

①⑨



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

①① Numéro de publication:

0 004 482
B1

①②

FASCICULE DE BREVET EUROPEEN

④⑤ Date de publication du fascicule de brevet:
03.06.81

⑤① Int. Cl.³: **F 01 D 17/08, F 01 D 21/14,**
G 08 B 21/00

②① Numéro de dépôt: **79400033.1**

②② Date de dépôt: **16.01.79**

⑤④ **Dispositif de protection des aubages d'une turbine à vapeur.**

③① Priorité: **17.03.78 FR 7807732**

⑦③ Titulaire: **CREUSOT-LOIRE, 42 rue d'Anjou, F-75008 Paris (FR)**

④③ Date de publication de la demande:
03.10.79 Bulletin 79/20

⑦② Inventeur: **Pugnet, Jean-Marc, 12 avenue Charles de Gaulle, F-71200 Le Creusot (FR)**

④⑤ Mention de la délivrance du brevet:
03.06.81 Bulletin 81/22

⑦④ Mandataire: **Dupuy, Louis et al, CREUSOT-LOIRE 15 rue Pasquier, F-75383 Paris Cedex 8 (FR)**

⑧④ Etats contractants désignés:
CH DE GB IT

⑤⑥ Documents cités:
DD-A-97 919
DE-C-726 472
DE-C-938 425

EP 0 004 482 B1

Il est rappelé que: Dans un délai de neuf mois à compter de la date de publication de la mention de la délivrance du brevet européen toute personne peut faire opposition au brevet européen délivré, auprès de l'Office européen des brevets. L'opposition doit être formée par écrit et motivée. Elle n'est réputée formée qu'après paiement de la taxe d'opposition (Art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

Dispositif de protection des aubages d'une turbine à vapeur

La présente invention concerne un dispositif de protection des aubages mobiles des turbines à vapeur.

Les aubes mobiles des turbines à vapeur sont soumises à diverses sollicitations provenant de la force centrifuge due à la rotation du rotor, de l'effort moteur de la vapeur déviée par les aubages, et des variations de la poussée de la vapeur sur ces aubages. Ces sollicitations créent un état de contrainte dans le matériau constitutif des ailettes qui doit être limité compte tenu des caractéristiques mécaniques de ce matériau dans ses conditions d'utilisation.

Par ailleurs, les performances maximales d'un aube sont fonction du débit de vapeur passant dans l'étage correspondant et de la chute enthalpique dans cet étage, c'est-à-dire de l'énergie récupérable dans celui-ci.

Des limites d'utilisation du matériau constitutif des ailettes, dans leurs conditions de sollicitation, on déduit des plages limites de fonctionnement de l'ensemble de la turbine.

De manière connue en soi, on trouve que la plage d'utilisation d'une turbine s'arrête:

- soit à la limite d'utilisation des aubages du premier étage de la turbine pour les marches à faible puissance de la machine,
- soit à la limite d'utilisation des aubages du dernier étage de la turbine pour les marches à puissance importante de celle-ci.
- Soit à une combinaison de ces deux limites dans le cas où la machine est amenée à fonctionner aussi bien à des puissances faibles qu'à des puissances élevées.

Par ailleurs, il peut s'avérer indispensable de protéger la machine dans tous les cas où les conditions de pression (ou de vide) à l'échappement risquent de s'éloigner des conditions normales de fonctionnement dans le sens de la baisse.

Le dispositif de protection le plus simple utilisé habituellement comporte un contacteur de pression (ou de vide) installé à l'échappement, à un ou plusieurs seuils bas, qui avertit alors les opérateurs, en cas de baisse prohibitive de pression ou de vide à l'échappement, par le déclenchement d'alarmes et éventuellement de sécurités. Un tel dispositif ne permet toutefois pas d'utiliser la turbine dans toutes ses possibilités, du fait que le seuil bas ci-dessus défini est fixe quel que soit le débit de vapeur, et n'est donc pas adapté à la marche de la machine.

On connaît par ailleurs des dispositifs de protection un peu plus perfectionnés, tels que par exemple celui décrit dans la publication DD-A-97919, réalisés à l'aide d'un comparateur différentiel de pressions placé entre l'échappement et un des étages intermédiaires de la turbine. De tels dispositifs réalisent une protection définie nécessairement par une droite de pente égale à 1, ce qui ne correspond là encore nullement à la marche réelle de la machine.

En ce qui concerne sur un plan plus général la technique de protection des turbines à vapeur, on connaît des dispositifs utilisant dans ce but des balances à équilibre de couples. La publication DE-C-938 425 par exemple décrit un dispositif permettant de fournir une indication relative à l'encrassement d'une turbine à vapeur, et susceptible d'agir sur la régulation de la machine en limitant le débit de vapeur en cas d'encrassement. Un tel dispositif fonctionne à l'aide de prises de pression effectuées sur divers étages de la machine et dirigées, par l'intermédiaire de dispositifs à soufflets transformant chaque pression en une force, sur des balances à équilibre de couples.

L'application éventuelle de ce dispositif connu au problème concerné plus spécialement par l'invention conduirait encore à une protection définie par une droite de pente égale à 1.

L'invention se rapporte à un dispositif de protection qui permet d'adapter le seuil d'intervention à la marche de la machine, créant ainsi une souplesse d'exploitation beaucoup plus grande.

Le dispositif de protection de l'invention est du type comportant:

- au moins une prise de pression (P_E) effectuée à l'échappement de la turbine,
- au moins une prise de mesure de débit effectuée dans un étage qui n'est pas le dernier et qui passe le débit traversant les aubages à protéger,
- au moins un premier dispositif relié à la prise de pression d'échappement (P_E), et permettant de transformer, avec un coefficient de transfert (S_1), ladite pression d'échappement en une force ($P_E.S_1$),
- au moins un second dispositif relié à la prise de mesure de débit (D), et permettant de transformer, avec un coefficient de transfert (S_2), ladite mesure de débit en une force ($D.S_2$),
- au moins une balance à équilibre de couples sur laquelle viennent agir lesdites forces, et il est caractérisé en ce que lesdits premier et second dispositifs ont des coefficients de transfert (respectivement S_1 et S_2) tels, et en ce que lesdites forces sont appliquées sur ladite balance respectivement en des points définissant des bras de leviers respectifs (A_1) et (A_2) et suivant des directions tels, que la pente

$$\frac{(S_2.A_2)}{S_1.A_1}$$

de la droite obtenue en écrivant l'équation d'équilibre de ladite balance, corresponde à celle de la droite constituant l'approximation de la courbe donnant la limite d'utilisation de la turbine en fonction du débit de vapeur qui la traverse et de la pression à l'échappement, ladite balance comportant en outre:

- soit un dispositif de transmission analogique, relié à un ou plusieurs systèmes d'asservissement, d'alarme ou de sécurité,

- soit une consigne correspondant à l'ordonnée à l'origine de ladite droite, ainsi qu'une butée et un ou plusieurs contacteurs tout-ou-rien reliés chacun à au moins un dispositif d'alarme ou de sécurité.

L'invention sera mieux comprise à l'aide de la description suivante de quelques exemples de réalisation, en référence aux dessins annexés dans lesquels:

- la fig. 1 représente la courbe donnant la limite d'utilisation de la turbine, pour les marches à faible puissance de celle-ci, en fonction du débit de vapeur qui la traverse et de la pression à l'échappement,

- la fig. 2 est de même la courbe donnant la limite d'utilisation de la turbine, pour les marches à forte puissance de celle-ci, en fonction du débit de vapeur qui la traverse et de la pression à l'échappement,

- la fig. 3, qui est une combinaison des deux figures précédentes, représente la courbe donnant la limite d'utilisation de la turbine, pour les marches à faible et forte puissances de celle-ci, en fonction du débit de vapeur qui la traverse et de la pression à l'échappement,

- la fig. 4 représente, dans le cas d'une turbine fonctionnant à forte puissance, la courbe limite de sécurité de la fig. 2, sur laquelle on a également représenté le niveau de protection simple réalisé à l'aide des dispositifs à seuil simple connus actuellement, et le niveau de protection réalisé par l'invention,

- la fig. 5 représente schématiquement, à titre d'exemple, une turbine à contre-pression équipée de prises de pression à l'échappement et au premier étage conformément à l'invention,

- la fig. 6 montre une réalisation de la protection selon l'invention à l'aide d'un dispositif par tout-ou-rien et à l'aide d'un dispositif de la fig. 6,

- la fig. 8 représente schématiquement une protection combinée selon l'invention permettant de réaliser, sur une turbine à contre-pression, la protection du dernier et premier étage, conformément à la courbe de la fig. 3.

Sur la fig. 1, on a porté en abscisses le débit de vapeur passant dans une turbine fonctionnant à faible puissance, et en ordonnées la pression à l'échappement (ou pression résiduelle dans le cas d'une turbine à contre-pression). La courbe représentée est la courbe qui donne la limite inférieure admissible sans risque pour les aubages de pression d'échappement ou de pression résiduelle pour les différents débits de vapeur susceptibles de traverser la turbine. Cette courbe est tracée point par point, en procédant de la façon suivante:

- en admettant un certain niveau de contrainte dans les aubages, on calcule, à partir de celui-ci, la pression limite à l'échappement en fonction des différents débits qui peuvent passer dans la machine et en reliant les différents points, on obtient la courbe représentée qui délimite, en dessous d'elle, une zone de fonctionnement interdit, hachurée sur la figure.

De même la fig. 2 représente un diagramme

identique, mais relatif aux marches à forte puissance de la machine, le trait vertical à droite de la courbe correspondant au débit de vapeur maximal qui peut passer dans la turbine.

La fig. 3 enfin est un autre diagramme de même type, mais relatif à une turbine pouvant fonctionner aussi bien pour des débits faibles que pour des débits élevés. Dans ce cas, on remarquera que la portion située à gauche correspond à la protection des premiers aubages, et la portion située à droite à la protection des derniers aubages de la turbine.

Sur la fig. 4, représentant également un réseau de courbes ayant en abscisses le débit et en ordonnées la pression d'échappement, la droite verticale 1 représente à nouveau le débit maximal admissible dans la turbine, la courbe 2 la limite de protection des aubages, très proche d'une droite en réalité, délimitant avec la droite 1 une zone 3 de fonctionnement interdit. A titre indicatif, on a en outre tracé la caractéristique 4 de marche normale de la machine qui serait dans ce cas à condensation et à débit constant d'eau de refroidissement.

La courbe 5 représente la protection simple réalisée par les dispositifs à seuil fixe de l'art antérieur, et la courbe 6 le niveau de protection réalisé par la présente invention: la zone 7 délimitée par les droites 5 et 6 correspond par suite au gain de possibilité de fonctionnement sans danger obtenu grâce à l'invention.

Sur la fig. 5, on reconnaît une turbine à contre-pression classique, munie, entre autres, d'une admission de vapeur 8, d'une soupape de réglage 9, de secteurs d'injection 10, de distributeurs 11, d'un rotor 12 garnis de roues 13 munies d'aubages 14.

Les références 15 et 16 désignent respectivement les paliers arrière et avant, munis de leurs coussinets 17 et 18. On distingue par ailleurs la butée 19 et la bride d'échappement 20. La référence 21 désigne en outre les organes d'instrumentation utilisés pour la régulation de vitesse de la machine, la référence 22 un organe de sécurité, et la référence 33 l'accouplement à la machine entraînée, tel qu'un alternateur par exemple.

Conformément à l'invention, la turbine est en outre munie d'une prise de pression à l'échappement 23 et d'une prise de pression sur le premier étage 24. L'invention se base en effet sur le fait que la pression à l'étage est sensiblement proportionnelle au débit de vapeur qui traverse cet étage. De la prise 23, on obtient donc la pression à l'échappement P_E et de la prise 24 on obtient une pression pratiquement proportionnelle au débit, que l'on désignera par D.

En se reportant maintenant à la fig. 6, on voit que les sorties de pression P_E et D de la fig. 5 sont envoyées, par l'intermédiaire de soufflets 25 et 26 de sections efficaces S_1 et S_2 , ou par tout autre dispositif permettant de transformer lesdites pressions en forces, tels que diaphragmes, pistons, tubes de Bourdon, spirales, etc. ..., sur le levier 27 d'une balance à équilibre de couples 28, articulée autour d'un axe 34, en des points dis-

tants de cet axe de quantités A_1 et A_2 . Sur la fig. 7, on a figuré à nouveau, dans le système de coordonnées (P_E ; D), la droite 6 représentant la protection à réaliser. Le couple transmis au levier 27 par les pressions P_E et D est égal à:

$$P_E \cdot S_1 \cdot A_1 - D \cdot S_2 \cdot A_2$$

Sur la partie supérieur droite de la fig. 6, qui représente le cas de la détection par tout-ou-rien, un ressort de consigne 29 permet d'exercer sur le levier 27 un couple supplémentaire.

Conformément à l'invention, les sections efficaces S_1 et S_2 des soufflets 25 et 26, et les bras de levier A_1 et A_2 sont choisis de façon à ce que le rapport:

$$\frac{S_2 \cdot A_2}{S_1 \cdot A_1}$$

soit égal à la pente de la droite 6 de la fig. 7 représentant la protection pour laquelle le système est conçu, après transposition dans le système de coordonnées P_E et D avec les unités correspondantes.

Si C (fig. 7) représente la valeur arithmétique de l'ordonnée à l'origine de la droite 6, en choisissant le ressort 29 et la position de celui-ci de façon à ce qu'il transmette au levier 27 un couple égal à C, on voit que l'équation de l'équilibre de la balance 28: $P_E \cdot S_1 \cdot A_1 - D \cdot S_2 \cdot A_2 - C = 0$ correspond à l'équation de la droite 6 de la fig. 7. Par suite si, pour une certaine valeur du débit, la pression à l'échappement P_E descend au-dessous de la valeur correspondant à l'équilibre de la balance, c'est-à-dire au point correspondant de la droite 6 sur la fig. 7, le bras 27, jusqu'alors en appui sur une butée 31, bascule et vient actionner le commutateur 30 qui peut déclencher selon le cas une alarme, une pré-alarme, une sécurité, etc.

Lorsque, au contraire, on est dans la zone permise, située au-dessus de la courbe 6, le bras 27 reste en appui sur la butée 31.

De la même façon, il est possible d'effectuer une transmission analogique, tel que figuré sur la partie inférieure droite de la fig. 6, où le bras 27 est relié à un transmetteur de force 32. Un tel dispositif permet de donner en continu la position relative du point de fonctionnement par rapport à la courbe de protection. Il permet d'exercer une action automatique sur des dispositifs de sécurité ayant une action tout-ou-rien, ou régulée, sur la pression (ou vide) à l'échappement de la turbine. Dans le cas où le transmetteur de force transmet son signal à un régulateur permettant de limiter le débit de vapeur à la valeur correspondante de la courbe de protection pour les conditions de fonctionnement, le dispositif de l'invention permet d'exercer une action automatique sur la régulation de la machine, et il s'intègre alors au système général de régulation de cette dernière.

Par ailleurs, dans le cas de vides condenseurs, il est possible, tel que connu en soi dans la technique des pressostats et des transmetteurs de pression différentielle, de se rendre indépendant

des variations de pression atmosphérique en introduisant, face au soufflet 25, un autre soufflet de même efficacité dans lequel le vide absolu aura été réalisé en laboratoire. La pression P_E intervient dans ce cas par sa valeur absolue et non pas par sa différence par rapport à la pression atmosphérique.

Pour réaliser la protection combinée correspondant au cas de la fig. 3, il est nécessaire d'installer deux dispositifs, l'un pour le premier étage de la turbine, l'autre pour le dernier étage, et de faire ensuite éventuellement une combinaison logique ou analogique des signaux obtenus. La fig. 8 représente un tel élément capteur double, tel qu'installable sur la turbine à contre-pression de la fig. 5, la partie gauche de la figure réalisant la protection du dernier étage, et la partie droite de celle-ci la protection du premier étage de celle-ci.

L'invention trouve son utilisation principale dans le domaine de la production d'énergie par turbines à vapeur.

Revendications

1. Dispositif de protection des aubages mobiles d'une turbine à vapeur, en particulier d'une turbine à condensation ou à contrepression, ledit dispositif de protection comportant:

- au moins une prise (23) de pression (P_E) effectuée à l'échappement de la turbine,
- au moins une prise (24) de mesure de débit (D) effectuée dans un étage qui n'est pas le dernier et qui passe le débit traversant les aubages à protéger,
- au moins un premier dispositif (25), relié à la prise de pression d'échappement (P_E), et permettant de transformer, avec un coefficient de transfert (S_1), ladite pression d'échappement en une force ($P_E \cdot S_1$),
- au moins un second dispositif (26), relié à la prise de mesure de débit (D), et permettant de transformer, avec un coefficient de transfert (S_2), ladite mesure de débit en une force ($D \cdot S_2$),
- au moins une balance à équilibre de couples (28) sur laquelle viennent agir lesdites forces, caractérisé en ce que lesdits premier et second dispositifs (respectivement 25 et 26), ont des coefficients de transfert (respectivement S_1 et S_2) tels, et en ce que lesdites forces sont appliquées sur ladite balance respectivement en des points définissant des bras de leviers respectifs (A_1) et (A_2) et suivant des directions tels, que la pente

$$\frac{S_2 \cdot A_2}{S_1 \cdot A_1}$$

de la droite obtenue en écrivant l'équation d'équilibre de ladite balance, corresponde à celle de la droite (6) constituant l'approximation de la courbe (2) donnant la limite d'utilisation de la turbine en fonction du débit de vapeur qui la traverse et de la pression à l'échappement, ladite balance comportant en outre:

- soit un dispositif (32) de transmission analo-

gique, relié à un ou plusieurs systèmes d'asservissement, d'alarme, ou de sécurité,
 – soit une consigne (29) correspondant à l'ordonnée à l'origine (C) de ladite droite, ainsi qu'une butée (31) et un ou plusieurs contacteurs tout-ou-rien reliés chacun à au moins un dispositif d'alarme ou de sécurité (30).

2. Dispositif de protection selon la revendication 1, caractérisé en ce que la prise (24) de mesure de débit est une prise de pression.

3. Dispositif de protection selon la revendication 1 ou la revendication 2, appliqué au cas des turbines à condensation, caractérisé, en ce que ledit premier dispositif (25) permet de transformer la pression d'échappement (P_E) en une force indépendante de la pression atmosphérique.

4. Dispositif de protection selon la revendication 2 ou la revendication 3, caractérisé en ce que les dispositifs (25, 26) permettant de transformer en forces lesdites pressions sont constitués par des soufflets et en ce que, face au soufflet (25) relié à la prise d'échappement (P_E) se trouve un autre soufflet de même efficacité que celui-ci, mais dans lequel a été réalisé le vide absolu.

5. Dispositif de protection selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, du type selon lequel on désire protéger la turbine aussi bien pour les marches à faibles puissances qu'à fortes puissances de celle-ci, caractérisé en ce qu'il comporte une première balance assurant la protection du premier étage de ladite turbine, et une seconde balance assurant la protection du dernier étage de celle-ci (fig. 8).

Patentansprüche

1. Schutzvorrichtung für die Laufschaufeln einer Dampfturbine, insbesondere einer Kondensations- bzw. Gegendruckturbine, bestehend aus:

- mindestens einer Abnahme (23) des Drucks (P_E) am Turbinenaustritt
 - mindestens einer Abnahme (24) für die Durchflussmessung (D) in einer Stufe, die nicht die letzte ist und die den die zu schützenden Schaufeln durchfließenden Durchfluss durchlässt,
 - mindestens einer mit der Abdampfdruckabnahme (P_E) verbundenen ersten Vorrichtung (25), dank der der genannte Abdampfdruck mit einem Übertragungskoeffizienten (S_1) in eine Kraft ($P_E \cdot S_1$) umgeformt werden kann,
 - mindestens einer mit der Durchflussabnahme (D) verbundenen zweiten Vorrichtung (26), dank der die genannte Durchflussmessung mit einem Übertragungskoeffizienten (S_2) in eine Kraft ($D \cdot S_2$) umgeformt werden kann,
 - mindestens einer Waage für das Gleichgewicht der Momente (28), auf die die genannten Kräfte einwirken,
- dadurch gekennzeichnet, dass die genannte erste und zweite Vorrichtung (jeweils 25 und 26) solche Übertragungskoeffizienten (jeweils S_1 und S_2) aufweisen und dass die genannten Kräfte auf die genannte Waage jeweils an Stellen angewandt werden, die die jeweiligen Hebelarme (A_1)

und (A_2) bestimmen, und in solchen Richtungen, dass die Neigung

$$\frac{(S_2 \cdot A_2)}{S_1 \cdot A_1}$$

der erzielten Geraden, wenn man die Gleichgewichtsgleichung der genannten Waage aufstellt, der Neigung der Geraden (6) entspricht, die die Annäherung der Kurve (2) darstellt, die die Einsatzgrenze der Turbine in Abhängigkeit des Dampfdurchsatzes und des Abdampfdrucks angibt, wobei diese Waage ausserdem aufweist:

- entweder eine Analogübertragungsvorrichtung (32), die mit einem oder mehreren Steuerungs-, Alarm- oder Sicherheitssystemen verbunden ist,
- oder einen der Ordinate im Nullpunkt (C) der genannten Gerade entsprechenden Sollwert, sowie einen Anschlag (31) und einen oder mehrere Auf-und-Zu-Schütze, die jeweils mit mindestens einer Alarm- oder Sicherheitsvorrichtung (30) verbunden sind.

2. Schutzvorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Durchflussmessabnahme (24) eine Druckabnahme ist.

3. Schutzvorrichtung nach Anspruch 1 oder 2 bei Anwendung auf Kondensationsturbinen, dadurch gekennzeichnet, dass mit der genannten ersten Vorrichtung (25) der Abdampfdruck (P_E) in eine vom Luftdruck unabhängige Kraft umgeformt werden kann.

4. Schutzvorrichtung nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Vorrichtungen (25, 26), mit denen die genannten Drücke in Kräfte umgeformt werden können, aus Bälgen bestehen, und dass gegenüber dem mit der Abdampfdruckabnahme (P_E) verbundenen Balg (25) ein weiterer Balg mit der gleichen Wirksamkeit angeordnet ist, in dem jedoch ein absolutes Vakuum erzeugt wurde.

5. Schutzvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4 in einer Ausführung, bei der die Turbine sowohl bei niedriger als auch bei hoher Leistung geschützt werden soll, dadurch gekennzeichnet, dass sie eine erste Waage für den Schutz der ersten Stufe der genannten Turbine und eine zweite Waage für den Schutz der letzten Turbinenstufe (Abb. 8) aufweist.

Claims

1. A device for the protection of the moving blading of a steam turbine, in particular a condensing or back-pressure turbine, the said protective device including:

- at least one tapping (23) at pressure (P_E) carried out at the exhaust from the turbine,
- at least one tapping (24) for measurement of flow (D) carried out in a stage which is not the last and which passes the flow which passes through the blading which is to be protected,
- at least one first device (25) connected to the exhaust pressure (P_E) tapping and enabling the said exhaust pressure to be transformed with a

transfer coefficient (S_1) into a force ($P_E.S_1$),
 – at least one second device (26) connected to the tapping for measurement of flow (D) and enabling the said measurement of flow to be transformed, with a transfer coefficient (S_2), into a force ($D.S_2$),
 – at least one torque equilibrium balance (28) upon which the said forces come to act, characterized in that the said first and second devices (25 and 26 respectively) have transfer coefficients (S_1 and S_2 respectively) such, and in that the said forces are respectively applied to the said balance at points which define respective leverages (A_1) and (A_2) and in directions such, that the slope

$$\frac{S_2.A_2}{S_1.A_1}$$

of the straight line obtained by writing the equilibrium equation of the said balance corresponds with that of the straight line (6) which forms the approximation to the curve (2) giving the limit of utilization of the turbine as a function of the flow of steam which passes through it and of the exhaust pressure, the said balance including in addition:

– either a device (32) for analogic transmission, connected to one or more control, alarm or safety systems,

– or a setting (29) corresponding with the ordinate at the origin (C) of the said straight line, as well as a stop (31) and one or more all-or-nothing contactors connected each to at least one alarm or safety device (30).

2. A protective device as in Claim 1, characterized in that the tapping (24) for measurement of flow is a pressure tapping.

3. A protective device as in Claim 1 or Claim 2, applied to the case of condensing turbines, characterized in that the said first device (25) enables the exhaust pressure (P_E) to be transformed into a force independent of the atmospheric pressure.

4. A protective device as in Claim 2 or Claim 3, characterized in that the devices (25, 26) which enable the said pressures to be transformed into forces consist of bellows and in that facing the bellows (25) connected to the exhaust tapping (P_E) there is another bellows of the same effectiveness as it, but in which absolute vacuum has been achieved.

5. A protective device as in any one of the Claims 1 to 4, of the type according to which it is desired to protect the turbine both for running at low powers and at high powers from the latter, characterized in that it includes a first balance which ensures protection of the first stage of the said turbine, and a second balance which ensures the protection of the last stage of the latter (fig. 8).

35

40

45

50

55

60

65

6

Fig. 1

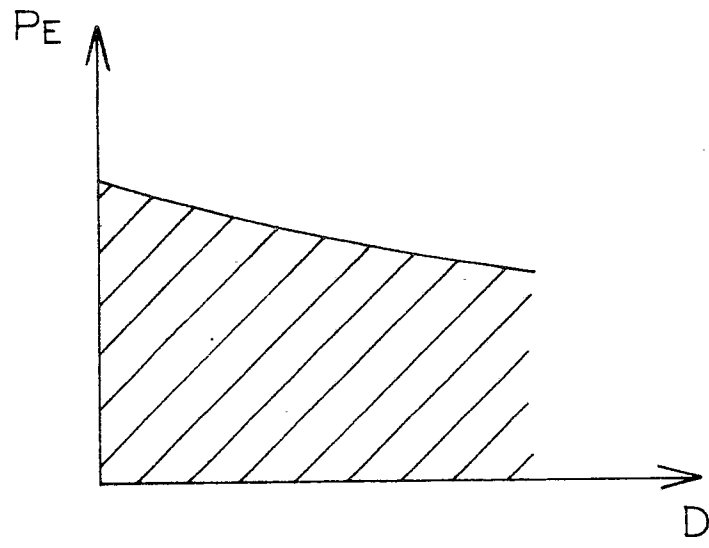


Fig. 2

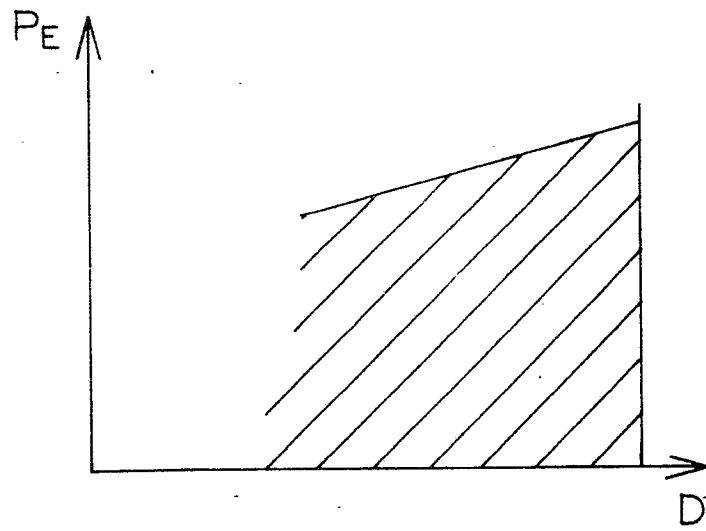
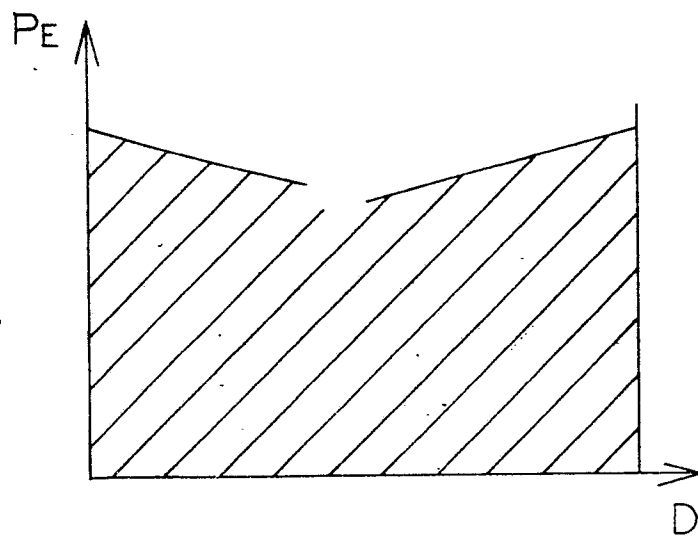


Fig. 3



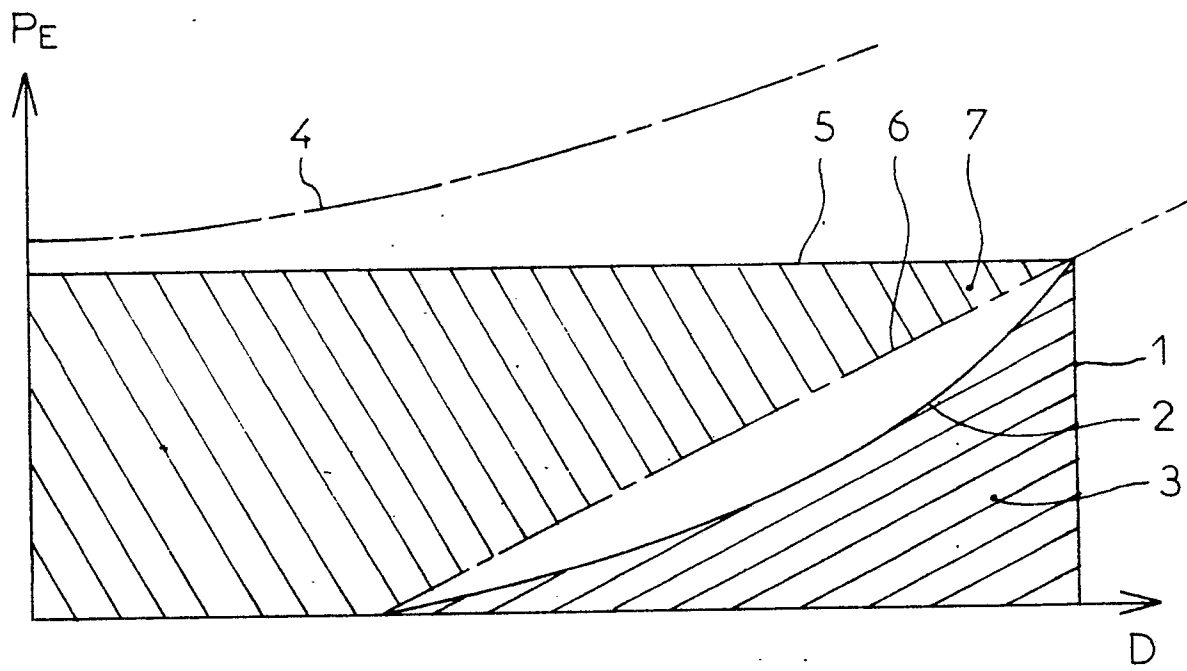


Fig. 4

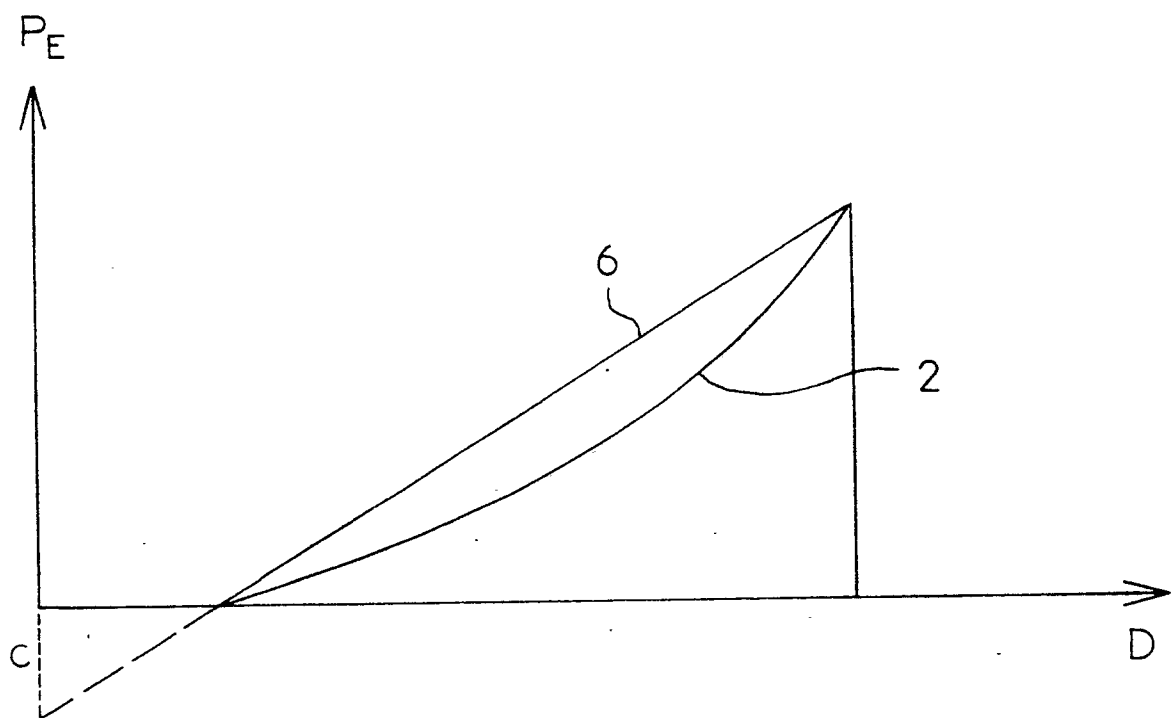
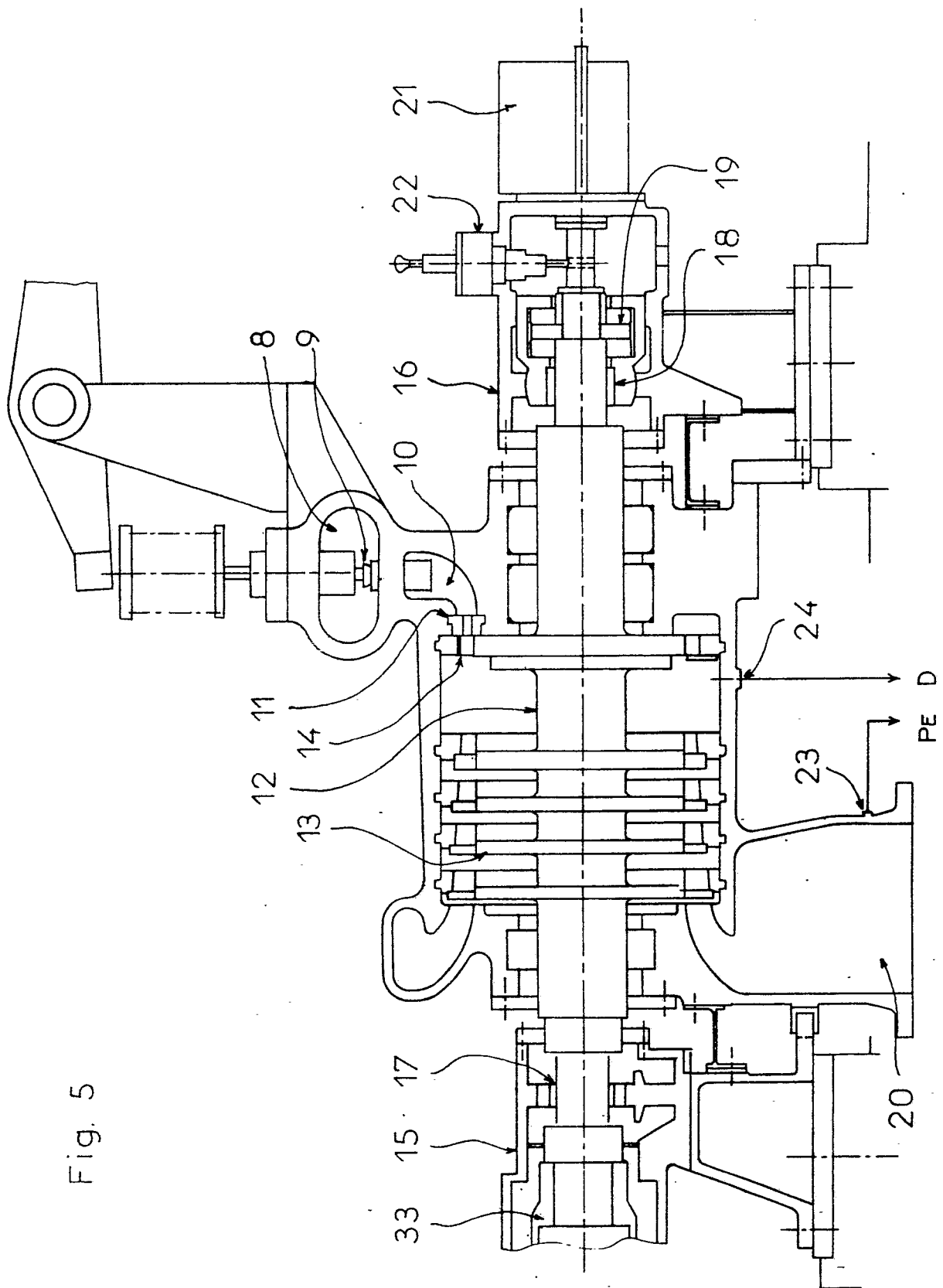


Fig. 7



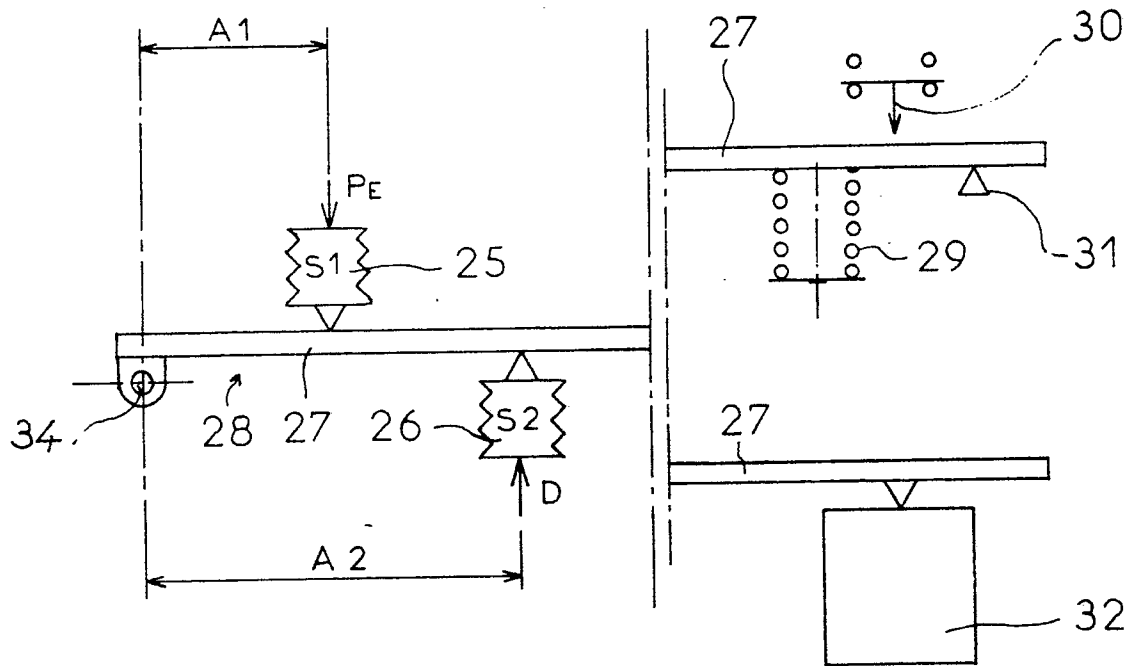


Fig. 6

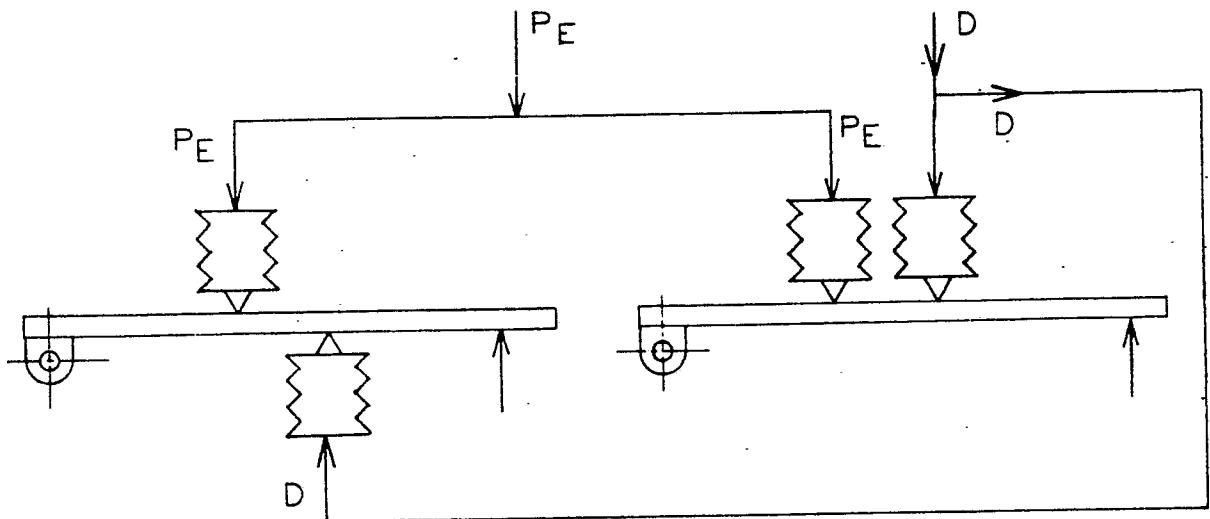


Fig. 8