitesse plus élevée permet de développer un travail plus important.

Dans les dispositifs de modulation d'air de l'art antérieur où la modulation de l'air de refroidissement est effectuée par des vannes situées en des endroits plus en amont de la buse
10 annulaire 32, le volume et la pression de l'air à haute pression se trouvant dans la cavité d'alimentation 30 jusqu'à la buse 32 ont des valeurs plus petites pendant les périodes où le débit est réduit. Ainsi, non seulement le volume de l'air de refroidissement, mais encore la vitesse de l'air traversant la buse
15 32 sont inférieurs aux valeurs atteintes lorsque les vannes de modulation sont ouvertes.

Par conséquent, le dispositif de modulation d'air de la présente invention, lorsqu'on le compare aux dispositifs de l'art antérieur, permet le passage du même volume d'air dans
20 la buse annulaire 32, mais à une vitesse plus élevée. Le travail plus grand développé grâce à cette augmentation de la vitesse de l'air aide à la rotation de l'arbre 16 et améliore le rendement du moteur.

En cas d'avarie du moyen de commande, par exemple en cas
25 de panne hydraulique, l'élément élastique 82 situé à l'extrémité radialement extérieure du bras d'actionnement 60 agit en moyen assurant une sécurité positive et provoque le déplacement du bras 60 pour que la porte 44 de vanne s'ouvre, évitant ainsi une surchauffe éventuelle.

REVENDICATIONS

1. Dispositif de modulation d'air pour turbo-
moteur comportant un circuit d'air de refroidissement (22)
qui dirige l'air de refroidissement vers les composants du
5 moteur, ce circuit incorporant une conduite de forme générale-
ment annulaire (31), caractérisé en ce qu'il comprend:
a) une vanne (40) pour, lorsqu'elle se
trouve dans la position fermée, recouvrir une partie de la
conduite (31) et par conséquent réduire la quantité d'air
10 de refroidissement sortant de la conduite et en augmenter
la vitesse; et
b) un moyen d'actionnement (42) pour ouvrir et
fermer la vanne.
2. Dispositif selon la revendication 1, caracté-
15 risé en ce que la vanne (40) comprend une surface
d'étanchéité (46) en forme d'arc destinée à venir s'appuyer
contre une partie de la conduite.
3. Dispositif selon la revendication 2, caracté-
risé en ce que la vanne comprend plusieurs portes
20 (44) distantes les unes des autres autour de la conduite.
4. Dispositif selon la revendication 3, caracté-
térisé en ce que la conduite comporte une buse annulaire
(32) disposée de façon à recevoir l'air de refroidissement
par des ouvertures pratiquées dans sa partie radialement
25 extérieure, et la surface d'étanchéité en forme d'arc (46)
s'appuie contre la partie radialement extérieure de la buse
lorsqu'elle est dans la position fermée.
5. Dispositif selon la revendication 4, caracté-
risé en ce que les portes de vanne (44) sont disposées de
30 façon à s'ouvrir et à se fermer indépendamment les unes
des autres.
6. Dispositif selon la revendication 5, caracté-
risé en ce que le moyen d'actionnement (42) comprend un
moyen assurant une sécurité positive (82) qui provoque
35 l'ouverture des portes de vanne en cas de conditions pré-
déterminées.

7. Dispositif selon la revendication 6, caractérisé en ce que les portes de vanne (44) sont articulées de façon à s'ouvrir et à se fermer suivant un mouvement de pivotement dans le sens radial.

5 8. Dispositif selon la revendication 7, caractérisé en ce que le moyen d'actionnement comprend des bras d'actionnement mobiles (60) dans le sens radial qui sont fixés aux portes de vanne.

10 9. Dispositif selon la revendication 8, caractérisé en ce que le moyen assurant une sécurité positive (82) comprend des éléments élastiques disposés autour de chaque bras d'actionnement (60) de façon à provoquer un mouvement radial du bras et l'ouverture des portes de vanne dans le cas où se produisent les conditions prédéterminées.

15 10. Dispositif selon la revendication 9, caractérisé en ce que les bras d'actionnement (60) ont une forme permettant de réduire les pertes de pression de l'air les traversant.

20 11. Dispositif selon la revendication 8, caractérisé en ce que la buse comprend un flasque (50) s'étendant généralement dans le sens radial, et les portes pivotent sur ce flasque.

25 12. Dispositif selon la revendication 11, caractérisé en ce que les portes de vanne et les bras d'actionnement comportent des moyens d'amortissement des vibrations (54,66).

30 13. Dispositif selon la revendications 12, caractérisé en ce que les moyens d'amortissement des vibrations sont constitués d'un élément élastique (66) disposé entre le bras d'actionnement et la porte de vanne à laquelle le bras est relié.

35 14. Dispositif selon la revendication 9, caractérisé en ce que le moyen d'actionnement comprend un moyen de commande (72) permettant de conférer un mouvement radial à chaque bras d'actionnement en réponse à des conditions de fonctionnement pré-établies du moteur.

15. Dispositif selon la revendication 14, caractérisé en ce que les conditions de fonctionnement pré-établies du moteur comprennent la température d'entrée à la turbine et le débit de combustible.

5 16. Dispositif de modulation d'air pour turbomoteur comportant un circuit d'air de refroidissement (22) qui dirige l'air entre un compresseur (10) et une turbine (14) à l'intérieur du moteur, ce circuit incorporant une buse annulaire (32) disposée de façon à recevoir l'air de
10 refroidissement par des ouvertures pratiquées dans une partie radialement extérieure et à accélérer cet air dans le circuit d'air de refroidissement (22), caractérisé en ce qu'il comprend:

15 a) plusieurs portes de vanne (44) situées à une certaine distance les unes des autres sur le circonférence de la buse, chaque porte (44) comportant une surface d'étanchéité en forme d'arc (46) qui, lorsque la porte est dans la position fermée, vient en butée contre une partie radialement extérieure de la buse (32), d'où il résulte une dimi-
20 nution de la quantité d'air de refroidissement quittant la buse (32) et une augmentation de sa vitesse, les portes de vanne (44) étant articulées de façon à s'ouvrir et à se fermer suivant un mouvement de pivotement dans le sens radial;

25 b) plusieurs bras d'actionnement mobiles (60) dans le sens radial, chaque bras étant solidaire d'une porte (44) pour en provoquer l'ouverture et la fermeture;

30 c) un moyen de commande (72) permettant de provoquer un mouvement radial de chacun des bras d'actionnement en réponse à des conditions de fonctionnement pré-établies du moteur; et

d) plusieurs éléments élastiques (82) disposés autour des bras d'actionnement pour en provoquer un mouvement radial et entraîner l'ouverture des portes de vanne
35 dans le cas où des conditions pré-établies se produiraient.

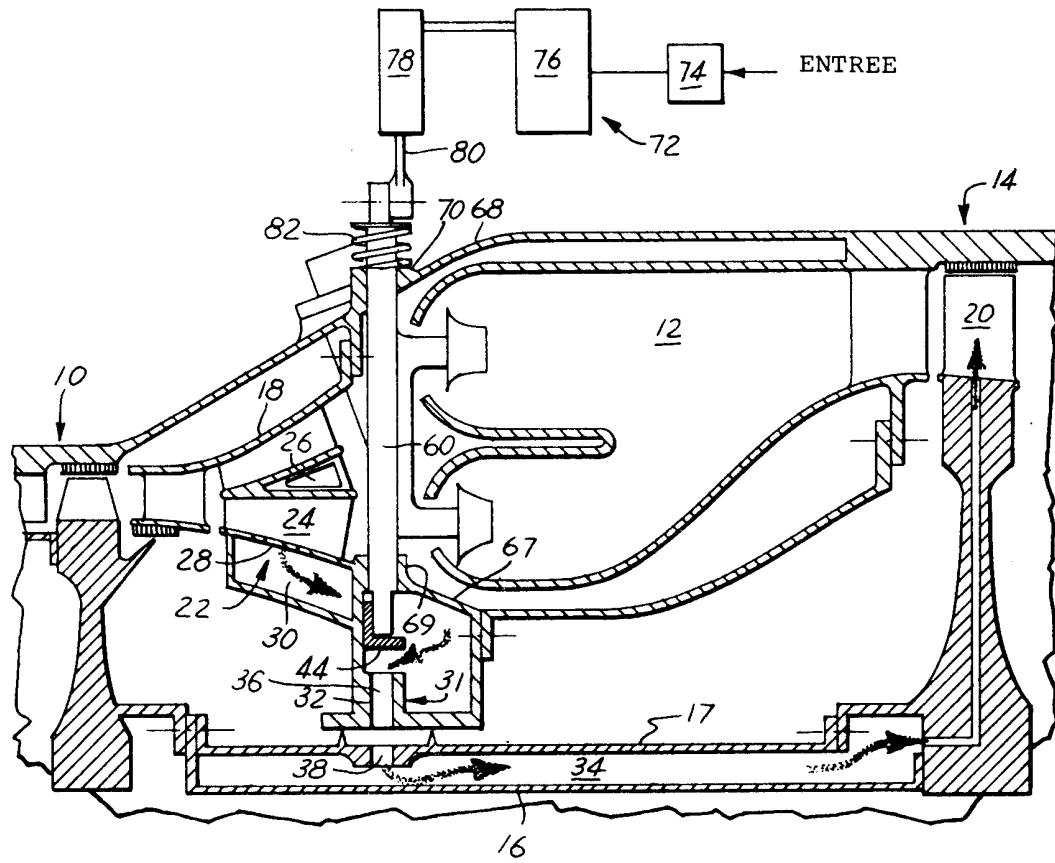


Fig 1

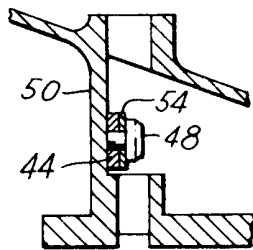


Fig 6

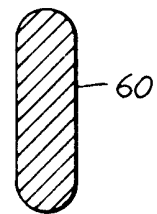


Fig 7

