



(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(21) Numéro de dépôt : **91401216.6**

(51) Int. Cl.⁵ : **F04B 9/04, F04B 39/00,
F04B 39/10, F04B 49/02**

(22) Date de dépôt : **07.05.91**

(30) Priorité : **15.05.90 FR 9006043**

(43) Date de publication de la demande :
18.12.91 Bulletin 91/51

(84) Etats contractants désignés :
AT BE CH DE DK ES FR GB GR IT LI NL SE

(71) Demandeur : **L'OREAL**
14, Rue Royale
F-75008 Paris (FR)

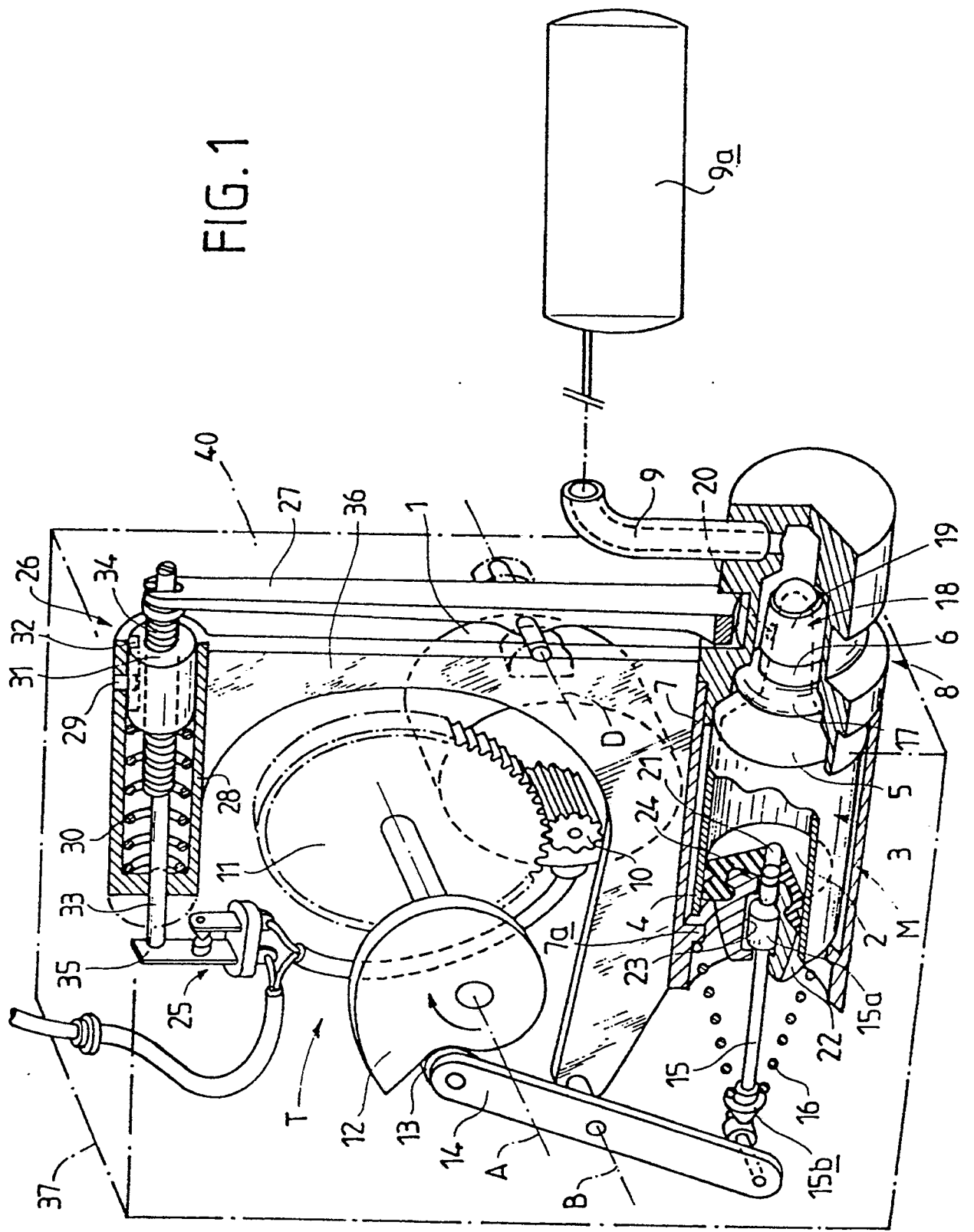
(72) Inventeur : **Bauer, Daniel**
8 Bis, allée La Fontaine
F-93340 Le Raincy (FR)
Inventeur : **Leroy, Frédéric**
4 Bis, rue de Montesquiou
F-92210 Saint-Cloud (FR)
Inventeur : **Braque, Gérard**
33, rue de Dijon
F-77290 Mitry-le-Neuf (FR)
Inventeur : **Charon, André**
20, avenue du Général Leclerc
F-95380 Louvres (FR)

(74) Mandataire : **Peuscet, Jacques et al**
Cabinet Peuscet 68, rue d'Hauteville
F-75010 Paris (FR)

(54) **Dispositif de compression, en particulier pour le remplissage sous pression d'un réservoir.**

(57) Le dispositif de compression d'un gaz comprend un moteur (1), un piston (2) propre à se déplacer linéairement dans un corps de pompe, un moyen de transmission (T) entre le moteur (1) et le piston (2) propre à transformer le mouvement rotatif fourni par le moteur (1) en un mouvement de translation alternatif du piston (2). Des moyens de variation de vitesse comprenant une came (12) sont prévus pour communiquer au piston (2) du compresseur une vitesse différente selon la résistance opposée au moteur (1) au cours d'un cycle complet admission-compression, de sorte que le couple résistant soit sensiblement constant et que le moteur (1) travaille à son couple maximum donc à son rendement maximum. Le profil de la came (12) est déterminé de manière à assurer une compression sensiblement isotherme du gaz.

FIG. 1



L'invention concerne un dispositif de compression d'un fluide, en particulier pour le remplissage sous pression d'un réservoir, du genre de ceux qui comprennent un moteur, un piston propre à se déplacer linéairement dans un corps de pompe, un moyen de transmission entre le moteur et le piston propre à transformer le mouvement rotatif fourni par le moteur en un mouvement de translation alternatif du piston, des moyens de variation de vitesse propres à communiquer au piston du compresseur une vitesse différente selon la résistance opposée au moteur au cours d'un cycle complet admission-compression, ces moyens de variation de vitesse comprenant une came entraînée en rotation à partir de l'arbre du moteur et agissant par sa périphérie contre un galet lié au piston, des moyens élastiques étant prévus pour maintenir le galet en appui contre la came, l'ensemble étant tel que le couple résistant soit sensiblement constant.

EP-A-0 286 792 concerne un dispositif de ce genre pour une pompe de dosage de liquide. Selon la réalisation de la figure 4, le poussoir de la pompe est déplacé par une came en forme de spirale, plus précisément en forme de spirale d'Archimède dont le rayon polaire a une longueur proportionnelle à l'angle polaire. Ceci permet d'obtenir une force de poussée sensiblement constante sur le poussoir lors de la course d'avance de ce poussoir. La course de retour du poussoir correspond à un gradin de la came et se produit en un temps très bref.

Cette disposition permet d'améliorer le rendement global et de réduire la puissance nominale du moteur d'entraînement nécessaire.

Pratiquement, le liquide étant incompressible, et étant refoulé à pression sensiblement constante, la spirale d'Archimède utilisée pour déplacer le poussoir permet d'atteindre le résultat souhaité. De plus, la compression du liquide proprement dit ne crée pratiquement pas de problème d'échauffement.

L'invention concerne un dispositif de compression d'un gaz, en particulier d'air, pour lequel les problèmes posés sont différents, en raison même des différences de nature des fluides, puisque les gaz sont des fluides compressibles.

En particulier, la compression d'un gaz s'accompagne généralement d'un dégagement de chaleur qui vient s'ajouter à celui provoqué par les frottements, sauf à adopter des vitesses de déplacement du piston très faibles, ce qui est pénalisant notamment au niveau du temps de remplissage d'un réservoir chargé en air comprimé.

Or, le dispositif de compression selon l'invention est plus particulièrement prévu pour la recharge d'un réservoir d'air comprimé destiné, notamment, à alimenter des vérins pneumatiques, par exemple associés à de petits robots, ou à la recharge en air comprimé de bidons aérosols. D'une manière générale le réservoir est chargé en air comprimé jusqu'à une certaine pression limite de remplissage ; lorsque cette pression est atteinte, le dispositif de compression est séparé du réservoir. Après utilisation de l'air comprimé stocké, le réservoir doit être rechargé.

L'invention a pour but, surtout, de fournir un dispositif de compression d'un gaz qui permet d'améliorer le rendement de fonctionnement sans avoir à utiliser un moteur plus puissant.

Un autre but de l'invention est de proposer un dispositif de compression compact et modulaire qui permet d'obtenir un plus grand débit par association de plusieurs modules de compression.

Dans cette réalisation, il est plus économique et plus souple d'utilisation d'associer n modules de compression dont chacun comprend un moteur de faible puissance, que de réaliser un seul module avec un moteur de puissance n fois celle du moteur d'un module. Ceci évite la multiplicité des modules différents, selon la puissance requise.

Le dispositif apporte une fiabilité de fonctionnement dans la mesure où l'on peut admettre qu'un élément sur trois ou cinq, par exemple, soit défectueux pendant un certain temps.

Selon l'invention, un dispositif de compression, en particulier pour le remplissage sous pression d'un réservoir, du genre défini précédemment, est caractérisé par le fait :

- que le fluide comprimé est un gaz ;
- que la came a un profil déterminé de manière telle que les déplacements du piston, commandés par cette came, permettent de comprimer le gaz, à puissance constante, selon une variation de pression dans le cylindre de compression répondant sensiblement à la relation $PV = \text{constante}$, de la compression isotherme d'un gaz parfait, P étant la pression du gaz et V le volume de ce gaz,
- et que la vitesse de rotation de la came et donc la fréquence de déplacement du piston sont choisies de manière à limiter l'échauffement du gaz provenant d'un écart entre les propriétés théoriques du gaz parfait et les propriétés du gaz réel et des frottements, en assurant une compression sensiblement isotherme.

La fréquence de déplacement du piston est inférieure à 10 Hz et de préférence inférieure à 3 Hz.

Selon l'invention, la came permet, à puissance constante, de réaliser une compression du gaz sensiblement isotherme correspondant à un rendement énergétique optimal.

Généralement, la vitesse de rotation de la came est constante ; dans ces conditions, le contour de la came est compris entre deux courbes limites dont les rayons polaires pour un angle θ sont respectivement $0,9 R$ et

1,1 R, la valeur R étant déterminée par l'équation suivante de la courbe théorique idéale :

$$R = R_o + (R_M - R_o) \frac{P_M}{P_M - P_o} \left[1 - \left(\frac{P_o}{P_M} \right)^{\theta/\theta_M} \right]$$

Dans cette expression R est le rayon polaire d'un point courant, R_M est le rayon polaire maximal de la courbe et R_o le rayon polaire minimal de la courbe, P_o est la pression de départ du gaz, généralement la pression atmosphérique, et P_M est la pression maximale du gaz.

θ_M varie de 60 à 360° et de préférence de 60 à 340°.

De façon préférentielle, les moyens de transmission comprennent un pignon fixé sur l'arbre du moteur, qui engrène sur une roue dentée pour constituer un réducteur, la came étant fixée sur un axe passant par le centre de la roue dentée, le galet étant en contact avec la périphérie de la came et fixé à l'extrémité d'un balancier pivotant autour d'un axe intermédiaire, l'autre extrémité du balancier étant reliée par une tige au piston.

Avantageusement, le piston comporte un orifice dans le prolongement de la tige et la liaison tige/piston est assurée par un dispositif à perte de mouvement de sorte que dans la phase de traction du piston par la tige, l'orifice est ouvert, ce qui permet l'aspiration tandis que, dans la phase de poussée, l'orifice est fermé par la tige ce qui permet la compression.

L'orifice du piston est coaxial au piston et le dispositif à perte de mouvement comprend un bloc, lié au piston, dans lequel est prévu un logement axial ayant un plus grand diamètre sur sa longueur, tandis que la tige comporte un plus grand diamètre sur une partie de sa longueur, la partie de plus grand diamètre étant située dans le logement, la longueur de la partie de plus grand diamètre de la tige étant inférieure à la longueur du logement du bloc.

De préférence, le corps de pompe est un corps de seringue constitué d'une paroi cylindrique reliée par une paroi tronconique à un nez, ledit corps de seringue étant contenu dans une enveloppe munie à son extrémité voisine du nez de la seringue d'un embout relié par un tuyau au réservoir.

Avantageusement, le corps de seringue comporte une soupape de refoulement, ladite soupape de refoulement étant constituée d'un manchon souple placé autour du nez de la seringue comportant au moins une ouverture recouverte par ce manchon, de sorte que l'ouverture soit ouverte pendant la phase de compression et fermée pendant la phase d'admission.

Dans un premier mode de réalisation, l'embout est mobile et monté coulissant dans un alésage d'extrémité de l'enveloppe.

Le dispositif comporte un manoccontact constitué d'un microrupteur et d'un moyen de tarage de pression de coupure commandé par un levier, ledit moyen de tarage comprenant une tige de tarage entre le microrupteur et le levier, le levier étant lié à une de ses extrémités à l'embout, à son autre extrémité au moyen de tarage et étant monté pivotant autour d'un axe intermédiaire, de telle sorte que lorsque la pression dans le réservoir dépasse la pression de tarage, l'embout se déplace et engendre la rotation du levier, le déplacement de la tige de tarage et la coupure du moteur par le microrupteur.

Dans un deuxième mode de réalisation, le dispositif de compression ne comporte pas de manoccontact et l'embout est fixe. Il subsiste un volume mort dans le corps de seringue qui limite la pression dans le réservoir.

Dans un troisième mode de réalisation, les moyens élastiques prévus pour maintenir le galet en appui contre la came sont constitués par un ressort de rappel, en particulier un ressort de traction, lié à l'une de ses extrémités au bâti et à son autre extrémité à un point du balancier en particulier, dans le cas d'un ressort de traction, à un point du balancier situé entre l'axe d'articulation du balancier et le galet, la disposition des points de liaison des extrémités du ressort étant telle que l'augmentation de la force du ressort lorsque le galet s'écarte du centre de la came est sensiblement compensée par une réduction du bras de levier du ressort, en ce qui concerne le couple de rappel.

De préférence, le dispositif à perte de mouvement comprend une sphère fixée à l'extrémité de la tige, liée au piston, dans lequel est prévu un logement de volume plus grand que celui de la sphère, la sphère étant située dans le logement, une lèvre annulaire entourant l'orifice à l'intérieur du logement.

Le dispositif comporte un manoccontact constitué d'un microrupteur et d'un moyen de tarage de pression de coupure, ledit moyen de tarage comprenant un tube, en particulier transparent et gradué, relié à la canalisation allant de l'embout au réservoir et dans lequel se déplace, sous l'action de la pression du fluide, un piston retenu par un ressort de traction de telle sorte que lorsque la pression dans le réservoir dépasse une pression limite prédéterminée, le piston coupe le moteur par le microrupteur. L'embout est fixe.

Avantageusement, ledit tube comporte un orifice situé vers son extrémité où se trouve le piston vers la fin

de sa course, l'ensemble étant tel que le piston découvre cet orifice qui établit une fuite à l'atmosphère lorsque la pression limite prédéterminée est atteinte dans le réservoir. Ce dispositif peut jouer le rôle de soupape de sécurité pour limiter une éventuelle montée en pression.

De préférence, le tube est ouvert à son extrémité proche du microrupteur de telle sorte que le piston sorte du tube lorsque, dans le réservoir, la pression limite prédéterminée est dépassée.

Quel que soit le mode de réalisation, l'axe longitudinal du ressort du moyen de tarage s'étend sensiblement parallèle à l'axe du corps de seringue, les différents éléments étant supportés par un bâti, le moteur étant disposé entre l'axe longitudinal du ressort du moyen de tarage et le corps de seringue, avec son axe sensiblement orthogonal au plan de l'axe longitudinal du ressort du moyen de tarage et de l'axe du corps de seringue.

L'invention concerne également un ensemble de compression, caractérisé par le fait qu'il comprend des dispositifs de compression disposés dans des coffres parallélépipédiques et placés en parallèle, grande face contre grande face, l'embout de sortie, le levier et l'extrémité de la vis de tarage faisant saillie sur une même face étroite du coffre.

Avantageusement, dans le cas du dispositif où le moyen de tarage de pression de coupure comporte un tube transparent gradué, la graduation du tube est apparente sur une face étroite du coffre.

Pour mieux faire comprendre l'objet de l'invention, on va en décrire maintenant, à titre d'exemple purement illustratif et non limitatif, un mode de réalisation représenté sur les dessins annexés.

Sur ces dessins :

- la figure 1 représente, en perspective, un schéma de principe du dispositif de compression selon l'invention ;
- la figure 2 représente la came vue de face et le galet dans diverses positions de son mouvement, tandis qu'un cylindre et son piston sont schématiquement représentés ;
- la figure 3 représente une coupe du dispositif selon un plan passant par l'axe de rotation de la roue dentée et l'axe du pignon du moteur ;
- la figure 4 représente une vue en perspective d'un système de compression constitué de plusieurs modules de compression placés en parallèle ;
- la figure 5 représente, en perspective, un schéma de principe d'un autre mode de réalisation du dispositif de compression selon l'invention ;
- la figure 6, enfin, représente une autre vue en perspective d'un autre système de compression.

En se référant à la figure 1, on voit que le dispositif de compression comprend un moteur 1, un moyen de compression M et un moyen de transmission T.

Le moyen de compression M est constitué d'un piston 2 se déplaçant linéairement et de façon alternative dans un corps de seringue 3. Le corps de seringue 3 comprend une paroi cylindrique 4 reliée par une paroi tronconique 5 à un nez 6. Ledit corps de seringue 3 est contenu dans une enveloppe 7, appartenant à un bâti 36, munie d'un embout de sortie 8 à son extrémité voisine du nez 6 de la seringue 3, l'embout 8 étant relié par un tuyau 9 à un réservoir 9a. L'embout de sortie 8 est monté rotatif dans l'enveloppe 7.

Le moyen de transmission T comprend : un pignon denté 10 fixé sur l'arbre du moteur 1, qui engrène sur une roue dentée 11 pour constituer un réducteur ; une came 12 fixée sur un axe A passant par le centre de la roue dentée 11 ; un galet 13 en contact avec la périphérie de la came 12 et fixé à une extrémité d'un balancier 14, le balancier pivotant autour d'un axe B. L'autre extrémité du balancier est reliée à une tige 15, qui commande le déplacement du piston 2. La came 12 constitue un moyen de variation de vitesse et son profil a sensiblement une forme de spirale, qui est représentée à la figure 2. Le galet 13 est maintenu en appui contre la came 12 par un moyen élastique, constitué d'un ressort de rappel 16 travaillant en compression et prenant appui, à une extrémité, contre un épaulement 7a de l'enveloppe 7 et, à son autre extrémité contre un épaulement 15b de la tige 15.

Le dispositif de compression est destiné à comprimer un gaz, plus particulièrement de l'air.

La came 12 a un profil 12a (fig. 2) déterminé de manière telle que les déplacements du piston 2, commandés par cette came 12, permettent de satisfaire sensiblement à la relation $PV = \text{constante}$, de la compression isotherme d'un gaz parfait, à puissance constante. P est la pression du gaz dans la chambre 4a, de la paroi cylindrique 4 du corps de seringue, délimitée par le piston 2. V est le volume de cette chambre 4a où est emprisonné le gaz en cours de compression.

La vitesse de rotation de la came 12 est choisie de manière à ce que la fréquence du déplacement du piston limite l'échauffement du gaz provenant d'un écart entre les propriétés théoriques du gaz parfait et les propriétés du gaz réel.

Généralement, la vitesse de rotation de la came est constante. La figure 2, représente une came 12, selon l'invention, destinée à tourner, à une telle vitesse constante, autour de son axe A et qui agit sur un galet 13 porté directement par une extrémité de la tige 15 du piston 2. L'axe du cylindre 4 passe par le centre de la came 12. La configuration géométrique de la figure 2 est sensiblement équivalente à celle de la figure 1 dans

la mesure où l'axe B du levier 14, sur la figure 1, est équidistant des articulations prévues à chaque extrémité de ce levier.

La détermination du profil 12a de la came 12 en coordonnées polaires de centre A, et d'axe origine des angles polaires θ confondu avec l'axe du cylindre 4 passant par A s'effectue de la manière suivante.

5

On exprime tout d'abord que l'on travaille à puissance constante $\mathcal{P}$ soit :

10

$$\mathcal{P} = C \frac{d\theta}{dt} = \text{constante}$$

C = couple développé, constant

t = temps.

15

En désignant par S la section du piston 2, par x l'abscisse à l'instant t du piston et par P(x) la pression du gaz comprimé dans le cylindre 4, à la position x du piston, on peut écrire également

20

$$\mathcal{P} = S P(x) \frac{dx}{dt} = C \frac{d\theta}{dt} \quad (1)$$

On exprime de plus que le produit :

$$P(x)V(x) = \text{constante}$$

25

V(x) est le volume du gaz comprimé lorsque le piston 2 est à la position x.

Ceci correspond à une compression isotherme d'un gaz parfait.

La pression initiale, pour x = 0, est désignée par P₀ ; elle est égale à la pression atmosphérique. Le volume correspondant de la chambre de compression est désigné par V₀.

En désignant par L₀ la longueur maximale du cylindre 4 de compression on a :

$$V_0 = S L_0.$$

30

On désigne par P_M la pression maximale, correspondant à la course utile L_M (L_M inférieure à L₀) du piston.

La relation : PV = constante entraîne :

$$P_0 V_0 = P_x V_x = P_M V_M$$

Comme V_x = S (L₀ - x)

on déduit :

35

$$P_x = P_0 \frac{L_0}{L_0 - x}$$

En désignant par R₀ le rayon vecteur minimal de la came 12 pour $\theta = 0$, et par R_M son rayon vecteur maximal pour θ_M

on a les relations :

40

$$R = x + R_0 \quad x = R - R_0$$

(R = rayon vecteur en un point courant)

et rayon maximal

$$R_M = L_M + R_0 \rightarrow L_M = R_M - R_0$$

45

En reprenant l'équation (1) et en utilisant les relations ci-dessus, on obtient

$$C \frac{d\theta}{dt} = S P(x) \frac{dx}{dt} = S P_0 \frac{L_0}{L_0 - x} \frac{dx}{dt}$$

La résolution de cette équation différentielle, en tenant compte des conditions aux limites permet d'obtenir l'équation polaire :

50

$$R = R_0 + (R_M - R_0) \frac{P_M}{P_M - P_0} \left[1 - \left(\frac{P_0}{P_M} \right)^{\theta/\theta_M} \right]$$

55

En pratique, le profil 12a de la spirale 12 est voisin de celui déterminé par cette équation, et compris entre les deux limites 12b, 12c représentées en traits mixtes sur la figure 2, correspondant à des courbes dont les

rayons vecteurs sont égaux respectivement à $0,9 R$ et $1,1 R$.

Le corps de seringue 3 comporte un joint torique 17 d'étanchéité à la base du nez 6. Le corps de seringue 3 comporte une soupape de refoulement 18 constituée d'un manchon 19 souple placé autour du nez 6 de la seringue qui est muni d'une ouverture 20 recouverte par le manchon 19.

5 Le piston 2 possède un orifice 21 dans le prolongement de la tige 15, coaxial au piston 2. La liaison tige-piston est assurée par un dispositif à perte de mouvement. Le dispositif à perte de mouvement comprend un bloc 22, lié au piston 2, dans lequel est prévu un logement axial 23 ayant un plus grand diamètre sur sa longueur, tandis que la tige 15 comporte un plus grand diamètre sur une partie 15a de sa longueur. La partie 15a de plus grand diamètre de la tige 15 est située dans le logement 23, la longueur de la partie 15a de plus grand diamètre de la tige 15 étant inférieure à la longueur du logement 23 du bloc 22. Le système à perte de mouvement constitue une soupape d'admission 24 pour le corps de seringue 3.

10 Dans le mode de réalisation représenté sur la figure 1, le dispositif de compression comporte également un manocontact constitué d'un microrupteur 25 et d'un moyen de tarage de pression de coupure 26 commandé par un levier 27. Le moyen de tarage 26 comprend un cylindre 28 solidaire du bâti 36. Le cylindre 28 a son axe parallèle à celui de l'enveloppe 7 et est situé vers le bord du bâti opposé à cette enveloppe. Le bâti 36 forme une sorte de C dont le plan moyen est parallèle aux axes du cylindre 28 et de l'enveloppe 7, et orthogonal à l'axe du moteur 1. La roue 11 est disposée dans la concavité du bâti en C et l'axe B est porté par une extrémité de la boucle ouverte du C.

20 Une vis 29 traverse radialement la paroi du cylindre 28 pour faire saillie à l'intérieur. Le moyen de tarage 26 comprend également un ressort de tarage 30, un écrou 31, à surface extérieure cylindrique, muni d'une rainure 32 et une tige de tarage 33 filetée sur une partie de sa longueur constituant une vis de tarage 34. Le ressort de tarage 30 est placé dans le cylindre 28 et prend appui sur la base du cylindre 28 et sur l'écrou 31. La tige de tarage 33 traverse l'intérieur du cylindre, la partie filetée 34 de la tige 33 étant engagée avec le filetage de l'écrou 31. La vis 29 loge dans la rainure 32 de l'écrou 31 de façon à empêcher la rotation de l'écrou 31 dans le cylindre 28. La vis de tarage 34 permet de commander, par rotation de la tige de tarage 33, le déplacement de l'écrou 31 dans le cylindre 28 et de modifier la compression du ressort de tarage 30. La vis de tarage 34 permet donc de régler la raideur du ressort de tarage 30. La tige de tarage 33 est en appui contre une lame 35 du microrupteur 25, à l'extrémité de la tige 33 opposée à celle où se trouve la vis de tarage 34. A son autre extrémité, la tige 33 est en appui contre une extrémité du levier 27. La tige 33 peut coulisser et tourner dans le cylindre 28. Le levier 27 est lié à l'embout 8, à son extrémité éloignée de la tige 33 et est monté pivotant autour d'un axe D intermédiaire.

30 Selon l'invention, le dispositif de compression est placé dans un coffre parallélépipédique 37, l'embout de sortie 8, le levier 27 et l'extrémité de la vis de tarage 34 faisant saillie sur une même face étroite 40 du coffre 37.

35 On va expliquer, ci-après, le fonctionnement du dispositif de compression qui vient d'être décrit.

Avant la phase de compression, le centre du galet 13 est à une distance minimale de l'axe A, ce qui correspond à la position I sur la figure 2. Lorsque la came 12 est entraînée en rotation par la roue dentée 11, dans le sens d'horloge selon la représentation des dessins, le galet 13 contourne le profil de la came 12, comme le montre les positions II et III sur la figure 2. Le centre du galet 13 s'éloigne alors progressivement de l'axe A, de sorte que le balancier 14 pivote autour de l'axe B. La rotation du balancier 14 engendre le déplacement longitudinal de la tige 15, ainsi que la compression du ressort de rappel 16. La tige 15 pousse le piston 2 dans le corps de seringue 3 et ferme l'orifice 21 du piston 2. A la fin de la phase de compression, le galet se trouve à la position IV sur la figure 2 ; le piston 2 est en butée contre la paroi tronconique 5 du corps de seringue 3, de telle sorte que le volume mort du corps de seringue soit minimal. L'air comprimé s'échappe par la soupape de refoulement 18 puis alimente le réservoir 9a par le tuyau 9.

45 La compression étant sensiblement isotherme, l'échauffement est minimum et le rendement est amélioré. Le fonctionnement à puissance constante permet d'exploiter au mieux les performances du moteur électrique d'entraînement.

50 La phase d'admission est assurée par la détente du ressort de rappel 16. Durant la détente du ressort de rappel 16, le centre du galet 13 passe d'une position la plus éloignée par rapport à l'axe A à une position la plus proche de l'axe A, correspondant au passage de la position IV à la position I sur la figure 2. Pendant la phase d'admission, le piston 2 se déplace dans le corps de seringue 3 à une vitesse plus élevée que celle de la phase de compression. La tige 15 tracte le piston 2, l'orifice 21 du piston 2 est alors ouvert, ce qui permet l'aspiration d'air dans le corps de seringue 3.

55 Tant que la pression dans le réservoir 9a n'atteint pas la pression limite de remplissage, le moyen de tarage 26 maintient, par l'intermédiaire du levier 27, l'embout 8 en appui sur l'enveloppe 7. Lorsque la pression du réservoir 9a atteint la pression limite de remplissage, l'embout 8 se déplace longitudinalement vers l'extérieur d'environ 1 mm et provoque la rotation du levier 27 autour de l'axe D. La tige de tarage 33 se déplace alors

longitudinalement, dans le sens opposé au sens de déplacement de l'embout 8, provoquant le déplacement de la lame 35 du microrupteur 25. Le moteur 1 est alors coupé par le microrupteur 25.

Lorsque le réservoir descend en pression, il y a une baisse de pression à l'intérieur de l'embout, de sorte que le ressort de tarage 30 ramène, par l'intermédiaire du levier 27, l'embout en butée sur l'enveloppe 7. La tige de tarage 33 subit un déplacement de telle façon que le microrupteur 25 provoque le démarrage du moteur 1.

Dans un autre mode de réalisation plus simple, le dispositif de compression ne comporte pas de manomètre, l'embout 8 est fixe et le piston 2 ne vient pas en butée contre la paroi tronconique 5 du corps de seringue 3, de sorte qu'il subsiste un volume mort dans le corps de seringue 3.

Dès que la pression dans le réservoir 9a est égale à la pression dans le volume mort du corps de seringue 3 à la fin de la phase de compression, la soupape de refoulement 18 se ferme, sans que le moteur 1 s'arrête.

Dans le mode de réalisation représenté sur la figure 3, le dispositif de compression est disposé pour une présentation compacte. Comme visible sur la figure 3, le moteur 1 est disposé contre une grande face 39 du coffre 37 et le moyen de tarage 26 est situé au-dessus du moteur 1, avec son axe orthogonal à celui du moteur 1. Le moyen de transmission T, avec le pignon 10, la roue 11 et la came 12, est disposé au voisinage de la partie haute de l'autre grande face 39 du coffre 37. Le corps de seringue 3 est disposé en partie basse de cette grande face 39, avec son axe parallèle à celui du moyen de tarage 26. Le levier 27 est incliné sur la verticale.

En se référant à la figure 4, on voit que le système de compression est constitué de plusieurs modules de compression placés en parallèle, les grandes faces 39 en appui les unes contre les autres, afin d'accélérer le remplissage du réservoir 9a. Les sorties des embouts 8 des modules sont reliées par un tube souple 38. Tous les modules peuvent être munis d'un dispositif d'arrêt du moteur, mais cela n'est pas nécessaire. Un seul module muni du dispositif d'arrêt du moteur peut suffire, qui engendre simultanément l'arrêt des autres modules soit directement, soit par l'intermédiaire d'un relais lorsque le pouvoir de coupure du microrupteur 25 risque d'être dépassé.

On a représenté sur les figures 5 et 6 un dispositif de compression correspondant à un troisième mode de réalisation de l'invention. Les éléments de ce dispositif identiques ou jouant des rôles analogues à des éléments décrits à propos des figures précédentes sont désignés par des références numériques égales à la somme du nombre 100 et de la référence utilisée précédemment. La description de ces éléments ne sera pas reprise ou ne sera effectuée que succinctement.

En se référant à la figure 5, on voit que les moyens élastiques prévus pour maintenir le galet 113 en appui contre la came 112 sont constitués d'un ressort de rappel 116. Le ressort de rappel 116 est, dans l'exemple considéré, constitué par un ressort de traction lié à l'une de ses extrémités à un axe E solide du bâti 136 et, à son autre extrémité, à un axe F du balancier 114, l'axe F étant situé entre l'axe de rotation B du balancier 114 et le galet 113. La disposition du ressort 116, des points de liaison E, F des extrémités du ressort est telle que lorsque la distance EF augmente (et donc lorsque la force du ressort 116 augmente), la distance de l'axe de rotation B à la droite EF diminue. De ce fait, le bras de levier de la force développée par le ressort 116 relativement à l'axe B diminue, ce qui compense, au niveau du couple de rappel, l'augmentation de la force. De préférence, lorsque l'élongation du ressort 116 est minimale, la droite EF est tangente à la circonférence centrée sur B et passant par F.

La soupape d'admission 124 du corps de seringue 103 est constituée d'un dispositif à perte de mouvement disposé dans le piston 102. Le dispositif à perte de mouvement comprend une sphère 115a fixée à l'extrémité de la tige 115, liée au piston 102, dans lequel est prévu un logement 123 de plus grand volume que celui de la sphère 115a. La sphère 115a est située dans le logement 123. Le piston 102 possède un orifice 121 dans le prolongement de la tige 115 et deux orifices d'admission 121a, 121b. Une lèvre annulaire 123a entoure l'orifice 121 à l'intérieur du logement 123.

L'embout de sortie 108 est solidaire de l'enveloppe 107 contenant le corps de seringue 103 et comporte une canalisation 109 reliée à un réservoir (non représenté).

Sur la canalisation 109 est placé un manocontact. Le manocontact est constitué d'un microrupteur 125 et d'un moyen de tarage de pression de coupure 126. Le moyen de tarage 126 comprend un tube transparent et gradué 128 ouvert à l'extrémité qui n'est pas liée à la canalisation 109. Dans le tube 128 se déplace un piston 141 lié à un ressort de traction 130. La face du piston 141 est tournée vers l'extérieur. Le levier de commande 135 du microrupteur 125 fait face à l'extrémité ouverte du tube 128. Le tube 128 comporte vers son extrémité ouverte un orifice 142 de mise à l'air libre.

On va expliquer, ci-après, le fonctionnement du dispositif de compression qui vient d'être décrit.

Avant la phase de compression, le ressort de rappel 116 est à son élongation minimale et le bras de levier du ressort est maximal. A la fin de la phase de compression, c'est-à-dire lorsque le galet 113 se trouve en position IV sur la figure 2, le ressort de rappel 116 est à son élongation maximale et le bras de levier du ressort est minimal (position représentée en pointillé sur la figure 5). On voit ainsi que la disposition du ressort de rappel

116 est telle que l'augmentation de la force du ressort 116 par extension est sensiblement compensée, au niveau du couple de rappel, par une réduction du bras de levier du ressort, de sorte que l'énergie absorbée par le ressort 116 et demandée au moteur 101 est sensiblement constante pendant la phase de compression. Cette énergie accumulée est restituée pour assurer la phase d'admission.

5 Pendant la phase de compression, la sphère 115a s'appuie sur la lèvre annulaire intérieure 123a et ferme l'orifice 121, la lèvre annulaire 123a assurant une étanchéité de l'orifice 121 d'autant plus grande que la pression dans le corps de seringue 103 est plus forte. La sphère 115a permet de maintenir l'étanchéité de l'orifice 121 malgré l'obliquité variable de la tige de commande 115. A la fin de la phase de compression, le piston 102 est en butée contre la paroi tronconique 105 du corps de seringue 103, de telle sorte que le volume mort du

10 corps de seringue soit minimal.

Lorsque le réservoir monte en pression, la pression s'élève également dans le tube 128 et déplace, par poussée, le piston 141 vers l'extrémité ouverte du tube, le ressort de traction 130 contrôlant le déplacement du piston en fonction de la pression dans le tube 128. Lorsque la pression dans le réservoir atteint une pression limite prédéterminée, le piston 141 pousse le levier 135 du microrupteur 125 et commande l'arrêt du moteur

15 101.

Si la pression du réservoir dépasse (accidentellement) la pression limite prédéterminée, le piston 141 découvre l'orifice 142 du tube 128 qui établit une fuite à l'atmosphère et provoque une baisse de pression dans le réservoir.

Si l'orifice 142 est bouché, le piston 141 continue son déplacement et sort du tube 128 pour provoquer la

20 vidange rapide d'air comprimé.

En se référant à la figure 6, on voit que le coffre parallélépipédique 137 comporte sur une face étroite 140 une ouverture 143. L'ouverture 143 fait apparaître la graduation du tube 128 qui repère la position du piston 141 et permet d'évaluer la pression à l'intérieur du réservoir.

Bien entendu, le profil de la came 112 est déterminé, comme celui de la came 12, pour assurer une

25 compression du gaz sensiblement isotherme, à puissance constante.

Revendications

30 1 - Dispositif de compression d'un fluide, en particulier pour le remplissage sous pression d'un réservoir, comprenant un moteur (1, 101), un piston (2, 102) propre à se déplacer linéairement dans un corps de pompe, un moyen de transmission (T) entre le moteur (1, 101) et le piston (2, 102) propre à transformer le mouvement rotatif fourni par le moteur (1, 101) en un mouvement de translation alternatif du piston (2, 102), des moyens de variation de vitesse (12, 13, 16 ; 112, 113, 116) propres à communiquer au piston (2, 102) du compresseur

35 une vitesse différente selon la résistance opposée au moteur (1, 101) au cours d'un cycle complet admission-compression, de sorte que le couple résistant soit sensiblement constant, caractérisé par le fait :

- que le fluide comprimé est un gaz ;
- que la came (12, 112) a un profil (12a, 112a) déterminé de manière telle que les déplacements du piston (2, 102), commandés par cette came, permettent de comprimer le gaz à puissance constante, selon une
- 40 variation de pression dans le cylindre de compression répondant sensiblement à la relation $PV = \text{constante}$, de la compression isotherme d'un gaz parfait, P étant la pression du gaz et V le volume de ce gaz,
- et que la fréquence de déplacement du piston (2, 102) est choisie de manière à limiter l'échauffement du gaz provenant d'un écart entre les propriétés théoriques du gaz parfait et les propriétés du gaz réel et des frottements, en assurant une compression sensiblement isotherme.

45 2. Dispositif selon la revendication 1 caractérisé par le fait que la fréquence de déplacement du piston (2, 102) est inférieure à 10 Hz.

3. Dispositif selon la revendication 2 caractérisé par le fait que la fréquence de déplacement du piston (2, 102) est inférieure à 3 Hz.

4. Dispositif selon la revendication 1, 2 ou 3 dans lequel la vitesse de rotation de la came est constante caractérisé par le fait que le contour (12a) de la came (12) est compris entre deux courbes limites (12b, 12c) dont le rayon polaire pour un angle θ est respectivement $0,9 R$ et $1,1 R$, la valeur R étant déterminée par l'équation suivante :

$$R = R_0 + (R_M - R_0) \frac{P_M}{P_M - P_0} \left[1 - \left(\frac{P_0}{P_M} \right)^{\theta/\theta_M} \right]$$

5

où R_0 , R sont les rayons polaires minimal et maximal, l'angle polaire θ_M correspondant au rayon R_M , et P_0 , P_M les pressions minimale et maximale.

10 5. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé par le fait que les moyens de transmission (T) comprennent un pignon denté (10, 110) fixé sur l'arbre du moteur, qui engrène sur une roue dentée (11, 111) pour constituer un réducteur, la came (12, 112) étant fixée sur un axe (A) passant par le centre de la roue dentée (11, 111), le galet (13, 113) étant en contact avec la périphérie de la came (12, 112) et fixé à l'extrémité d'un balancier (14, 114), le balancier (14, 114) pivotant autour d'un axe (B) intermédiaire, l'autre extrémité du balancier (14, 114) étant reliée par une tige (15, 115) au piston (2, 102).

15 6. Dispositif selon la revendication 5 caractérisé par le fait que les moyens élastiques (116) sont constitués par un ressort de rappel, en particulier un ressort de traction, lié à l'une de ses extrémités au bâti (136) et à son autre extrémité à un point du balancier (114), en particulier dans le cas d'un ressort de traction à un point du balancier situé entre l'axe d'articulation (B) et le galet (113), la disposition des points de liaison des extrémités du ressort étant telle que l'augmentation de la force du ressort, lorsque le galet s'écarte du centre (A) de la came, est sensiblement compensée par une réduction du bras de levier du ressort

20 7. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé par le fait que le piston (2 ; 102) comporte un orifice (21 ; 121) dans le prolongement de la tige (15 ; 115), la liaison tige piston étant assurée par un dispositif à perte de mouvement (15a, 22, 23 ; 115a, 123) de sorte que dans la phase de traction du piston (2 ; 102) par la tige (15 ; 115), l'orifice (21 ; 121) soit ouvert, ce qui permet l'aspiration, tandis que dans la phase de poussée, l'orifice (21 ; 121) est fermé par la tige (15 ; 115), ce qui permet la compression.

25 8. Dispositif selon la revendication 7 caractérisé par le fait que l'orifice (21) du piston (2) est coaxial au piston, et le dispositif à perte de mouvement comprend un bloc (22), lié au piston (2), dans lequel est prévu un logement axial (23) ayant un plus grand diamètre sur sa longueur, tandis que la tige (15) comporte un plus grand diamètre sur une partie (15a) de sa longueur, la partie (15a) de plus grand diamètre de la tige (15) étant située dans le logement (23), la longueur de la partie (15a) de plus grand diamètre de la tige (15) étant inférieure à la longueur du logement (23) du bloc (22).

30 9. Dispositif selon la revendication 8 caractérisé par le fait que le dispositif à perte de mouvement comprend une sphère (115a) fixée à l'extrémité de la tige (115), liée au piston (102), dans lequel est prévu un logement (123) de volume plus grand que celui de la sphère (115a), la sphère (115a) étant située dans le logement (123), une lèvre annulaire (123a) entourant l'orifice (121) à l'intérieur du logement (123).

35 10. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 9 caractérisé par le fait que le corps de pompe est un corps de seringue (3, 103) constitué d'une paroi cylindrique (4, 104) reliée par une paroi tronconique (5, 105) à un nez (6, 106), ledit corps de seringue (3, 103) étant contenu dans une enveloppe (7, 107) munie d'un embout (8, 108) à son extrémité voisine du nez (6, 106) de la seringue (3, 103), l'embout (8, 108) étant relié par un tuyau (9, 109) à un réservoir (9a).

40 11. Dispositif selon la revendication 10, caractérisé par le fait que le corps de seringue (3, 103) comporte une soupape de refoulement (18, 118), ladite soupape de refoulement (18, 118) étant constituée d'un manchon souple (19, 119) placé autour du nez (6, 106) de la seringue (3, 103), le nez (6, 106) de la seringue comportant au moins une ouverture (20, 120) recouverte par ce manchon (19, 119), de sorte que l'ouverture soit ouverte pendant la phase de compression et fermée pendant la phase d'admission.

45 12. Dispositif selon la revendication 10 ou 11, caractérisé par le fait que l'embout (8) est mobile et monté coulissant dans un alésage d'extrémité de l'enveloppe (7).

50 13. Dispositif selon la revendication 12 caractérisé par le fait qu'il comporte un manoccontact constitué d'un microrupteur (25) et d'un moyen de tarage (26) de pression de coupure commandé par un levier (27), ledit moyen de tarage (26) comprenant une tige de tarage (33) entre le microrupteur (25) et le levier (27), le levier (27) étant lié à une de ses extrémités à l'embout, à son autre extrémité au moyen de tarage (26) et étant monté pivotant autour d'un axe intermédiaire (D), de telle sorte que lorsque la pression dans le réservoir (9a) dépasse la pression de tarage, l'embout (8) se déplace, engendrant la rotation du levier (27), le déplacement de la tige de tarage (33) et la coupure du moteur (1) par le microrupteur (25).

55 14. Dispositif selon la revendication 11 caractérisé par le fait que l'axe longitudinal du ressort du moyen de tarage s'étend sensiblement parallèle à l'axe du corps de seringue (3, 103), les différents éléments étant supportés par un bâti (36, 136), le moteur (1, 101) étant disposé entre l'axe longitudinal du ressort du moyen

de tarage et le corps de seringue (3, 103), avec son axe sensiblement orthogonal au plan de l'axe longitudinal du ressort du moyen de tarage et de l'axe du corps de seringue (3, 103)

5 15 - Dispositif selon la revendication 10 ou 11, caractérisé par le fait qu'il comporte un mancontact constitué d'un microrupteur (125) et d'un moyen de tarage de pression de coupure (126), ledit moyen de tarage (126) comprenant un tube (128), en particulier transparent et gradué, relié à la canalisation (109) allant de l'embout (108) au réservoir et dans lequel se déplace sous l'action de la pression du fluide, un piston (141) retenu par un ressort de traction (130) de telle sorte que lorsque la pression dans le réservoir dépasse une pression limite prédéterminée, le piston (141) coupe le moteur (101) par le microrupteur (125).

10 16 - Dispositif selon la revendication 15, caractérisé par le fait que le tube (128) comporte un orifice (142) situé vers l'extrémité du tube où se trouve le piston (141) vers la fin de sa course, l'ensemble étant tel que le piston découvre cet orifice qui établit une fuite à l'atmosphère lorsque la pression limite prédéterminée est atteinte dans le réservoir.

15 17 - Dispositif selon la revendication 15 ou 16, caractérisé par le fait que le tube (128) est ouvert à son extrémité proche du microrupteur (125) de telle sorte que le piston (141) sorte du tube (128) lorsque, dans le réservoir, la pression limite prédéterminée est dépassée.

18. Ensemble de compression, caractérisé par le fait qu'il comprend des dispositifs de compression selon l'une des revendications 1 à 5, disposés dans des coffres parallélépipédiques (37) et placés en parallèle, grande face (39) contre grande face, l'embout de sortie (8), le levier (27) et l'extrémité de la vis de tarage (34) faisant saillie sur une même face étroite (40) du coffre (37).

20 19 - Ensemble de compression, caractérisé par le fait qu'il comprend des dispositifs de compression selon l'une des revendications 1 à 5, disposés dans des coffres parallélépipédiques (137) et placés en parallèle, grande face (139) contre grande face, la graduation du tube (128) étant apparente sur une face étroite (140) du coffre (137).

25

30

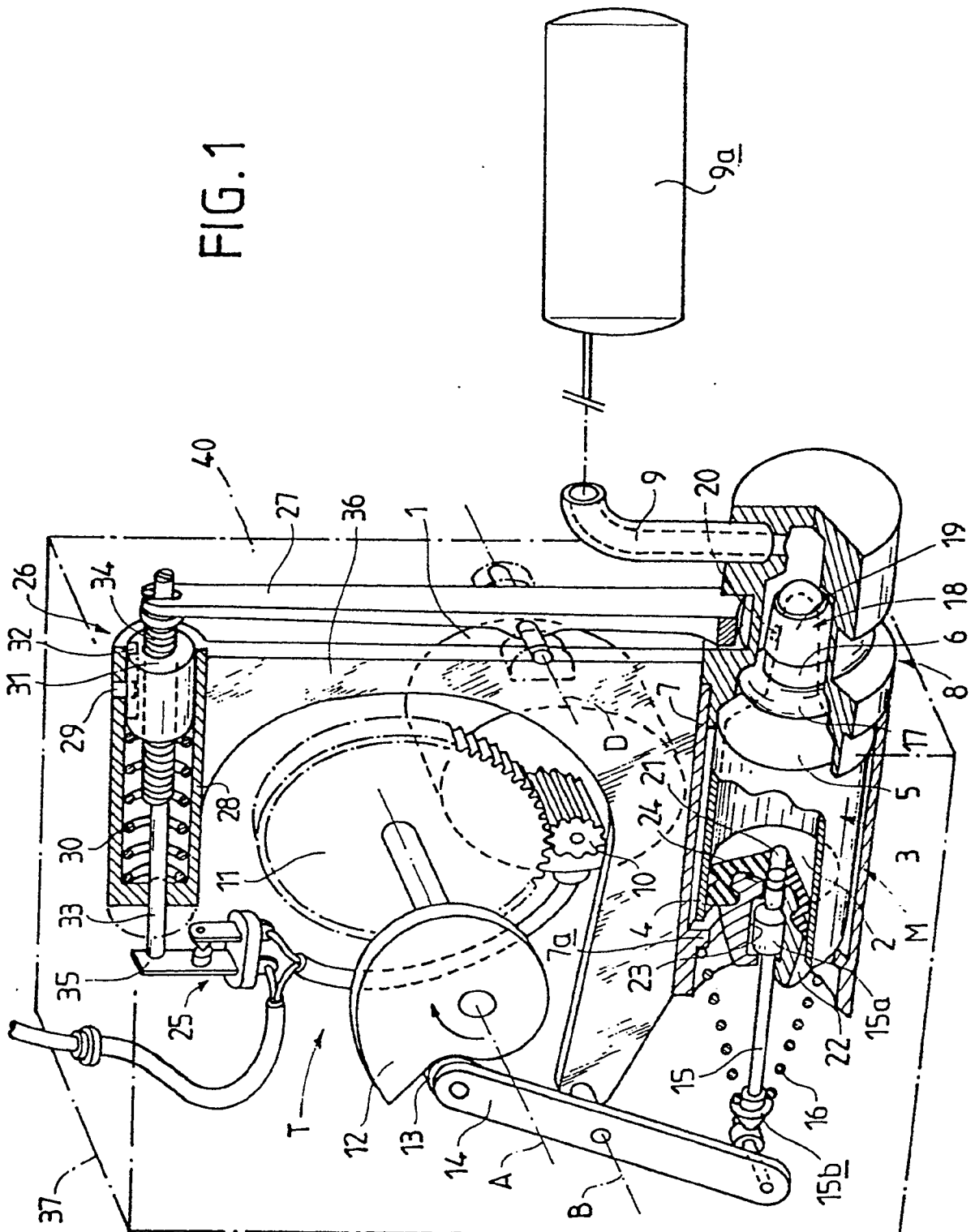
35

40

45

50

55



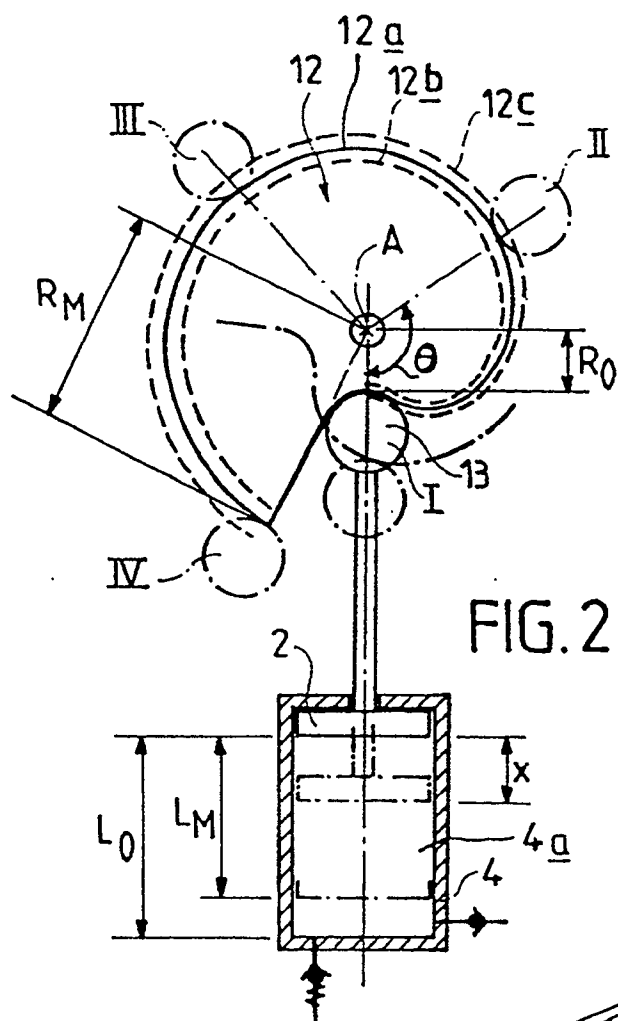


FIG. 2

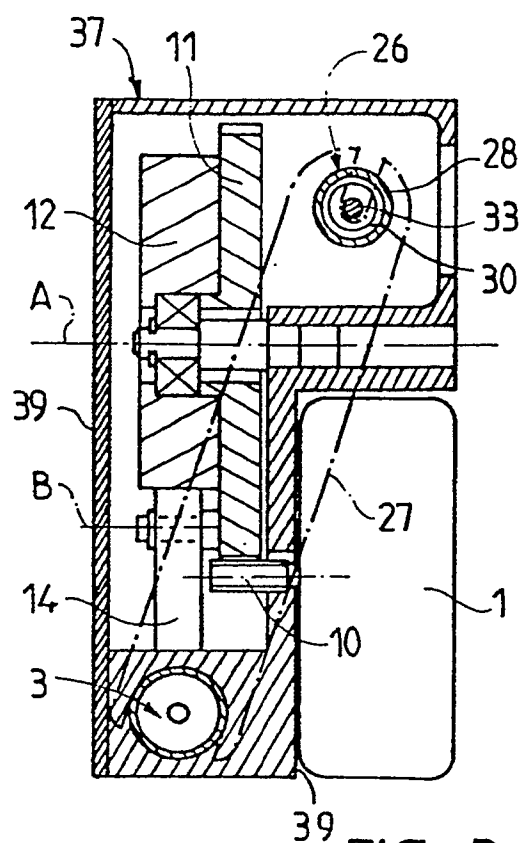


FIG. 3

