RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

PARIS

(11) N° de publication : **2 519 697**
(A n'utiliser que pour les commandes de reproduction).

A1

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

(21) **N° 82 00231**

(54) **Machine à pistons.**

(51) Classification internationale (Int. Cl. ³). F 02 B 57/00; F 01 C 1/34, 9/00.

(22) Date de dépôt ..... 8 janvier 1982.
(33) (32) (31) Priorité revendiquée :

(41) Date de la mise à la disposition du public de la demande ..... B.O.P.I. — « Listes » n° 28 du 18-7-1983.

(71) Déposant : PIERART Robert Marcel. — FR.

(72) Invention de : Robert Marcel Pierart.

(73) Titulaire : *Idem* (71)

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

La présente invention a essentiellement pour objet une nouvelle machine susceptible de fonctionner soit en machine motrice soit en machine réceptrice.

Dans l'état connu de la technique antérieure, il existe des machines à pistons montés dans des chambres de travail cylindriques où, soit la chambre de travail est fixe et le piston y est mobile alternativement suivant un trajet rectiligne, soit c'est le piston qui est fixe et la chambre de travail mobile alternativement suivant un trajet rectiligne, l'élément mobile "piston ou chambre de travail" étant relié à un arbre tournant par l'intermédiaire d'un système de transmission par exemple du type à bielles et à manivelle.

Mais ces machines notamment motrices ou génératrices de puissance, bien qu'elles présentent d'assez bons rendements, sont affectées d'un certain nombre d'inconvénients.

Tout d'abord, ces machines ou moteurs sont peu satisfaisants du point de vue cinématique, car les mouvements alternatifs des pistons et les battements des bielles engendrent des efforts d'inertie importants. Si l'on veut limiter à des valeurs acceptables les efforts d'inertie alternatifs de l'embiellage, on est conduit à limiter la vitesse du piston. Comme, d'autre part, la vitesse de rotation conditionne la puissance spécifique du moteur, le compromis entre ces conditions contradictoires conduit à limiter la course du piston et donc le rayon de manivelle. Il en résulte au total que ces moteurs sont peu aptes à développer des couples importants.

De plus, dans les moteurs à combustion interne, ce défaut est aggravé d'un manque de "souplesse" caractérisé par le fait que le couple moteur chute rapidement en dessous d'un certain régime. Ceci oblige à les associer à des boîtes de vitesses exactement adaptées comportant de nombreux rapports de réduction à l'échelonnement soigneusement étudié.

En outre, l'équilibrage dynamique ne peut être obtenu qu'approximativement en multipliant les cylindres conjugués. Mais malgré cela, les moteurs en question produisent toujours des vibrations en raison du nombre et de l'importance des masses en mouvements alternatifs.

Enfin, les moteurs à pistons, bielles et manivelle représentent d'une manière générale une mécanique compliquée dont la longévité est faible. Les cylindres, servant généralement de guides aux pistons qui y prennent appui pour développer le couple moteur, s'ovalisent peu à peu et perdent leur étanchéité, ce qui provoque évidemment une chute de rendement. On peut encore ajouter ici que le graissage de toutes les pièces en mouvement pose des problèmes délicats et exige une surveillance constante.

La présente invention a pour but de remédier notamment à tous les inconvénients ci-dessus en proposant une machine possédant une structure et un fonctionnement entièrement nouveaux essentiellement par le fait que la configuration linéaire classique des machines à pistons alternatifs est remplacée par une configuration circulaire.

Brièvement parlant, la machine conforme à l'invention présente les qualités essentielles suivantes : aptitude à développer des couples très élevés et réguliers, grande puissance spécifique, absence totale de vibrations, longévité et, pour les machines à combustion interne, fonctionnement en suralimentation, distribution simplifiée, suppression des systèmes annexes de réfrigération et de graissage et, enfin, excellent rendement thermodynamique par rapport aux machines antérieures précitées à pistons alternatifs et surtout par rapport aux turbo-machines ou aux moteurs à pistons rotatifs.

En outre, les machines selon la présente invention trouvent une application particulièrement avantageuse dans la propulsion des navires, en raison notamment de leur compacité et de leur aptitude à fonctionner en moteurs lents et susceptibles de développer des couples très importants.

A cet effet, l'invention a pour objet une machine à au moins un piston monté coulissant dans une chambre de travail et dont l'un de ces deux éléments est menant et relié à un arbre rotatif, caractérisé en ce que l'élément menant est animé d'un mouvement unidirectionnel au moins approximativement continu, tandis que l'autre élément dit mené est animé d'un mouvement unidirectionnel intermittent de rattrapage périodique dudit élément menant.

Suivant une autre caractéristique de l'invention, la trajectoire commune des deux éléments précités respectivement menant et mené est circulaire.

On comprend donc que contrairement aux machines classiques à pistons où soit le piston soit la chambre étaient mobiles suivant un mouvement rectiligne alternatif, le piston et la chambre sont ici, tous les deux, mobiles suivant une même trajectoire circulaire unidirectionnelle, tout en étant relativement mobiles l'un par rapport à l'autre, la rotation de l'ensemble s'analysant en une rotation continue de l'élément menant conjuguée à une rotation pulsée de l'élément mené.

Suivant un mode de réalisation préféré, l'élément menant est constitué par un rotor primaire solidaire d'un arbre rotatif et portant au moins un piston torique coaxial à l'axe de rotation de ce rotor, tandis que l'élément mené est constitué par un rotor secondaire coaxialement accolé au rotor primaire et portant au moins une chambre torique dans laquelle coulisse ledit piston, ces deux rotors étant accouplés par des moyens de transmission de rotation du rotor primaire au rotor secondaire de telle manière que le rotor secondaire soit entraîné par intermittence par le rotor primaire pour rattraper périodiquement ce dernier et, entre-temps, reste bloqué, en rotation, dans le sens opposé.

Ainsi, on comprend qu'on peut obtenir un couple moteur appliqué au rotor primaire en détendant un fluide sous pression dans la chambre torique dont les variations cycliques de volume, liées à la rotation des rotors,

permettent d'entretenir la rotation. On ajoutera ici que, réciproquement, l'application d'un couple moteur au rotor primaire permet d'utiliser la machine en pompe ou en compresseur.

Suivant une autre caractéristique de l'invention, les moyens de transmission précités sont constitués par un système d'indexage établi entre deux arbres parallèles dont l'un est solidaire du rotor primaire ou menant et dont l'autre est susceptible d'entraîner en rotation le rotor secondaire ou mené, par l'intermédiaire d'un engrenage par exemple.

Selon une autre caractéristique de l'invention, les deux rotors primaire et secondaire précités, sont constitués par des plateaux circulaires dont les faces en vis-à-vis comportent chacune au moins une gorge dans laquelle sont respectivement logés et fixés le piston torique et la chambre torique précités.

Dans le cas où la machine fonctionne en moteur à combustion interne, chaque piston torique comporte de préférence, suivant sa direction longitudinale, un conduit interne débouchant dans une chambre de suralimentation en gaz frais, prolongeant la chambre torique de combustion et formée entre le rotor secondaire et le rotor primaire.

On ajoutera encore ici que chaque conduit interne précité communique par l'intermédiaire d'un moyen formant clapet et de conduites de préférence radiales ménagées dans le rotor primaire, avec un alésage pratiqué dans l'arbre de ce rotor et raccordé à une source de gaz frais.

Suivant une autre caractéristique de l'invention, chaque conduit interne précité débouche en tête du piston torique dans la chambre de combustion et est obturable par une soupape d'admission. Cette soupape est commandée par une tige traversant longitudinalement le piston torique et actionnable par au moins un levier coopérant avec une came solidaire du bâti de la machine.

Selon encore une autre caractéristique, le fond de chaque chambre torique de combustion en regard de la tête

du piston est muni d'une soupape d'échappement également commandée par levier et came solidaire du bâti et permettant l'échappement des gaz brûlés par un orifice ménagé dans le rotor secondaire.

Il est également possible, suivant la présente invention de faire fonctionner la machine en moteur à combustion interne à deux temps, sans la présence de soupapes. Dans ce cas, chaque conduit interne précité débouche sur le côté du piston torique solidaire du rotor primaire et est susceptible de communiquer avec un évidement du rotor secondaire mettant en relation ledit conduit avec la chambre torique de combustion qui comporte un conduit d'échappement dont l'orifice débouchant est susceptible de venir en regard d'un orifice d'échappement du rotor primaire.

La machine conforme à la présente invention peut également fonctionner en moteur à fluide sous pression, tel que air comprimé ou vapeur, et dans ce cas, le fond de chaque chambre torique est muni d'au moins un conduit débouchant à la périphérie du rotor secondaire et susceptible de venir en regard d'un orifice d'admission de fluide sous pression pratiqué dans un élément, tel que patin ou analogue, solidaire du bâti de la machine et épousant la périphérie du rotor secondaire.

Suivant encore une autre caractéristique de l'invention et en vue d'assister constamment le rotor secondaire lors de sa rotation intermittente périodique, ledit rotor est muni d'une came sur laquelle prend constamment appui un bras ou analogue articulé sur le bâti de la machine et sollicité par un moyen de pression, tel que par exemple un ressort ou un vérin.

Suivant un mode de réalisation préféré, la came précitée présente sensiblement la forme d'une étoile et est montée sur l'arbre du rotor secondaire emmanché sur l'arbre du rotor primaire, en étant de préférence située entre ledit rotor secondaire et l'engrenage précité permettant sa rotation.

Suivant encore une autre caractéristique de l'invention, les faces externes des deux rotors ou plateaux précités sont pourvues d'ailettes permettant de faire circuler l'air de refroidissement aspiré dans des conduits ou analogues ménagés dans le bâti de la machine.

La machine selon l'invention peut bien entendu comporter plusieurs pistons et chambres toriques associées, de façon à réaliser des ensembles répartis suivant une ou plusieurs circonférences, et de préférence suivant une disposition diamètralement opposée.

L'invention vise également les engins de transport en général, et en particulier les navires, utilisant au moins une machine répondant aux caractéristiques susmentionnées, et qui, comme on l'a dit plus haut, peut fonctionner à la manière d'un moteur lent procurant des couples très élevés et réguliers.

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront mieux dans la description détaillée qui suit et se réfère aux dessins annexés, donnés uniquement à titre d'exemple, et dans lesquels :

- la figure 1 est une vue schématique en perspective d'un moteur conforme à l'invention, et illustre le principe d'un tel moteur;
- la figure 2 est une vue en coupe transversale du moteur, laquelle coupe passe sensiblement par le plan de jonction des deux rotors et montre le rotor primaire;
- la figure 3 est une vue en coupe faite sensiblement suivant la ligne brisée III-III de la figure 2;
- les figures 4 à 7 illustrent schématiquement le fonctionnement d'un moteur selon l'invention, comportant quatre chambres toriques et fonctionnant en moteur à combustion interne;
- la figure 8 illustre, à titre d'exemple, les courbes de vitesses respectives du rotor primaire et du rotor secondaire d'une machine selon l'invention fonctionnant en moteur à combustion interne à quatre temps et comportant quatre chambres de combustion périphériques;

- les figures 9 et 10 montrent schématiquement une machine fonctionnant en moteur à combustion interne à deux temps, sans soupapes;

- la figure 11 montre très schématiquement une machine fonctionnant en moteur à fluide sous pression et comportant quatre chambres toriques de détente; et

- la figure 12 est une vue schématique d'un dispositif de pulsion assistée du rotor secondaire.

Suivant un exemple de réalisation, et en se reportant plus particulièrement aux figures 1 à 3, un moteur conforme à l'invention comprend essentiellement :

- un rotor primaire ou menant 1 appelé aussi rotor moteur, portant une pluralité de pistons toriques ou arqués 2 agencés circonférentiellement, et coaxialement à l'axe de rotation X - X' de ce rotor;

- un rotor secondaire ou mené 3 coaxialement accolé au rotor primaire 1 et portant des chambres toriques ou arquées 4 dans lesquelles coulissent les pistons 2; et

- un système d'indexage 5 permettant l'accouplement des rotors primaire 1 et secondaire 3 de telle manière que le rotor mené 3 soit entraîné par intermittence par le rotor menant 1 pour rattraper périodiquement ce dernier, comme on l'expliquera en détail ultérieurement.

Dans les faces en vis-à-vis 1a et 3a des rotors primaire et secondaire 1 et 3, est ménagée une gorge annulaire 1b, 3b. Ainsi, les pistons toriques 2 sont logés et fixés dans la gorge 1b du rotor primaire 1, tandis que les chambres toriques 4 sont logées et fixées dans la gorge 3b du rotor secondaire 3. Cette fixation peut bien sûr être réalisée par tout moyen approprié, et il est à noter ici qu'on pourrait très bien prévoir une inversion de l'agencement ci-dessus décrit, sans sortir du cadre de l'invention.

Le système d'indexage 5 est d'un type en soi connu et comporte une multiplicité de cames en étoile 6 entraînant des roues à galets conjuguées 6a. Comme on le voit bien sur la figure 1, ce système d'indexage est établi entre deux

arbres parallèles, à savoir un arbre moteur 7 solidaire en 8 du rotor menant 1 et portant les cames 6, et un autre arbre 7a portant les roues 6a et susceptible d'entraîner en rotation le rotor secondaire 3 par l'intermédiaire d'un engrenage 9. A cet effet, l'arbre 7a porte un pignon 10 qui engrène avec un pignon 11 porté par un manchon ou analogue 12 solidaire du rotor secondaire 3 et monté fou sur l'arbre moteur 7 du rotor primaire 1, comme on le voit bien sur les figures 1 et 3. On comprend donc déjà que si le rotor moteur 1 est animé d'un mouvement de rotation continu, le système d'indexage 5 pourra communiquer au rotor secondaire 3 un mouvement de rotation pulsé.

La fréquence et l'amplitude angulaire des mouvements relatifs des deux rotors 1 et 3 seront fonction, à la fois, du profil des cames 6 d'indexage et du rapport des pignons 10 et 11.

Ainsi, en adaptant ces organes, on peut obtenir des mouvements angulaires relatifs du rotor secondaire 3 sur le rotor primaire 1 ayant la périodicité voulue et la loi de déplacement souhaitée. C'est dire qu'on peut obtenir les mouvements cycliques désirés des pistons toriques 2 dans leurs chambres toriques respectives 4, puisque ces pistons sont solidaires du rotor moteur 1 et que les chambres toriques 4 sont solidaires du rotor secondaire 3.

Tous les éléments qui viennent d'être décrits sont supportés dans un bâti 13 formant carter, comme on le voit bien sur les figures 1 à 3.

Comme on le voit sur les figures 2 et 3, chaque piston torique 2 comporte, suivant sa direction longitudinale, un conduit interne 14 débouchant en 15 dans une chambre 16 de suralimentation en gaz frais prolongeant la chambre torique 4 et formée entre les rotors primaire 1 et secondaire 3. Plus précisément, chaque conduit interne 14 et donc chaque chambre 16 communiquent à travers un clapet 31 et par l'intermédiaire de conduites radiales 17 ménagées dans le rotor primaire 1, avec un alésage 18 pratiqué dans l'arbre moteur 7 de ce rotor et raccordé à

une source de gaz frais, non représentée.

D'un autre côté, chaque conduit interne 14 débouche en tête du piston torique 2 dans la chambre torique 4 et est obturable par une soupape d'admission 19. Cette soupape est commandée par une tige 20 traversant longitudinalement le piston torique 2 et actionnable par un système à levier 21 portant un galet 22, et est susceptible de coopérer avec des cames 23 solidaires du bâti 13 de la machine et agencées circonférentiellement, comme on le voit bien sur la figure 2.

Le fond 24 de chaque chambre torique 4 est pourvu d'une soupape d'échappement 25 également commandée par levier 26 et cames non représentées solidaires du bâti, ladite soupape permettant l'échappement des gaz par un orifice 27 ménagé dans le rotor secondaire ou mené 3.

Les rotors 1 et 3 présentent la forme générale de plateaux circulaires coaxialement accolés et dont les faces externes comportent des ailettes 28 permettant la circulation de l'air de refroidissement des rotors. On a montré en 29 sur la figure 3 des conduits d'entrée d'air de refroidissement, et en 30 des orifices de communication avec l'espace 13a du bâti 13 contenant les deux rotors ou plateaux 1 et 3.

Par ailleurs, on a montré schématiquement en 31 sur la figure 2 des clapets d'aspiration des gaz frais dans les chambres 16 de suralimentation. Bien entendu, comme cela est connu en soi, on a prévu des segments d'étanchéité des pistons toriques 2, des segments d'étanchéité des chambres de suralimentation 16, ainsi que des segments d'étanchéité annulaires entre les deux rotors 1 et 3.

On décrira ci-après le fonctionnement du moteur qui vient d'être décrit.

D'une manière générale, les variations périodiques de volume des chambres toriques 4 permettent de transformer la détente d'un gaz ou d'une vapeur, ou encore la combustion d'un mélange gazeux, en un couple moteur. On supposera tout d'abord que le rotor secondaire 3 se trouve immobilisé

par le fait que le système d'indexage 5 bloque son mouvement de rotation dans les deux sens. Si, à cet instant, on amène dans les chambres toriques 4, alors à leur volume minimum, un gaz sous pression, on comprend que l'effort exercé sur les pistons 2 produira un couple qui entraîne en rotation le rotor moteur 1. Le gaz sous pression se détend dans les chambres toriques et si l'échappement du gaz est provoqué avant que les pistons n'arrivent en fin de course et que, à ce moment là, le système d'indexage 5, entraîné par l'inertie du rotor moteur 1, mette en mouvement le rotor secondaire, jusqu'à une vitesse supérieure à celle du rotor moteur, de façon à le ramener à sa position relative initiale par rapport à ce dernier, on comprend que l'on peut obtenir un mouvement de rotation entretenu de l'ensemble.

La rotation du rotor moteur 1 sera sensiblement continue, en raison de l'inertie importante des masses en mouvement, tandis que la rotation du rotor secondaire 3 sera pulsée. En d'autres termes, le rotor secondaire 3 sera animé d'un mouvement intermittent de rattrapage périodique du rotor moteur 1.

Le moteur illustré sur les figures 1 à 3 peut fonctionner en moteur à combustion interne à quatre temps ou à deux temps, comme on l'expliquera ci-après en se reportant plus particulièrement aux figures 4 à 8.

Sur la figure 8 illustrant un cycle thermodynamique complet, on a montré, à titre d'exemple, les courbes de vitesses respectives du rotor moteur "V_m" et du rotor secondaire "V_s" d'un moteur selon l'invention fonctionnant en moteur à combustion interne à quatre temps et comportant quatre chambres toriques de combustion repérées en C_1, C_2, C_3 et C_4 sur les figures 4 à 7. Les quatre temps, aspiration, compression, détente motrice et échappement ont été respectivement repérés par AS, CO, DE, et EC sur la figure 8. A une rotation angulaire de 45° du rotor moteur 1 correspond un volume maximum des chambres de combustion 4, tandis qu'à une rotation angulaire de 90° du rotor moteur correspond

un volume minimum desdites chambres de combustion, cette séquence se répétant pour une rotation de 135° et de 180° respectivement du rotor moteur. Ceci est matérialisé sur la figure 8 par les légendes $\underline{v}$ maxi et $\underline{v}$ mini. Enfin, on a repéré en A les instants d'allumage du mélange combustible dans les quatre chambres C_1 à C_4.

Suivant l'exemple représenté, le rotor secondaire 3 est immobile pendant la plus grande partie de la phase détente motrice DE des chambres C_2 et C_4 , qui coïncide avec la phase aspiration AS des chambres C_1 et C_3. Puis le rotor secondaire est mis en mouvement, comme on l'a expliqué plus haut, par le système d'indexage 5. Le volume maximum des chambres de combustion est atteint au moment où la vitesse V_s du rotor secondaire 3 a rejoint celle du rotor primaire. A partir de ce moment, la vitesse du rotor secondaire 3 continuant de croître, jusqu'à dépasser largement celle du rotor moteur 1, le volume des chambres de combustion diminue, ce qui correspond aux phases échappement EC des chambres C_2 et C_4 et compression des chambres C_1 et C_3 . Le volume minimum des chambres de combustion est atteint au moment où la vitesse du rotor secondaire, en décélération, est redevenue égale à celle du rotor moteur. A ce moment, un demi-cycle thermodynamique a été réalisé.

On voit donc que le cycle thermodynamique complet permettant aux quatre chambres de combustion C_1 à C_4 de travailler, correspond à un demi tour du rotor moteur 1. Pendant ce cycle, deux explosions simultanées et diamétralement opposées se produisent à chaque quart de tour du moteur.

On se reportera maintenant aux figures 4 à 7 pour décrire plus précisément le fonctionnement d'un tel moteur à quatre chambres de combustion.

Sur la figure 4 on a représenté la position relative des deux rotors 1 et 3 au moment où le rotor secondaire 3 vient de s'arrêter, le rotor moteur 1 continuant à tourner suivant un mouvement uniforme. Les quatre chambres de

combustion C_1, C_2, C_3 et C_4 se trouvent sensiblement à leur volume minimum et l'allumage, réalisé par exemple à l'aide de bougies montrées schématiquement en 40 sur la figure 2, vient de se produire dans C_2 et C_4.

Le mouvement du rotor moteur 1 vient de commander l'ouverture des soupapes d'admission situées en tête des pistons P_1 et P_3, dans les chambres C_1 et C_3 respectivement.

Les chambres de suralimentation C_5, C_6, C_7 et C_8 sont remplies de gaz frais se trouvant à la pression atmosphérique et aspiré à travers le clapet 31 depuis les conduites 17 communiquant avec l'alésage 18 de l'arbre moteur 7, comme on l'a expliqué précédemment.

Sur la figure 5, on voit la position relative des rotors 1 et 3 au moment où le rotor secondaire 3, entraîné par le système d'indexage 5, s'est mis en mouvement. Sa vitesse va bientôt rejoindre celle du rotor moteur 1.

Les quatre chambres de combustion C_1 à C_4 se trouvent presque à leur volume maximum, et dans les chambres C_2 et C_4, la détente motrice des gaz brûlés s'achève.

Les soupapes d'échappement repérées en 25 sur la figure 2 sont alors commandées par la rotation du rotor secondaire 3 et s'ouvrent (chambres C_2 et C_4).

Par ailleurs, les gaz frais en surpression dans les chambres de suralimentation C_5 et C_7 sont transférés dans les chambres de combustion C_1 et C_3. La fermeture des soupapes d'admission situées en tête des pistons P_1 et P_3, dans les chambres de combustion C_1 et C_3, va être commandée par le mouvement du rotor moteur.

Sur la figure 6, on voit la position relative des rotors alors que le rotor secondaire qui a été mis en rotation par le système d'indexage 5, jusqu'à une vitesse supérieure à celle du rotor moteur 1, s'est rapproché de celui-ci. Les chambres toriques de combustion sont à cet instant à peu près à mi-volume. Dans les chambres C_1 et C_3, les gaz frais sont comprimés, tandis que dans les chambres C_2 et C_4, l'échappement des gaz brûlés est en cours et

s'effectue au travers des soupapes d'échappement restées ouvertes. Dans les chambres de suralimentation C_5, C_6, C_7 et C_8, les gaz frais sont aspirés.

Enfin, sur la figure 7, on voit la position relative des rotors, lorsque le rotor moteur 1 a effectué une rotation de 90° depuis la position de départ représentée sur la figure 4.

Dans cette position, la compression a atteint son maximum dans les chambres C_1 et C_3 et l'allumage a été déclenché. D'un autre côté, dans les chambres C_2 et C_4, la fermeture des soupapes d'échappement a été commandée par la rotation du rotor secondaire 3, alors que l'ouverture des soupapes d'admission situées en tête des pistons P_2 et P_4 va être commandée par la rotation du rotor primaire ou moteur 1. Et les quatre chambres de suralimentation en gaz frais C_5, C_6, C_7 et C_8 sont à nouveau remplies de gaz frais.

On insistera ici sur le fait qu'un tel moteur à combustion interne à quatre temps permet de développer des couples très élevés. Si on compare par exemple un tel moteur comportant huit chambres toriques de combustion, suralimentées à deux atmosphères, à un moteur classique à pistons, bielles et manivelle comprenant huit cylindres de même volume, on obtiendra avec le moteur selon l'invention, pour une vitesse égale, une puissance 16 fois supérieure à celle du moteur classique. C'est dire qu'un moteur de faible cylindrée réalisé selon l'invention est particulièrement apte à développer un couple très important.

Il faut encore ajouter ici que les efforts engendrés par un tel moteur, sont, du fait de l'organisation générale circonférentielle des masses en mouvement, parfaitement équilibrés dynamiquement, d'où un fonctionnement très doux et l'absence pratiquement totale de vibrations.

Au surplus, on ajoutera qu'un tel moteur possède un excellent rendement thermodynamique ainsi qu'une distribution par soupapes en tête de piston et en fond de chambre de combustion qui est notablement simplifiée par rapport

aux moteurs classiques.

Par ailleurs, ce moteur avec distribution par soupapes peut fonctionner avec cycle à deux temps comme on l'expliquera brièvement ci-après en se reportant à nouveau aux schémas des figures 4 à 7.

Dans ce cas là, et si l'on se reporte à la figure 4, l'allumage se produit simultanément dans les quatre chambres de combustion C_1 à C_4 , celles-ci se trouvant à leur volume minimum, tandis que les chambres de suralimentation C_5 à C_8 sont remplies de gaz frais.

Ensuite, comme on peut le comprendre sur la figure 5, la détente des gaz brûlés s'achève dans les quatre chambres toriques C_1 à C_4 qui se trouvent alors presque à leur volume maximum, et les soupapes d'échappement de ces quatre chambres viennent de s'ouvrir. Les gaz frais dans les quatre chambres de suralimentation C_5 à C_8 ont été évidemment comprimés et lorsque les soupapes d'admission intégrées à chacun des quatre pistons P_1 à P_4 s'ouvrent, les gaz brûlés seront balayés par les gaz frais comprimés dans les chambres C_5 à C_8 . La rotation du rotor secondaire 3, qui se poursuit, entraînera, après le balayage, la fermeture des soupapes d'échappement. Cependant, l'alimentation en gaz frais comprimés se poursuivra encore quelques instants, de sorte qu'une suralimentation des chambres de combustion aura été réalisée. Puis les soupapes d'admission se fermeront.

Lorsque les rotors 1 et 3 se trouvent dans la position relative illustrée sur la figure 6, une compression partielle est déjà réalisée dans les chambres toriques C_1 à C_4, tandis que dans les chambres de suralimentation C_5 à C_8, des gaz frais sont aspirés.

Enfin, comme on peut le comprendre en se reportant à la figure 7 montrant les deux rotors ayant effectué une rotation de 90° par rapport à la position de la figure 4, le cycle thermodynamique est achevé. C'est dire que l'allumage peut se produire à nouveau et simultanément dans les quatre chambres toriques C_1 à C_4 ramenées à leur

volume minimum, soit en fin de compression.

On décrira maintenant un autre mode de réalisation de moteur à combustion interne réalisé conformément aux principes de l'invention et illustré schématiquement dans les figures 9 et 10.

Ce moteur est équipé d'un système de distribution sans soupapes et fonctionne suivant un cycle à deux temps.

Comme il apparaît sur les figures 9 et 10, chaque piston torique P_1 à P_4 est muni d'un conduit interne 41 qui débouche en 42 sur le côté du piston. Le conduit 41 est susceptible de communiquer avec un évidement 43 du rotor secondaire 3 de façon à mettre en relation ledit conduit 41 avec la chambre torique de combustion. Chaque chambre de combustion C_1 à C_4 comporte un conduit d'échappement 44 dont l'orifice extérieur ou débouchant est susceptible de venir en regard d'un orifice d'échappement 45 ménagé dans le rotor primaire 1.

On ne décrira pas ici en détail un cycle de fonctionnement complet d'un tel moteur, puisqu'il est tout à fait comparable au cycle à deux temps qui a été décrit précédemment.

On dira simplement ici que la figure 9 montre la position relative des rotors 1 et 3 alors que s'effectue la détente motrice dans les chambres toriques de combustion C_1 à C_4. Le rotor secondaire 3 est immobile, et les orifices 44 et 42 sont obturés. Dans les chambres C_5 à C_8, les gaz frais sont légèrement comprimés.

La figure 10 montre les rotors 1 et 3 au moment du balayage des gaz brûlés. On voit ici que les conduits d'échappement 44 et 45 ont été mis en communication et que, de même, les orifices 42 des conduits 41 ont été mis en communication avec les évidements 43, ce qui permet le passage des gaz frais, légèrement comprimés dans les chambres C_5 à C_8, dans les chambres toriques de combustion C_1 à C_4 respectivement. En d'autres termes, le balayage des gaz brûlés se fait longitudinalement dans les chambres toriques de combustion.

On décrira maintenant un troisième mode de réalisation d'un moteur selon l'invention qui fonctionne en moteur à fluide sous pression, tel que air comprimé ou vapeur, et qui est illustré schématiquement sur la figure 11.

Ce moteur fonctionne évidemment suivant un cycle à deux temps et ne comporte pas de soupapes.

Suivant l'exemple de réalisation représenté, le fond de chaque chambre torique C_1 à C_4 est muni d'un conduit 46 qui débouche en 47 à la périphérie du rotor secondaire 3. L'orifice 47 est susceptible de venir en regard d'un orifice 48 d'admission de fluide sous pression, lequel orifice est pratiqué dans un élément approprié 49 solidaire du bâti de la machine. Cet élément 49 peut par exemple revêtir la forme d'un patin qui, comme on le voit bien sur la figure 11, épouse la périphérie du rotor secondaire 3.

Le fonctionnement d'un tel moteur s'apparente, d'une manière générale, à celui qui a été décrit pour les moteurs considérés précédemment, et on ne décrira pas ici en détail le cycle de fonctionnement.

Il convient simplement de dire qu'en début de cycle, de la vapeur sous pression est admise simultanément dans les quatre chambres C_1 à C_4, alors que le rotor secondaire ou mené 3 est immobile. Pendant cette phase, les orifices 48 et 46 sont évidemment en communication. Puis, comme on le voit sur la figure 11, la vapeur est détendue. Le rotor secondaire 3 s'étant mis en mouvement grâce au dispositif d'indexage 5 (figure 1), l'orifice 47 d'admission de vapeur se trouve par conséquent obstrué. Et la vapeur se détend jusqu'à ce que les chambres C_1 à C_4 atteignent leur volume maximum. Le rotor 3 continue de tourner jusqu'à ce que l'orifice 47 franchisse le patin 49 et soit dégagé ce qui correspond à l'achèvement de la phase détente. Dès lors, la pression dans les quatre chambres toriques C_1 à C_4 retombe à la pression atmosphérique et la vapeur s'échappe. Et cela jusqu'à ce que s'effectue une rotation de 90° du rotor moteur 1, comme on l'a décrit précédemment, et que

finalement le rotor secondaire 3 se trouve dans une position telle que l'orifice 46 se trouve en face de l'orifice 48a du patin suivant 49a, ce qui permet une nouvelle admission de vapeur.

On se reportera enfin à la figure 12 qui illustre schématiquement un dispositif qui permet d'assister constamment le rotor secondaire 3 lors de sa rotation intermittente périodique, un tel dispositif pouvant avantageusement être utilisé avec tous les modes de réalisation de moteurs décrits précédemment.

Suivant l'exemple de réalisation représenté, ce dispositif comprend essentiellement une came 50 en forme d'étoile qui est calée sur l'arbre 12 du rotor secondaire 3. Comme on peut le comprendre en se reportant notamment à la figure 1, cette came peut être située entre le pignon 11 porté par l'arbre 12 et la face externe du rotor secondaire 3.

Comme il apparaît clairement sur la figure 12, un bras ou analogue 51 articulé en 52 sur le bâti 13 et portant à son extrémité libre un galet ou analogue 53 prend constamment appui sur la came 50 grâce à un moyen de pression, tel que par exemple un ressort puissant ou un vérin 54 agencé entre le bâti 13 et ledit bras 51.

On comprend donc que du fait de la configuration particulière en étoile de la came 50, la rotation du rotor secondaire 3, entraînant ladite came, provoquera à un certain moment, la compression du ressort, c'est-à-dire un stockage d'énergie sous forme potentielle, et permettra à d'autres moments, et ce alternativement, la transformation de cette énergie potentielle en une énergie mécanique fournie au rotor secondaire 3.

Plus précisément, le dispositif précité permet, à chaque pulsion du rotor secondaire 3, de stocker momentanément son énergie cinétique pendant sa phase de décélération, puis de lui restituer cette énergie, pendant sa phase d'accélération.

Dès lors, la came 50 joue le rôle d'un dispositif de pulsion assistée du rotor secondaire 3, de sorte que le système d'indexage 5 et l'engrenage 9 (pignons 10 et 11) sont pratiquement déchargés de tout effort notable et ont seulement pour but de contrôler les positions relatives des rotors 1 et 3 à tout instant.

Par conséquent, grâce au dispositif ci-dessus décrit, les moteurs réalisés selon la présente invention peuvent travailler en douceur et à des vitesses de rotation plus élevées tout en conférant une plus grande longévité aux principaux organes de ces moteurs.

On a donc réalisé suivant la présente invention une nouvelle machine qui peut revêtir diverses formes de réalisation et dont le fonctionnement demeure doux et parfaitement équilibré, n'engendrant ni vibrations, ni efforts alternatifs sur les divers organes en mouvement, et procurant des couples très élevés, ce qui, au total, rend son application particulièrement avantageuse pour la propulsion des navires notamment.

REVENDICATIONS

1.- Machine à au moins un piston monté coulissant dans une chambre de travail et dont l'un de ces deux éléments est menant et relié à un arbre rotatif, caractérisée en ce que l'élément menant est animé d'un mouvement unidirectionnel au moins approximativement continu, tandis que l'autre élément dit mené est animé d'un mouvement unidirectionnel intermittent de rattrapage périodique dudit élément menant.

2.- Machine selon la revendication 1, caractérisée en ce que la trajectoire commune des deux éléments précités respectivement menant et mené est circulaire.

3.- Machine selon la revendication 1 ou 2, caractérisée en ce que l'élément menant est constitué par un rotor primaire (1) solidaire d'un arbre rotatif et portant au moins un piston torique (2) coaxial à l'axe de rotation de ce rotor, tandis que l'élément mené est constitué par un rotor secondaire (3) coaxialement accolé au rotor primaire (1) et portant au moins une chambre torique (4) dans laquelle coulisse ledit piston torique (2), ces deux rotors étant accouplés par des moyens de transmission de rotation du rotor primaire (1) au rotor secondaire de telle manière que le rotor secondaire (3) soit entraîné par intermittence par le rotor primaire (1) pour rattraper périodiquement ce dernier, et entre-temps, reste bloqué en rotation dans le sens opposé.

4.- Machine selon la revendication 3, caractérisée en ce que les moyens de transmission précités sont constitués par un système d'indexage (5) établi entre deux arbres parallèles (7, 7a) dont l'un (7) est solidaire du rotor primaire (1) et dont l'autre (7a) est susceptible d'entraîner en rotation le rotor secondaire (3), par l'intermédiaire d'un engrenage (9) par exemple.

5.- Machine selon la revendication 3 ou 4, caractérisée en ce que les deux rotors primaire (1) et

secondaire (3) précités sont constitués par des plateaux circulaires dont les faces en vis-à-vis (1a, 3a) comportent chacune au moins une gorge (1b, 3b) dans laquelle sont respectivement logés et fixés le piston torique (2) et la chambre torique (4) précités.

6.- Machine selon l'une des revendications précédentes, et fonctionnant en moteur à combustion interne, caractérisée en ce que chaque piston torique précité comporte de préférence, suivant sa direction longitudinale, un conduit interne (14,41) débouchant dans une chambre de suralimentation en gaz frais (16) prolongeant la chambre torique de combustion (4) et formée entre le rotor secondaire (3) et le rotor primaire (1).

7.- Machine selon la revendication 6, caractérisée en ce que chaque conduit interne (14, 41) précité communique par l'intermédiaire d'un moyen formant clapet (31) et de conduites de préférence radiales (17) ménagées dans le rotor primaire (1), avec un alésage (18) pratiqué dans l'arbre (7) de ce rotor et raccordé à une source de gaz frais.

8.- Machine selon l'une des revendications 3 à 7, caractérisée en ce que chaque conduit interne (14) précité débouche en tête du piston torique (2) dans la chambre de combustion (4) et est obturable par une soupape d'admission (19).

9.- Machine selon la revendication 8, caractérisée en ce que la soupape précitée est commandée par une tige (20) traversant longitudinalement le piston torique (2) et actionnable par au moins un levier (21) coopérant avec une came (23) solidaire du bâti (13) de la machine.

10.- Machine selon l'une des revendications précédentes, caractérisée en ce que le fond (24) de chaque chambre torique (4) de combustion en regard de la tête du piston (2) est muni d'une soupape d'échappement (25) également commandée par levier (26) et came solidaire du bâti et permettant l'échappement des gaz brûlés par un orifice (27) ménagé dans le rotor secondaire (3).

11.- Machine selon l'une des revendications 1 à 7 et fonctionnant en moteur à combustion interne à deux temps, caractérisée en ce que chaque conduit interne précité (41) débouche sur le côté du piston torique (2) solidaire du rotor primaire (1) et est susceptible de communiquer avec un évidement (43) du rotor secondaire (3) mettant en relation ledit conduit avec la chambre torique de combustion (4) qui comporte un conduit d'échappement (44) dont l'orifice débouchant est susceptible de venir en regard d'un orifice d'échappement (45) du rotor primaire (1).

12.- Machine selon l'une des revendications 1 à 5 et fonctionnant en moteur à fluide sous pression, caractérisée en ce que le fond de chaque chambre torique (4) est muni d'au moins un conduit (46) débouchant à la périphérie du rotor secondaire (3) et susceptible de venir en regard d'un orifice (48) d'admission de fluide sous pression pratiqué dans un élément (49), tel que patin ou analogue, solidaire du bâti de la machine et épousant la périphérie du rotor secondaire.

13.- Machine selon l'une des revendications précédentes, caractérisée en ce qu'en vue d'assister constamment le rotor secondaire (3) lors de sa rotation intermittente périodique, ledit rotor est muni d'une came (50) sur laquelle prend constamment appui un bras ou analogue (51) monté articulé sur le bâti (13) de la machine et sollicité par un moyen de pression (54) tel que par exemple un ressort ou un vérin.

14.- Machine selon la revendication 13, caractérisée en ce que la came précitée présente sensiblement la forme d'une étoile et est calée sur l'arbre (12) du rotor secondaire (3) emmanché sur l'arbre (7) du rotor primaire (1), en étant de préférence située entre ledit rotor secondaire et l'engrenage (9) permettant sa rotation.

15.- Machine selon l'une des revendications précédentes, caractérisée en ce que les faces externes des deux rotors ou plateaux précités (1, 3) sont pourvues d'ailettes (28) permettant de faire circuler l'air de

refroidissement aspiré dans des conduits ou analogues (29) ménagés dans le bâti (13) de la machine.

16.- Machine selon l'une des revendications précédentes, caractérisée en ce qu'elle comporte une pluralité de pistons et chambres toriques associées, répartis suivant une ou plusieurs circonférences, et de préférence suivant une disposition diamètralement opposée.

17.- Engin de transport, tel que par exemple navire, utilisant au moins une machine selon l'une des revendications précédentes.

Fig. 4

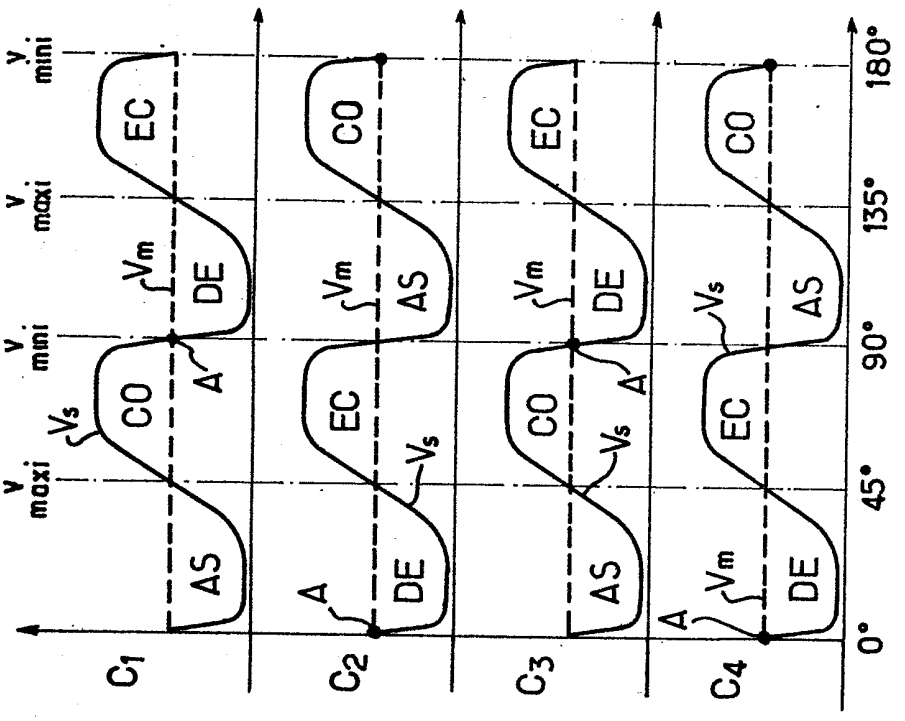

v maxi
v mini
Vs
CO
AS
A
Vm
DE
EC
0°
45°
90°
135°
180°
C1
C2
C3
C4

Fig. 1

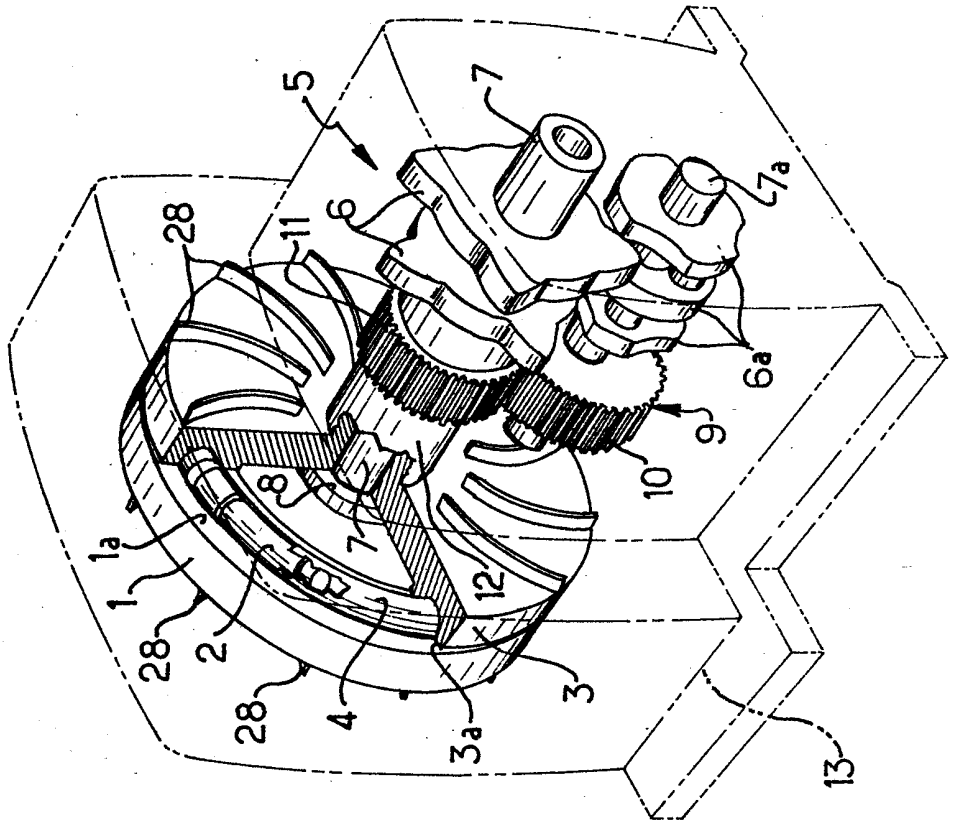

5
7
7a
6
11
28
6a
9
10
8
1a
1
2
12
3
4
3a
13

Fig. 3

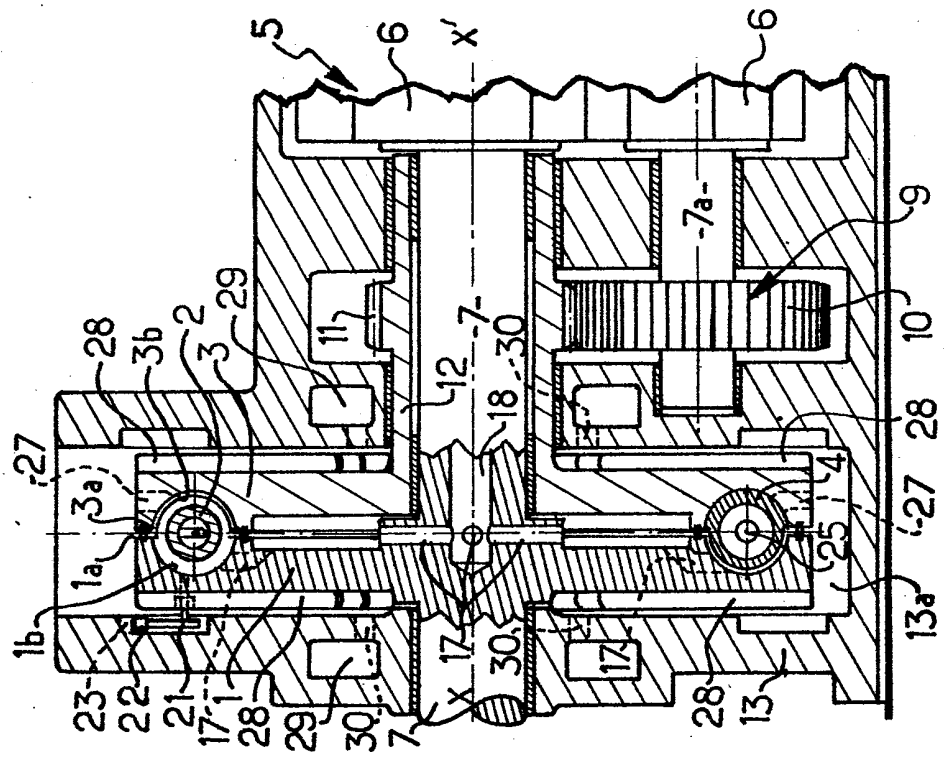
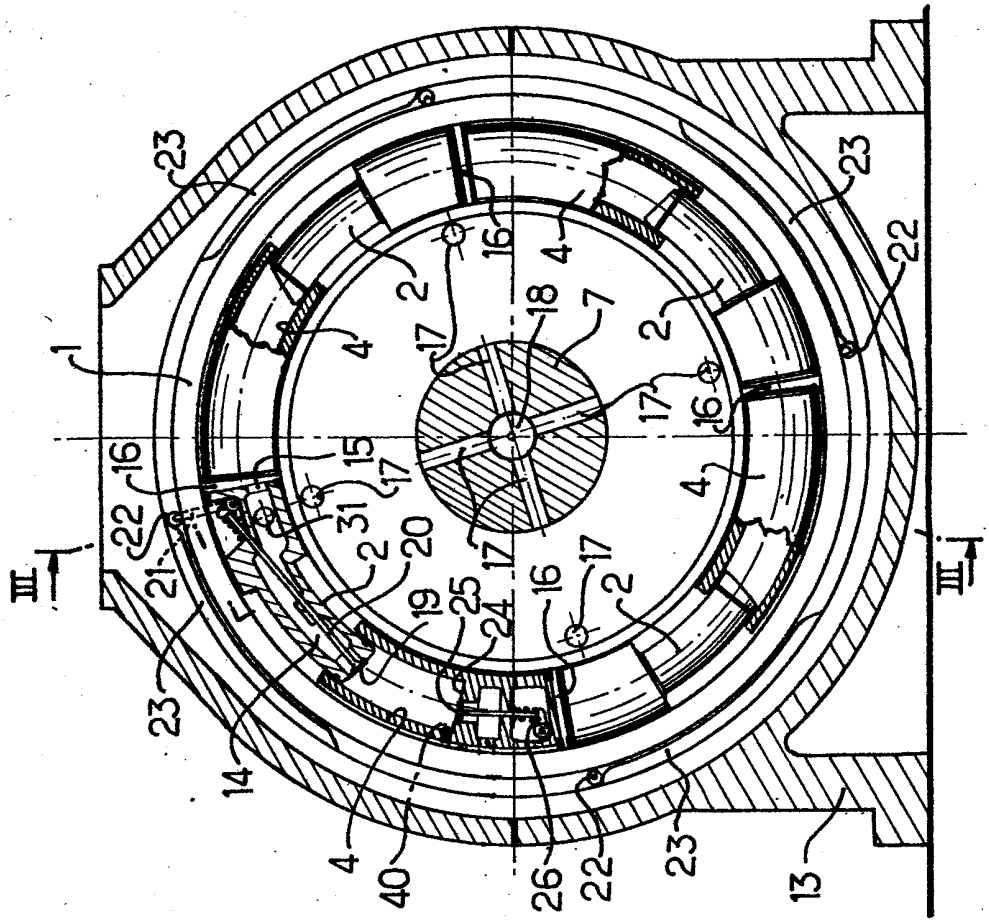


Fig. 2



2519697

Fig: 4

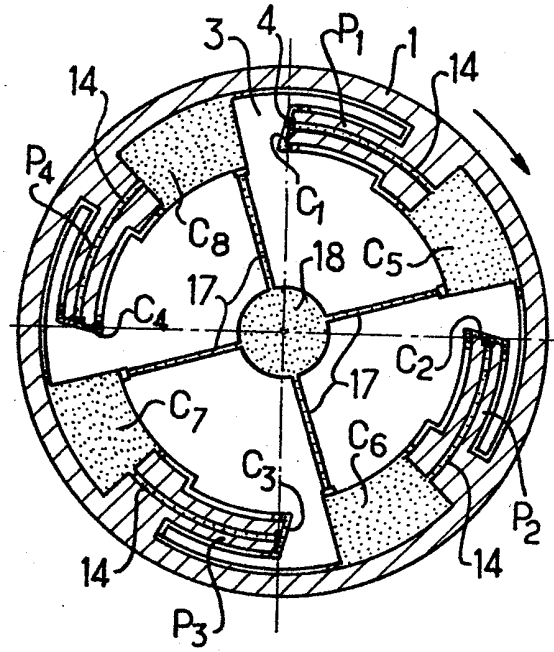


Fig: 5

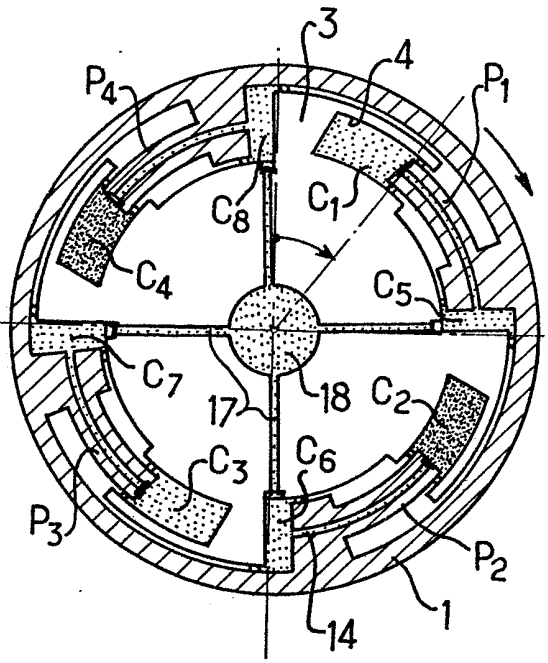


Fig: 6

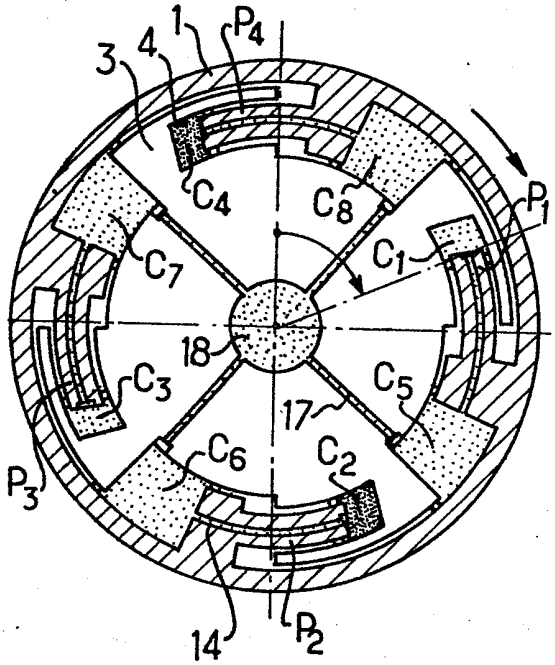


Fig: 7

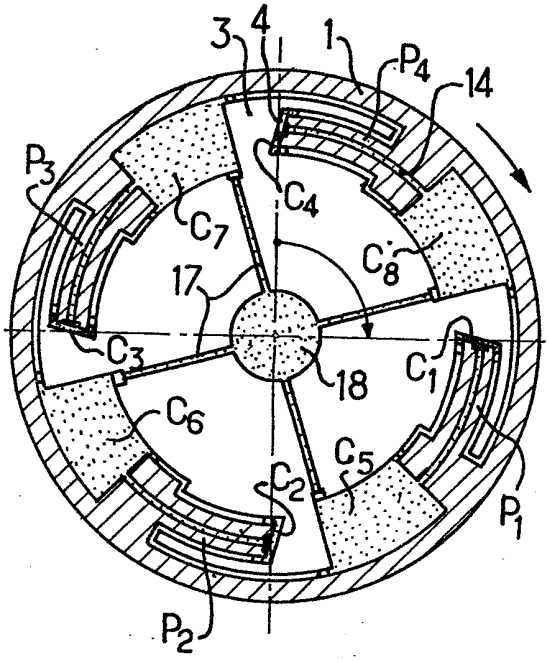


Fig: 9

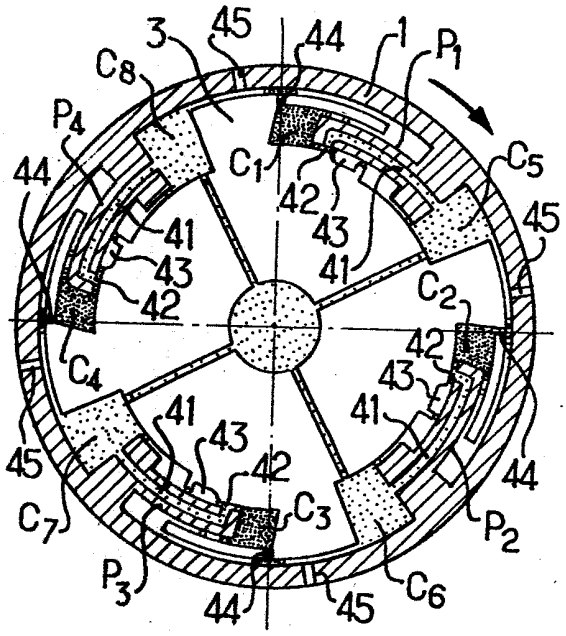


Fig: 10

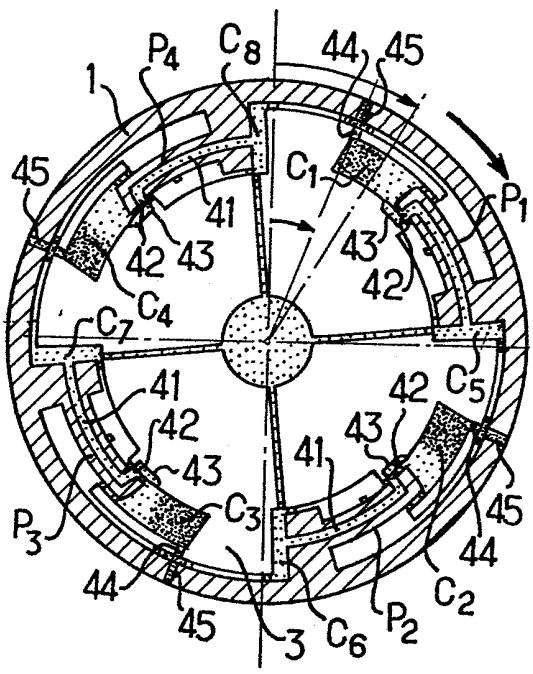


Fig: 11

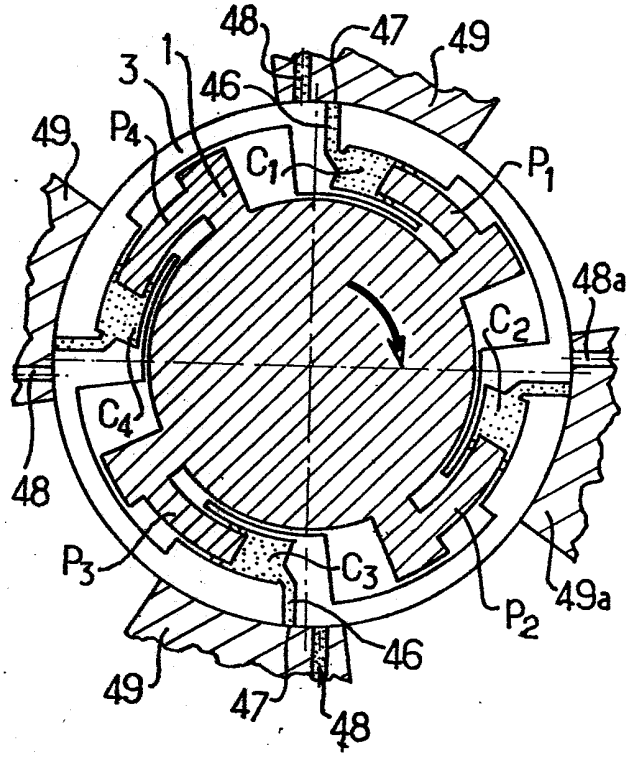
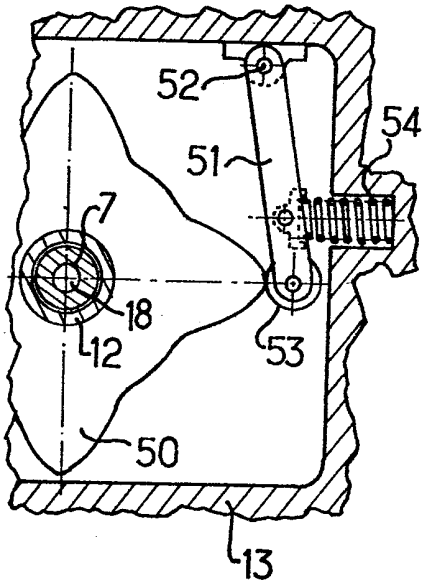



Fig: 12