

A1

**DEMANDE
DE BREVET D'INVENTION**

(21)

N° 79 20614

(54) Dispositif pour l'équilibrage de corps de révolution.

(51) Classification internationale (Int. Cl. ³). F 16 F 15/16.

(22) Date de dépôt..... 13 août 1979.

(33) (32) (31) Priorité revendiquée :

(41) Date de la mise à la disposition du
public de la demande..... B.O.P.I. — « Listes » n° 8 du 20-2-1981.

(71) Déposant : ZHIVOTOV J. G., KUPCHINSKY I. I., PLOKHUTA V. D., BEZVERKHNY A. M. et
NABUTOVSKY S. I., résidant en URSS.

(72) Invention de : J. G. Zhivotov, I. I. Kupchinsky, V. D. Plokhuta, A. M. Bezverkhny et S. I.
Nabutovsky.

(73) Titulaire : *Idem* (71)

(74) Mandataire : Cabinet Z. Weinstein,
20, av. de Friedland, 75008 Paris.

La présente invention concerne les dispositifs pour l'équilibrage de pièces faisant partie de divers mécanismes et a notamment pour objet un dispositif pour l'équilibrage des corps de révolution.

5 L'invention proposée trouve notamment des applications dans les industries chimique, électrotechnique, métallurgique, automobile pour éliminer le déséquilibre dynamique des corps de révolution directement au cours de l'exploitation, c'est-à-dire au cours même de leur fonctionnement.

10 Dans plusieurs machines comprenant des corps de révolution, l'équilibre initial desdits corps de révolution, assuré au cours de la fabrication de la machine, peut être perturbé par l'usure et le déplacement des éléments constituant le corps de révolution, leur échauffement, etc. Dans les machines telles que les centrifugeuses, les machines à laver, 15 les machines-outils pour le travail des métaux par coupe, l'apparition du déséquilibre est due au fonctionnement lui-même. De plus, les machines qui se répandent le plus actuellement sont celles dont les corps de révolution tournent à des vitesses supercritiques, autrement dit, à des vitesses 20 auxquelles la fréquence propre des oscillations du corps de révolution est inférieure à la fréquence de rotation. Ordinairement, les corps de révolution sont des volants, des rotors de turbines, des induits de moteurs électriques, des extracteurs de machines à laver, des rotors de centrifugeuses, 25 des roues à ailettes de ventilateurs. Très souvent les rapports géométriques des corps de rotation sont tels que la présence d'une masse non équilibrée peut entraîner l'apparition d'un déséquilibre non seulement statique, mais aussi dynamique.

Les dispositifs automatiques connus utilisés pour 30 l'équilibrage et fonctionnant à des vitesses supercritiques ne permettent d'éliminer que le déséquilibre statique. Pour l'équilibrage des corps de révolution qui sont soumis à l'action de déséquilibres dynamiques déterminés en général par la combinaison de déséquilibres de moments et statique, 35 de tels dispositifs sont inutilisables.

On connaît largement un dispositif pour l'équilibrage de corps de révolution, qui réalise l'équilibrage des corps de révolution à des vitesses de rotation sous-critiques. Ledit

dispositif pour l'équilibrage de corps de révolution comporte des réservoirs d'équilibrage disposés à la périphérie du corps de révolution dans deux plans de correction, des deux côtés du plan passant par le centre des masses du corps de révolution perpendiculairement à son axe géométrique. Le dispositif mentionné comprend également des organes de distribution qui sont montés coaxialement par rapport au corps de révolution dans des plans de mesure se trouvant des deux côtés du plan passant par le centre des masses du corps de révolution perpendiculairement à son axe géométrique. Chacun des organes de distribution se présente sous forme d'une douille reliée par l'intermédiaire d'un palier à un corps à l'intérieur duquel est placé le corps de révolution, ladite douille étant fixée au moyen de tiges mobiles au corps de révolution. Les tiges mobiles coopèrent avec les tiges de soupapes montées sur des conduites mises en communication avec une source de liquide et communiquant avec les réservoirs d'équilibrage périphériques, et en se déplaçant radialement depuis le centre vers la périphérie du corps de révolution, elles ouvrent les soupapes.

Ainsi, chaque organe de distribution disposé dans le plan de mesure commande les soupapes d'admission du liquide provenant de la source de liquide dans les réservoirs d'équilibrage disposés dans le plan de correction se trouvant du même côté que le plan de mesure par rapport au plan passant par le centre des masses du corps de révolution perpendiculairement à son axe géométrique.

Le dispositif mentionné permet d'éliminer le déséquilibre dynamique d'un corps de révolution à des vitesses sous-critiques, c'est-à-dire lorsque la fréquence propre des oscillations du corps de révolution est supérieure à la vitesse de rotation, mais il ne permet pas d'éliminer le déséquilibre dynamique (de moments et statique) du corps de révolution aux vitesses de rotation supercritiques.

La présente invention vise par conséquent un dispositif pour l'équilibrage de corps de révolution, dans lequel les organes de distribution seraient conçus pour permettre d'éliminer le déséquilibre dynamique du corps de révolution aux vitesses de rotation supercritiques.

Ce but est atteint du fait que dans le dispositif

pour l'équilibrage de corps de révolution, du type comprenant des organes de distribution communiquant hydrauliquement l'un avec l'autre, disposés coaxialement par rapport au corps de révolution dans des plans de mesure situés des deux côtés du plan passant par le centre des masses du corps de révolution perpendiculairement à son axe géométrique, et des réservoirs d'équilibrage communiquant hydrauliquement avec une source de liquide et montés dans la partie périphérique du corps de révolution, dans des plans de correction situés des deux côtés du plan passant par le centre des masses du corps de révolution perpendiculairement à son axe géométrique, suivant l'invention chacun des organes de distribution comporte une chambre communiquant hydrauliquement avec la source de liquide et pourvue de canaux d'évacuation dont les extrémités se trouvent à l'intérieur de ladite chambre et sont équidistantes de son axe géométrique, mettant en communication hydraulique lesdites chambres avec les réservoirs d'équilibrage qui sont disposés dans le plan de correction se trouvant de l'autre côté du plan de mesure correspondant dans lequel est monté ledit organe de distribution par rapport au plan passant par le centre des masses du corps de révolution perpendiculairement à son axe géométrique, chaque réservoir d'équilibrage et le canal d'évacuation de l'organe de distribution communiquant hydrauliquement avec ledit réservoir d'équilibrage étant disposés dans des plans passant par l'axe géométrique du corps de révolution et faisant l'un avec l'autre un angle dont la valeur est comprise entre 0° et 90° et qui est déterminée depuis le plan dans lequel est placé le réservoir d'équilibrage jusqu'au plan dans lequel se trouve le canal d'évacuation communiquant hydrauliquement avec ledit réservoir d'équilibrage dans le sens coïncidant avec le sens de rotation du corps de révolution.

Il est avantageux, afin d'assurer un changement automatique du régime de fonctionnement du dispositif pour l'équilibrage des corps de révolution au moment du passage des vitesses sous-critiques aux vitesses supercritiques de rotation; que chacun des organes de distribution comprenne une chambre complémentaire communiquant hydrauliquement avec la source de liquide disposée dans un plan supplémentaire de mesure d'une manière coaxiale par rapport au corps de

révolution, communiquant avec la chambre principale à travers des clapets antiretour et ayant des canaux d'évacuation dont les extrémités se trouvent à l'intérieur de ladite chambre complémentaire, sont équidistantes de son axe géométrique et
5 sont éloignées de son axe géométrique à une distance inférieure à la distance qui sépare l'axe géométrique du corps de révolution et les clapets antiretour et les extrémités des canaux d'évacuation de la chambre principale orientées vers l'intérieur de ladite chambre, les chambres complémentaires étant
10 en outre mises en communication hydrauliquement avec les réservoirs d'équilibrage qui sont montés dans le plan de correction se trouvant d'un côté du plan de mesure supplémentaire correspondant dans lequel est disposée ladite chambre complémentaire par rapport au plan passant par le centre des masses
15 du corps de révolution perpendiculairement à son axe géométrique, et qui se trouvent aussi dans le plan passant par l'axe géométrique du corps de révolution et faisant un angle de 90° à 180° avec le plan passant par l'axe géométrique du corps de révolution dans lequel se trouve le canal d'évacuation communiquant avec ledit corps de révolution.
20

Il est également avantageux, dans le but de rendre plus simple l'exploitation du dispositif pour l'équilibrage des corps de révolution aux régimes de fonctionnement à des vitesses sous-critiques, supercritiques et au passage des vitesses sous-critiques aux vitesses supercritiques de rotation,
25 tesses sous-critiques aux vitesses supercritiques de rotation, que l'un des organes de distribution comprenne une deuxième chambre complémentaire dans laquelle arrive directement le liquide provenant de la source de liquide, ladite chambre complémentaire étant fixée à l'arbre du corps de révolution
30 et mise en communication au moins à travers une conduite, avec un autre organe de distribution.

L'invention sera mieux comprise et d'autres buts, détails et avantages de celle-ci apparaîtront mieux à la lumière de la description explicative qui va suivre de différents modes de
35 réalisation donnés uniquement à titre d'exemples non limitatifs, avec références aux dessins non limitatifs annexés, dans lesquels :

- la figure 1 représente le schéma de principe d'une première variante de réalisation du dispositif pour l'équilibrage de corps de révolution, selon l'invention;

5 - la figure 2 représente le dispositif pour l'équilibrage de corps de révolution, selon l'invention (vue suivant la flèche A de la figure 1);

- la figure 3 représente le schéma de principe d'une deuxième variante de réalisation du dispositif pour l'équilibrage de corps de révolution, permettant d'effectuer l'équilibrage préliminaire aux vitesses de rotation sous-critiques,
10 selon l'invention;

- la figure 4 représente le dispositif pour l'équilibrage de corps de révolution permettant d'effectuer l'équilibrage préliminaire aux vitesses de rotation sous-critiques selon
15 l'invention (vue suivant la flèche B de la figure 3);

- la figure 5 représente une variante de réalisation de la chambre de l'un quelconque des organes de distribution (section par le plan passant par l'axe géométrique), selon l'invention;

- la figure 6 représente le schéma de principe d'une troisième variante de réalisation du dispositif pour l'équilibrage de corps de révolution, selon l'invention.
20

Le dispositif proposé pour l'équilibrage de corps de révolution est monté sur un rotor 1 (figure 1), constituant le corps de révolution, dont l'arbre 2, par l'intermédiaire de
25 douilles 3, est fixé aux tendeurs élastiques 4.

Le dispositif pour l'équilibrage de corps de révolution comprend, dans le cas considéré ici à titre d'exemple, huit réservoirs d'équilibrage 5, 6 disposés dans deux plans de correction 7, 8 se trouvant respectivement de part et d'autre
30 du plan 9 passant par le centre 10 des masses du rotor 1 perpendiculairement à son axe géométrique 11 coïncidant avec l'axe 12 de l'arbre 2. Dans le plan de correction 7 sont répartis quatre des réservoirs d'équilibrage (5), et dans le plan de correction 8, les quatre autres réservoirs d'équilibrage (6).
35 Deux organes de distribution 15, 16 sont placés dans les plans de mesure 13, 14 coaxialement par rapport à l'arbre 2 du rotor 1, les plans de mesure 13, 14 étant disposés de part et d'autre

du plan 9 passant par le centre 10 des masses du rotor 1 perpendiculairement à son axe géométrique 11.

L'organe de distribution 15 comprend une chambre 17. L'organe de distribution 16 comporte une chambre 18. La chambre 17 est pourvue de quatre canaux d'évacuation 19. La chambre 18 comporte quatre canaux d'évacuation 20. Les canaux 19 possèdent des extrémités 21 disposées à l'intérieur de la chambre 17, lesdites extrémités étant équidistantes de l'axe géométrique 11 du rotor 1. Les canaux 20 présentent des extrémités 22 se trouvant à l'intérieur de la chambre 18, lesdites extrémités étant équidistantes de l'axe géométrique 11 du rotor 1. Les canaux d'évacuation 19, 20 sont des tubes uniformément répartis à la partie médiane de la surface latérale des chambres 17, 18. Les canaux d'évacuation 19 prévus dans la chambre 17 placée dans le plan de mesure 13 sont mis en communication, à travers des conduites 23, avec les réservoirs d'équilibrage 6 disposés dans le plan de correction 8. Les canaux d'évacuation 20 prévus dans la chambre 18 placée dans le plan de mesure 14 sont mis en communication, à travers des conduites 24, avec les réservoirs d'équilibrage 5 disposés dans le plan de correction 7.

Chaque réservoir d'équilibrage 5 est disposé dans un plan 25 (figure 2) passant par l'axe géométrique 11 du rotor 1, tandis que le canal d'évacuation 19 de la chambre 17, mis en communication hydraulique, à travers la conduite 23 avec ledit réservoir d'équilibrage se trouve dans un plan 26 passant par l'axe géométrique 11 du rotor 1, l'angle entre les plans 25 et 26 dans lesquels se trouvent le réservoir d'équilibrage 5 et le canal d'évacuation 19 communiquant hydrauliquement l'un avec l'autre, étant égal à 0°.

Chaque réservoir d'équilibrage 6 est aussi disposé dans le plan 25 passant par l'axe géométrique 11 du rotor 1, tandis que le canal d'évacuation 20 de la chambre 18 communiquant hydrauliquement à travers la conduite 24 avec ledit réservoir d'équilibrage est disposé dans le plan 26 passant par l'axe géométrique 11 du rotor 1, l'angle entre les plans 25 et 26 dans lesquels sont placés le réservoir d'équilibrage 6 et le canal d'évacuation 20 communiquant hydrauliquement l'un avec

l'autre, étant égal à 0° .

Dans l'exemple considéré de réalisation du dispositif pour l'équilibrage de corps de révolution 1, l'angle entre les plans 25 et 26 est choisi de sorte qu'il soit égal à 0° , ce qui
5 correspond à des vitesses de rotation du rotor 1 de 5 fois supérieures aux vitesses critiques.

Cependant, il découle des propriétés des systèmes élastiques tournants qu'en présence d'un frottement externe le vecteur de flexion du rotor 1 est en retard sur le vecteur de déséqui-
10 libre (aux vitesses de rotation supercritiques) d'un angle dont la valeur varie dans les limites de 90° à 180° . De ce fait, dans le dispositif fonctionnant à une vitesse de rotation voisine de celle critique, l'angle que le plan 25 fait avec le plan 26 est choisi dans les limites de 0° à 90° en fonction du rapport
15 entre la vitesse de rotation réelle et la vitesse critique, ledit angle étant mesuré depuis le plan 25 et dans le sens de rotation du rotor 1.

Si l'angle entre le plan 25 et le plan 26, à une vitesse donnée de rotation du rotor 1 à laquelle correspond un angle
20 de 90° entre lesdits plans, est supérieur à 90° , alors le dispositif d'équilibrage, au lieu d'éliminer le déséquilibre, provoque un déséquilibre supplémentaire. Lorsque l'angle entre les plans 25 et 26 a une valeur négative par rapport au sens précité de mesure dudit angle, la précision de l'équilibrage du corps
25 de révolution par ce dispositif diminue d'une valeur proportionnelle à la valeur de cet angle, et lorsque la valeur de l'angle est inférieure à -90° , ledit dispositif apporte un déséquilibre supplémentaire.

Les chambres 17, 18 (figure 1) faisant partie des organes
30 de distribution 15, 16 possèdent respectivement des orifices 27, 28 auxquels sont reliées des buses de guidage 29, 30 communiquant hydrauliquement à travers des valves 31, 32 avec une source de liquide 33. Le rayon des orifices 27, 28 est inférieur à la distance séparant les extrémités 21, 22 des canaux
35 d'évacuation 19, 20 de l'axe géométrique 11 du rotor 1. En vue d'assurer l'évacuation du liquide excédentaire se trouvant dans les réservoirs d'équilibrage 5, 6 lors d'un changement du

sens de déséquilibre du rotor 1, les réservoirs d'équilibrage 5, 6 sont munis de gicleurs 34, 35. Les gicleurs 34, 35 sont choisis de sorte que le débit du liquide passant à travers lesdits gicleurs lors de la rotation soit inférieur au débit du liquide arrivant à travers les buses 29, 30 de la source de liquide 33. Afin d'assurer l'évacuation du liquide se trouvant en excès dans les réservoirs d'équilibrage 5, 6, ces derniers sont munis d'orifices de vidange 36, 37. Quand le rotor 1 est arrêté, les orifices 36, 37 sont utilisés pour l'évacuation des restes de liquide hors des réservoirs d'équilibrage 5, 6.

Afin d'assurer le changement automatique du régime de fonctionnement du dispositif lors du passage de la rotation du rotor 1 des vitesses sous-critiques aux vitesses super-critiques de rotation, les organes de distribution 15, 16 (figure 3) sont équipés de chambres supplémentaires 38, 39 disposées respectivement dans des plans supplémentaires de mesure 40, 41 coaxialement par rapport au rotor 1, ces plans se trouvant eux aussi de part et d'autre, respectivement, du plan 9 passant par le centre 10 des masses du rotor 1 perpendiculairement à son axe géométrique 11.

La chambre supplémentaire 38 est hydrauliquement mise en communication, à travers une valve antiretour 42, avec la chambre principale 17. La chambre supplémentaire 39 est hydrauliquement mise en communication à travers une valve antiretour 43, avec la chambre principale 18. La chambre supplémentaire 38 comporte quatre canaux d'évacuation 44 répartis régulièrement dans la partie médiane de la surface latérale de la chambre supplémentaire 38. La chambre supplémentaire 39 possède quatre canaux d'évacuation 45 répartis régulièrement dans la partie médiane de la surface latérale de la chambre supplémentaire 39. Les extrémités 46 des canaux d'évacuation 44 se trouvent à l'intérieur des chambres supplémentaires 38, sont équidistantes de l'axe géométrique 11 du rotor 1 et sont éloignées dudit axe à une distance inférieure à la distance séparant l'axe géométrique 11 et les valves antiretour 42 et les extrémités 21 des canaux d'évacuation 19 des chambres 17.

Les extrémités 47 des canaux d'évacuation 45 se trouvant à l'intérieur des chambres supplémentaires 39, sont équidistantes de l'axe géométrique 11 du rotor 1 et sont éloignées dudit axe à une distance inférieure à la distance séparant l'axe géométrique 11 et les valves antiretour 43 et les extrémités 22 des canaux d'évacuation 20 des chambres 18.

Les canaux d'évacuation 44, 45 sont réalisés sous forme de tubes répartis régulièrement dans la partie médiane de la surface latérale des chambres supplémentaires 38, 39.

10 Les canaux d'évacuation 44 de la chambre supplémentaire 38 disposée dans le plan supplémentaire de mesure 40 sont mis en communication, à travers des conduites 48, avec les réservoirs d'équilibrage 7 se trouvant dans le plan de correction 7, l'angle entre les plans 49 et 50 (figure 4) passant
15 par l'axe géométrique 11 du rotor 1 et dans lesquels sont respectivement disposés les réservoirs d'équilibrage 5 et les canaux d'évacuation 44 de la chambre supplémentaire 38 mis hydrauliquement en communication avec lesdits réservoirs d'équilibrage, étant de 180°.

20 Les canaux d'évacuation 45 (figure 3) de la chambre supplémentaire 39 placée dans le plan supplémentaire de mesure 41 sont mis en communication, à travers des conduites 51 avec les réservoirs d'équilibrage 6 disposés dans le plan de correction 8, l'angle entre le plan 49 et le plan 50 (figure 4)
25 passant par l'axe géométrique 11 du rotor 1 et dans lesquels sont respectivement placés les réservoirs d'équilibrage 6 et les canaux d'évacuation 45 communiquant hydrauliquement avec lesdits réservoirs d'équilibrage et prévus dans la chambre supplémentaire 39, étant de 180°.

30 Dans les chambres supplémentaires 38, 39 (figure 3) il y a des orifices centraux 52, 53 auxquels sont reliées des buses de guidage 54, 55 communiquant hydrauliquement, à travers des soupapes 56, 57, avec une source de liquide 58. Le rayon des orifices centraux 52, 53 est inférieur à la distance séparant
35 l'axe géométrique 11 du rotor 1 et les extrémités 46, 47 des canaux d'évacuation 44, 45.

Dans l'exemple considéré de réalisation du dispositif pour l'équilibrage des corps de révolution, l'angle que le plan 49 fait avec le plan 50 (figure 4) est de 180° , ce qui correspond au régime de fonctionnement à des vitesses de rotation sous-critiques de cinq fois plus faibles que les vitesses de rotation critiques.

Cependant, il découle des propriétés connues des systèmes rotatifs élastiques qu'en cas de frottement (externe) le vecteur de flexion du rotor 1 est en retard par rapport au vecteur de déséquilibre aux vitesses de rotation sous-critiques, d'un angle dont la valeur, à mesure que la vitesse de rotation du rotor 1 se rapproche de la vitesse critique, varie de 0° à 90° .

De ce fait, à des vitesses sous-critiques de rotation du rotor 1 voisines des vitesses critiques, le plan 50 doit être tourné dans le sens de rotation du rotor 1 par rapport au plan 49 sous un angle dont la valeur est choisie dans les limites de 90° à 180° en fonction de la vitesse réelle de rotation du rotor.

Si l'angle que les plans 49 et 50 font l'un avec l'autre à une vitesse sous-critique donnée de rotation du rotor 1 à laquelle correspond l'angle de 90° est inférieur à 90° , alors le dispositif apporte un déséquilibre supplémentaire.

Si l'angle que les plans 49 et 50 font l'un avec l'autre à une vitesse donnée de rotation à laquelle correspond un angle de 180° entre le plan 50 et le plan 51, est choisi supérieur à 180° , le dispositif effectue l'équilibrage du rotor 1 avec moins de précision, et lorsque l'angle dépasse 270° , le dispositif apporte un déséquilibre supplémentaire.

Les chambres 17 et 18 munies des canaux d'évacuation 19, 20 et les chambres 38, 39 ayant les canaux d'évacuation 44, 45 des organes de distribution 15, 16, peuvent être de constructions variées.

Une autre variante de réalisation des chambres 17 et 18 et des chambres supplémentaires 38 et 39 possédant respectivement les canaux d'évacuation 19, 20, 44, 45 est représentée sur la figure 5.

Dans ce cas, les chambres 17, 18, 38, 39 sont réalisées sous forme d'un corps 59 ayant une enceinte intérieure 60 dans laquelle est pratiquée une rainure circulaire 61 formant une saillie annulaire 62. Les canaux d'évacuation 19, 20, 44, 5 45 sont réalisés sous forme d'orifices débouchants radiaux 63 passant à travers la saillie annulaire 62. Au bout de sortie 64 des orifices débouchants 63 sont raccordées les conduites 23, 24, 48, 51.

Pour rendre l'utilisation du dispositif plus aisée, 10 l'organe de distribution 16 est pourvu d'une deuxième chambre supplémentaire 65 disposée coaxialement par rapport au rotor 1 et réalisée sous forme d'un disque 66 dans lequel est pratiqué un orifice central 67.

Le disque 66, dans sa partie la plus éloignée de l'axe 15 11 du rotor 1, est mis en communication avec la chambre supplémentaire 38 à travers une conduite 68. Le rayon du disque 66 est inférieur au rayon de la chambre supplémentaire 38. Une buse de guidage 69 communiquant hydrauliquement avec une source de liquide 70 par l'intermédiaire d'une valve 71 est reliée à 20 l'orifice central 67 de la deuxième chambre supplémentaire 65, tandis qu'une buse de guidage 72 communiquant à travers une valve 73 avec la source de liquide 70 est raccordée à l'orifice 53 de la chambre distributrice supplémentaire 39.

Le dispositif pour l'équilibrage de corps de révolution 25 fonctionne de la manière suivante.

Le rotor 1 (figure 1) est entraîné en rotation au moyen d'une commande (non représentée). Au départ, le rotor 1 déséquilibré tourne sur l'arbre 2 dans les douilles 3 fixées aux tendeurs élastiques 4, la vitesse de rotation du rotor étant 30 sous-critique. Avec l'augmentation de la vitesse de rotation le rotor 1 commence à tourner à des vitesses supercritiques. La présence du déséquilibre provoque une déviation de l'axe de rotation de l'axe géométrique 12 de l'arbre 2 qui coïncide avec l'axe géométrique 11 du rotor 1.

35 Afin d'éliminer le déséquilibre, on ouvre les valves 31, 32 et, à travers les buses 29, 30, le liquide provenant de la source 33 arrive aux organes de distribution 15, 16 disposés

dans les plans de mesure 13, 14 et se trouvant de part et d'autre du plan 9 passant par le centre 10 des masses du rotor 1, perpendiculairement à son axe géométrique 11.

Le liquide arrive dans les chambres distributrices 17, 18 des organes de distribution 15, 16 à travers les orifices 27, 28. Sous l'effet des forces centrifuges, le liquide est rejeté vers la périphérie des chambres 17, 18 et, au fur et à mesure de son accumulation, se dispose en forme d'anneau dans les chambres distributrices 17, 18, coaxialement par rapport à l'axe de rotation du rotor 1.

Les extrémités 21, 22 des canaux d'évacuation 19, 20, respectivement, se trouvant à l'intérieur des chambres distributrices 17, 18 et étant opposées au sens du décalage de l'axe de rotation par rapport à l'axe géométrique 11 du rotor 1, se trouvent au-dessous du niveau du liquide dans les chambres distributrices 17, 18.

A travers les canaux d'évacuation 19 remplis, le liquide arrive dans les conduites 23 et, à travers lesdites conduites, est envoyé aux réservoirs d'équilibrage 6 se trouvant dans le plan de correction 18 disposé de l'autre côté, par rapport au plan 9, du plan de mesure 13 dans lequel sont disposés les canaux d'évacuation 19.

Des canaux d'évacuation 19 remplis, le liquide passe dans un plan radial dans le sens allant du centre vers la périphérie du rotor 1, et arrive aux réservoirs d'équilibrage 6, puisque les canaux d'évacuation 19 se trouvent disposés dans les plans 26 (figure 2) passant par l'axe géométrique 11 du rotor 1, que les réservoirs d'équilibrage 6 se trouvent dans le plan 25 passant par l'axe géométrique 11 du rotor 1, et que l'angle entre lesdits plans est égal à 0° .

A travers les canaux d'évacuation 20 remplis, le liquide arrive dans les conduites 24, et ensuite dans les réservoirs d'équilibrage 5 se trouvant dans le plan de correction 7 disposé de l'autre côté, par rapport au plan 9, du plan de mesure 14 dans lequel sont disposés les canaux d'évacuation 20.

Des canaux d'évacuation 20 remplis, le liquide passe dans le plan radial dans le sens allant du centre vers la périphérie

du rotor 1, et arrive aux réservoirs d'équilibrage 5, étant donné que les canaux d'évacuation 20 se trouvent dans le plan 26 passant par l'axe géométrique 11 du rotor 1, que les réservoirs d'équilibrage 5 se trouvent dans le plan 25 passant par l'axe géométrique 11 du rotor 1, et que les plans mentionnés font entre eux un angle de 0° .

Le liquide arrivé aux réservoirs d'équilibrage 5, 6 (figure 1) est partiellement évacué à travers les gicleurs 34, 35. Toutefois, la quantité de liquide arrivant à travers les buses de guidage 29, 30 aux réservoirs d'équilibrage 5, 6 est plus grande que la quantité de liquide qui est évacuée par les gicleurs 34, 35 quand le remplissage des réservoirs d'équilibrage 5, 6 en liquide et les vitesses supercritiques de rotation du rotor 1 sont maximaux. Il en résulte que le liquide s'accumulant dans les réservoirs d'équilibrage 5, 6 compense le déséquilibre et assure l'équilibre du rotor 1. L'excédent de liquide amené est évacué hors des réservoirs d'équilibrage 5, 6 à travers les orifices de vidange 36, 37.

Dans ces conditions, l'axe de rotation du rotor 1 vient en coïncidence avec l'axe géométrique 11 du rotor 1 et avec l'axe géométrique 12 de l'arbre 2.

A l'apparition d'un nouveau déséquilibre, il se produit une nouvelle répartition du liquide dans les chambres 17, 18 des organes de distribution 15, 16.

Etant donné la nouvelle position du liquide dans les chambres 17, 18 des organes de distribution 15, 16, les extrémités 21, 22 de l'autre partie des canaux d'évacuation 19, 20 assurant l'évacuation du liquide vers les autres réservoirs d'équilibrage 6, 5, se trouvent maintenant au-dessous du niveau du liquide.

En même temps, les réservoirs d'équilibrage 5, 6 remplis précédemment se libèrent du liquide, car celui-ci n'arrive plus dans ces réservoirs et que, seule, a lieu l'évacuation du liquide à travers les gicleurs 34, 35.

Ensuite le rotor 1 est de nouveau équilibré.

Ainsi, le dispositif décrit assure en continu un équilibrage supplémentaire automatique du rotor rotatif 1 aux

vitesse de rotation supercritiques importantes.

Le volume des réservoirs d'équilibrage 5, 6 détermine le déséquilibre maximal qui peut être éliminé.

5 A l'arrêt du rotor 1 on diminue la vitesse de rotation et on ferme les valves 31, 32.

Aux faibles vitesses de rotation, lorsque le déséquilibre ne provoque pas de vibrations importantes, on évacue à travers les gicleurs 34, 35 et les orifices de vidange 36, 37 le liquide se trouvant dans les réservoirs d'équilibrage 5, 6.

10 Après cela le rotor 1 s'arrête.

Le dispositif pour l'équilibrage de corps de révolution représenté sur la figure 3 assure un équilibrage supplémentaire préalable du rotor 1 tournant à des vitesses sous-critiques, ce qui rend plus facile le passage du rotor 1 par la vitesse critique de rotation et permet d'éliminer définitivement le déséquilibre aux vitesses de rotation supercritiques.

Le dispositif pour l'équilibrage de corps de révolution représenté sur la figure 3 fonctionne de la façon suivante.

20 Le rotor 1 dont l'arbre 2 par l'intermédiaire des douilles 3 est fixé aux tendeurs élastiques 4, est entraîné en rotation au moyen d'une commande (non représentée). Quand le rotor 1 atteint la vitesse sous-critique de rotation à laquelle, sous l'effet des forces centrifuges, le liquide est rejeté contre la surface latérale des chambres distributrices supplémentaires 25 38, 39 faisant partie des organes de distribution 15, 16, on ouvre les valves 57, 56. Le liquide arrivant de la source de liquide 58 à travers les buses de guidage 54, 55 est admis à travers les orifices 52, 53 dans les chambres distributrices supplémentaires 38, 39 qui sont disposées dans les plans de 30 mesure 40, 41 des deux côtés du plan 9 passant par le centre 10 des masses du rotor 1. Sous l'action des forces centrifuges, le liquide arrivant aux chambres distributrices supplémentaires 38, 39 se dispose, au fur et à mesure de son accumulation, d'une manière annulaire et coaxialement par rapport à l'axe de rota- 35 tion du rotor 1.

Les extrémités 46, 47 des canaux d'évacuation 44, 45 placées dans les chambres supplémentaires 38, 39 et opposées

au sens de déplacement de l'axe de rotation par rapport à l'axe géométrique 11 du rotor 1 se trouvent alors au-dessous du niveau du liquide se trouvant dans les chambres supplémentaires 38, 39. A travers les canaux d'évacuation 44 remplis, le
5 liquide arrive dans les conduites 48 et, par lesdites conduites, dans les réservoirs d'équilibrage 5 se trouvant dans le plan de correction 7 disposé du même côté que le plan supplémentaire de mesure 40 dans lequel sont placés la chambre supplémentaire 38 et les canaux d'évacuation 44, par rapport au plan 9 passant
10 par le centre 10 des masses du rotor 1.

Ainsi, le liquide venant des canaux d'évacuation 44 remplis passe du centre à la périphérie du rotor 1 avec changement de la direction de son passage de 180° , puisque les canaux d'évacuation 44 remplis se trouvent dans les plans 50 (figure 4)
15 passant par l'axe géométrique 11 du rotor 1, tandis que les réservoirs d'équilibrage 5 avec lesquels communiquent lesdits canaux 44 sont disposés dans les plans 49 passant par l'axe géométrique 11 du rotor 1 et faisant avec les plans 50 un angle égal à 180° .

20 Par les canaux d'évacuation 45 remplis de liquide (figure 3) le liquide arrive à travers les conduites 51 aux réservoirs d'équilibrage 6 se trouvant dans le plan de correction 8 disposé, avec le plan supplémentaire de mesure 41 dans lequel est placée la chambre distributrice supplémentaire 39 avec les canaux
25 d'évacuation 45, d'un même côté du plan 9 passant par le centre 10 des masses du rotor 1.

Ainsi, le liquide venant des canaux d'évacuation 45 remplis passe du centre à la périphérie du rotor 1 en changeant de 180° la direction de son écoulement, puisque les canaux d'évacuation
30 45 remplis sont disposés dans les plans 50 (figure 4) passant par l'axe géométrique 11 du rotor 1, alors que les réservoirs d'équilibrage 6 avec lesquels ils communiquent sont disposés dans les plans 49 passant par l'axe géométrique 11 du rotor 1 et faisant avec les plans 50 un angle égal à 180° .

35 Le liquide arrivé aux réservoirs d'équilibrage 5, 6 (figure 3) est partiellement évacué à travers les gicleurs 34, 35. Cependant, la quantité de liquide admis à travers les buses

de guidage 54, 55 dans les réservoirs d'équilibrage 5, 6 est plus grande que la quantité de liquide évacué à travers les gicleurs 34, 35 quand le remplissage des réservoirs d'équilibrage 5, 6 en liquide et les vitesses sous-critiques de rotation du rotor 1 sont maximaux.

Il en résulte que le liquide s'accumule dans les réservoirs d'équilibrage 5, 6 en assurant l'équilibrage du rotor 1. L'excédent du liquide, lorsque les réservoirs d'équilibrage 5, 6 sont remplis, s'écoule à travers les orifices de vidange 36, 37.

Ensuite le rotor 1 est entraîné en rotation d'une façon accélérée jusqu'aux vitesses de rotation supercritiques. Au moment du passage des vitesses sous-critiques aux vitesses supercritiques, il peut apparaître un léger déséquilibre du rotor 1.

C'est pourquoi, après le passage du rotor 1 au régime de rotation aux vitesses supercritiques, l'axe de rotation du rotor 1 est de nouveau dévié par rapport à l'axe géométrique 11 du rotor 1.

Lorsque le rotor 1 atteint les vitesses de rotation supercritiques, les valves antiretour 42, 43 s'ouvrent sous l'action de la colonne de liquide se trouvant dans les chambres de distribution supplémentaires 38, 29, et le liquide arrive aux chambres distributrices 17, 18. Alors, le niveau du liquide se trouvant dans les chambres de distribution supplémentaires 38, 39 diminue de sorte que lors du déplacement de l'axe de rotation du rotor 1 par rapport à son axe géométrique 11, les extrémités 46, 47 de tous les canaux d'évacuation 44, 45 se trouvent au-dessus du niveau du liquide remplissant les chambres de distribution supplémentaires 38, 39.

Ainsi, aux vitesses supercritiques de rotation du rotor 1, le liquide provenant des buses de guidage 54, 55 arrive tout d'abord aux chambres distributrices supplémentaires 38, 39, et ensuite, les valves antiretour 42, 43 étant ouvertes, il remplit les chambres distributrices 17, 18 faisant partie des organes de distribution 15, 16.

Le processus ultérieur d'équilibrage du rotor 1 aux vitesses de rotation supercritiques est analogue à celui décrit ci-dessus.

La variante de réalisation du dispositif d'équilibrage
5 utilisant des chambres distributrices 17, 18 et des chambres distributrices supplémentaires 38, 39 réalisées sous forme de la chambre 59 représentée sur la figure 5 fonctionne de façon analogue aux variantes décrites ci-dessus. Dans ce cas, le liquide est amené à l'enceinte intérieure 60 et remplit la
10 rainure circulaire 61. De plus, le liquide amené est évacué de la chambre distributrice 59 à travers les orifices débouchants 63 pratiqués dans la saillie annulaire 62 et est envoyé aux conduites 23, 24, 48, 51 raccordées au bout de sortie 64 des orifices débouchants 63.

15 Le fonctionnement du dispositif pour l'équilibrage de corps de révolution 1 représenté sur la figure 6 est le suivant.

Au début, le rotor 1 monté sur l'arbre 2 fixé par l'intermédiaire des douilles 3 aux tendeurs élastiques 4 tourne à
20 des vitesses de rotation sous-critiques. La valve 71 s'ouvre et le liquide arrivant de la source de liquide 70 est admis à travers la buse de guidage 69 dans la deuxième chambre supplémentaire 65 réalisée sous forme de disque creux 66, le liquide arrivant à travers l'orifice central 67. Ensuite, sous l'action
25 des forces centrifuges, le liquide est rejeté contre la surface latérale du disque creux 66 et, à travers la conduite 68, est envoyé dans la chambre distributrice supplémentaire 38. En même temps, la valve 73 s'ouvre et le liquide arrivant de la source de liquide 70 est amené à travers la buse de guidage 72 dans
30 la chambre distributrice supplémentaire 39 à travers l'orifice central 53.

Ensuite, le dispositif fonctionne de la même manière que dans la variante de réalisation représentée sur la figure 3.

Le dispositif proposé pour l'équilibrage de corps de
35 révolution permet donc d'éliminer le déséquilibre dynamique (des moments et statique) du corps de révolution aux vitesses de rotation supercritiques. De plus, l'invention proposée

assure l'équilibrage dynamique d'un corps de révolution à deux et plus de deux vitesses de rotation, tout d'abord aux vitesses de rotation sous-critiques et ensuite aux vitesses supercritiques.

- 5 L'avantage essentiel offert par le dispositif proposé consiste en ce qu'il est apte à fonctionner quelle que soit la position du corps de révolution à équilibrer, et qu'en outre il donne la possibilité d'effectuer en continu l'équilibrage du corps de révolution en cas de déséquilibre changeant de direction à des vitesses données de rotation du rotor.

- 10 Bien entendu, l'invention n'est nullement limitée aux modes de réalisation décrits et représentés qui n'ont été donnés qu'à titre d'exemples. En particulier, elle comprend tous les moyens constituant des équivalents techniques des
- 15 moyens décrits, ainsi que leurs combinaisons, si celles-ci sont exécutées suivant son esprit et mises en oeuvre dans le cadre des revendications qui suivent.

REVENDICATIONS

1.- Dispositif pour l'équilibrage de corps de révolution du type comportant des organes de distribution reliés hydrauliquement l'un à l'autre, placés coaxialement par rapport au corps de révolution dans des plans de mesure situés respecti-
5 vement de part et d'autre du plan passant par le centre des masses du corps de révolution perpendiculairement à son axe géométrique, et des réservoirs d'équilibrage communiquant hydrauliquement avec une source de liquide et disposés dans la partie périphérique du corps de révolution, dans des plans de
10 correction situés respectivement de part et d'autre du plan passant par le centre des masses du corps de révolution perpendiculairement à son axe géométrique, caractérisé en ce que chaque organe de distribution comprend une chambre communiquant hydrauliquement avec la source de liquide et munie de canaux
15 d'évacuation dont les extrémités se trouvant à l'intérieur de ladite chambre, sont équidistantes de son axe géométrique et font communiquer hydrauliquement lesdites chambres avec les réservoirs d'équilibrage qui sont placés dans le plan de correction se trouvant de l'autre côté du plan de mesure correspondant,
20 dans lequel se trouve l'organe de distribution considéré, par rapport au plan passant par le centre des masses du corps de révolution perpendiculairement à son axe géométrique, chaque réservoir d'équilibrage et chaque canal d'évacuation de l'organe de distribution communiquant hydrauliquement avec le réservoir
25 d'équilibrage considéré, étant disposés dans des plans passant par l'axe géométrique du corps de révolution et faisant entre eux un angle de 0° et 90° mesuré à partir du plan dans lequel est disposé le réservoir d'équilibrage jusqu'au plan dans lequel se trouve le canal d'évacuation communiquant hydrauliquement
30 avec lui, dans le sens coïncidant avec le sens de rotation du corps de révolution.

2.- Dispositif pour l'équilibrage de corps de révolution selon la revendication 1, caractérisé en ce que chaque organe de distribution comporte une chambre supplémentaire communiquant
35 hydrauliquement avec la source de liquide et disposée dans un

plan de mesure supplémentaire coaxialement au corps de révolution, ladite chambre supplémentaire communiquant avec la chambre principale par l'intermédiaire de valves antiretour et ayant des canaux d'évacuation dont les extrémités se

5 trouvant à l'intérieur de ladite chambre supplémentaire, sont équidistantes de son axe géométrique et sont séparées de son axe géométrique par une distance inférieure à celle séparant de l'axe géométrique du corps de révolution les valves antiretour et les extrémités des canaux d'évacuation orientées vers l'inté-

10 rieur de ladite chambre, lesdites chambres supplémentaires étant en outre en communication hydraulique avec ceux des réservoirs d'équilibrage qui sont disposés dans le plan de correction se trouvant d'un côté du plan de mesure supplémentaire correspondant dans lequel est disposée ladite chambre supplé-

15 mentaire par rapport au plan passant par le centre des masses du corps de révolution perpendiculairement à son axe géométrique, et qui sont aussi disposés dans le plan passant par l'axe géométrique du corps de révolution et faisant un angle de 90° et 180° avec le plan passant par l'axe géométrique du corps

20 de révolution dans lequel se trouve le canal d'évacuation communiquant avec lui.

3.- Dispositif pour l'équilibrage de corps de révolution selon l'une des revendications 1 et 2, caractérisé en ce que l'un des organes de distribution comprend une deuxième chambre

25 supplémentaire dans laquelle arrive directement le liquide venant de la source de liquide, ladite chambre étant fixée à l'arbre du corps de révolution et communiquant par l'intermédiaire d'au moins une conduite avec un autre organe de distribution.

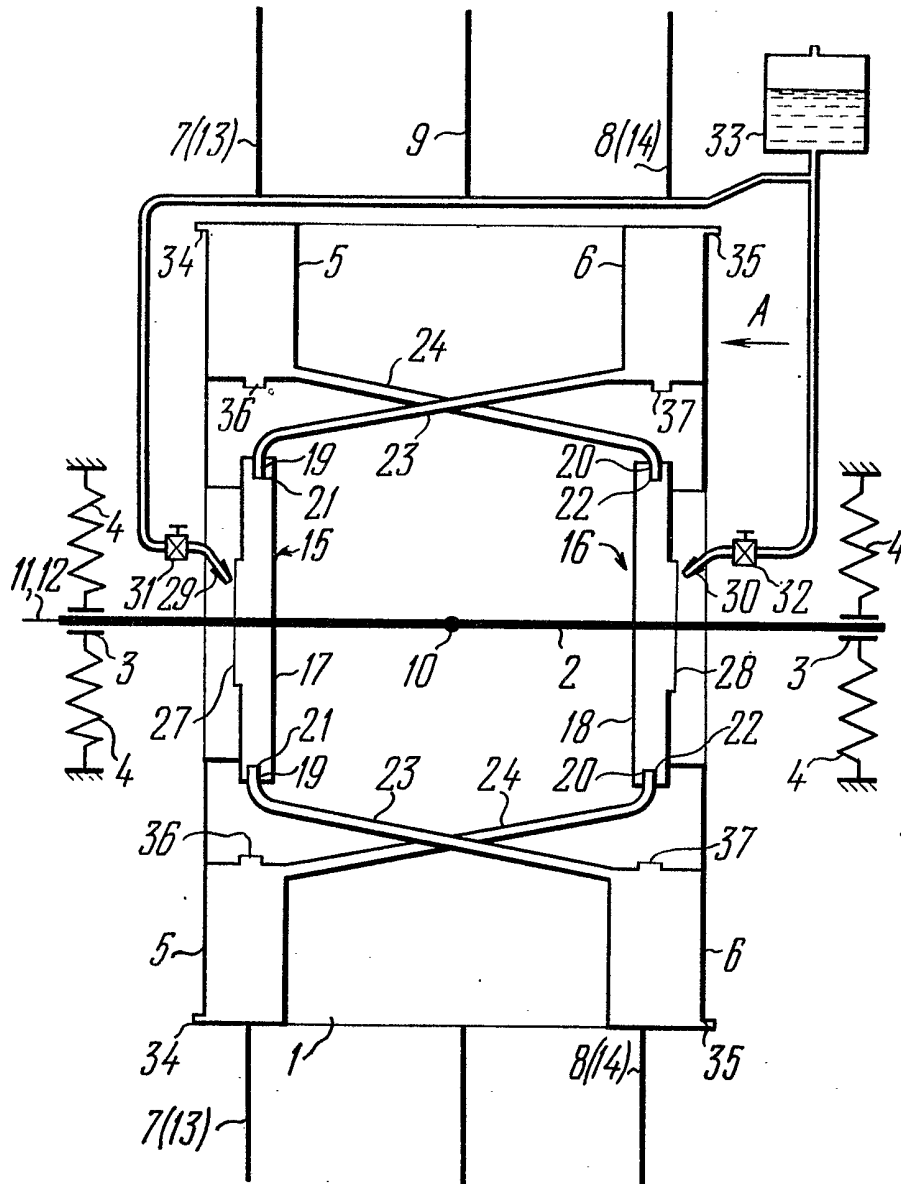


FIG. 1

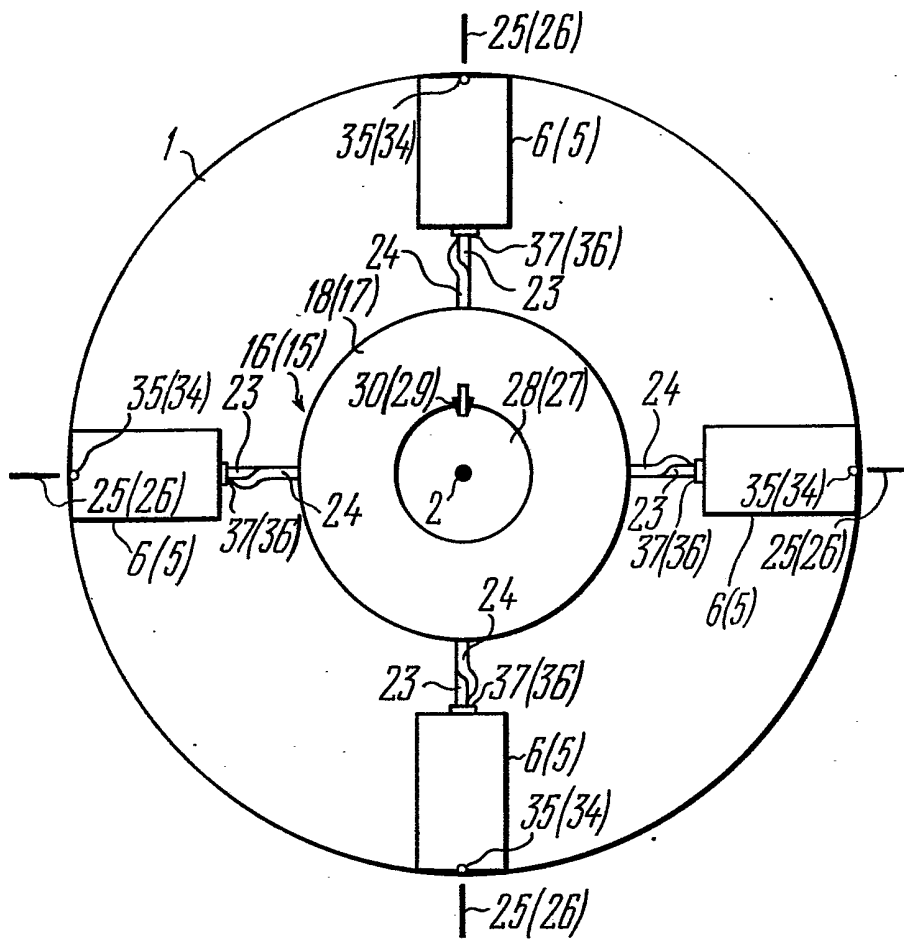


FIG. 2

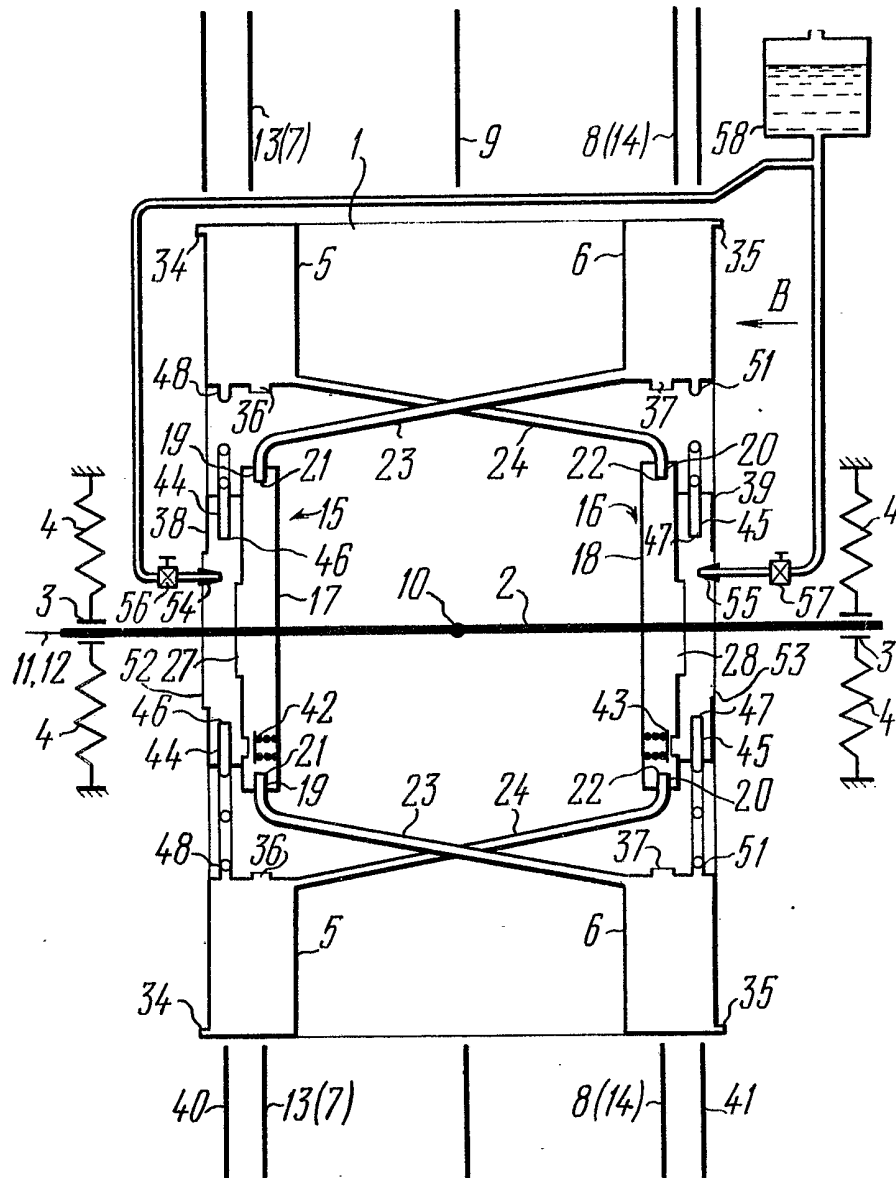


FIG. 3

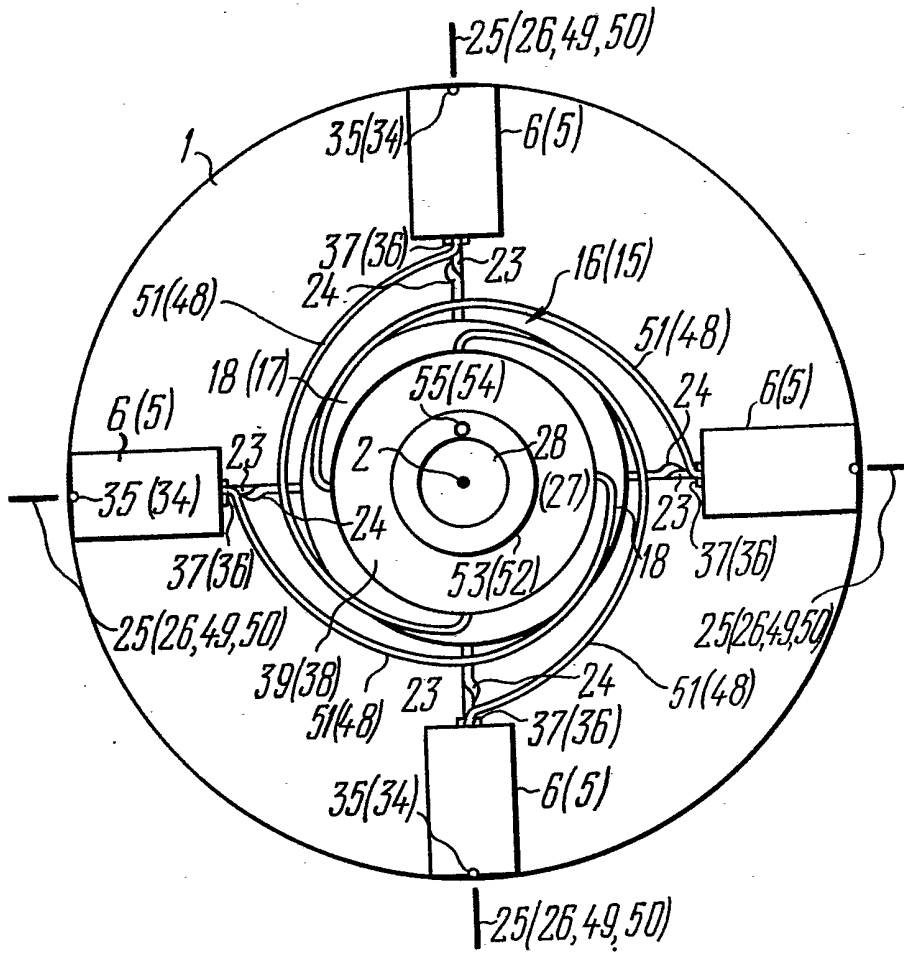


FIG. 4

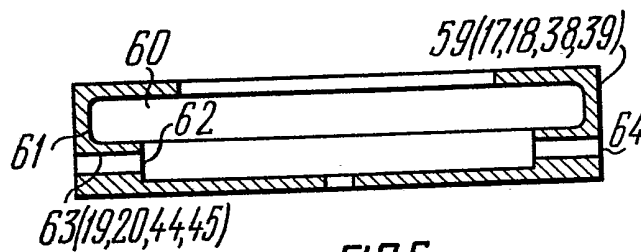


FIG. 5

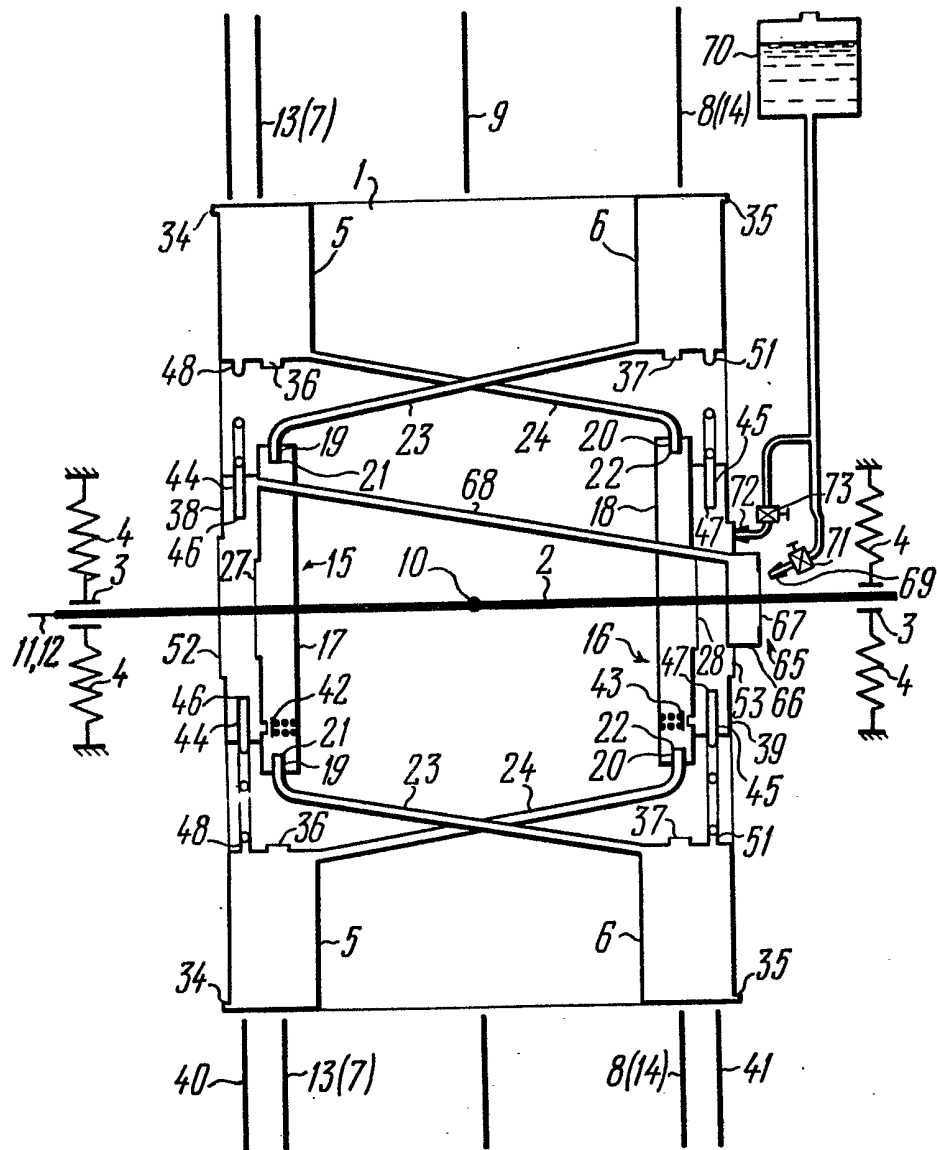


FIG 6