

Hélice à pas variable à commande hydro-mécanique et régulation automatique.
(Invention : Paul DREPTIN.)

Société à responsabilité limitée dite : RATIER AVIATION-MARINE résidant en France (Seine).

Demandé le 28 juillet 1954, à 16^h 25^m, à Paris.

Délivré le 28 septembre 1955. — Publié le 30 janvier 1956.

(Brevet d'invention dont la délivrance a été ajournée en exécution de l'article 11, § 7, de la loi du 5 juillet 1844 modifiée par la loi du 7 avril 1902.)

La présente invention a pour objet le produit industriel nouveau que constitue une hélice à pas variable, pour avions ou autres appareils volants, caractérisée par le fait qu'elle comprend, organisés de manière à former un bloc rotatif autonome :

Un moyeu muni de bras comportant des chemins de roulement avec rampe hélicoïdale à billes, sur lesquels sont montées les pales;

Un dispositif hydraulique à action rapide dont le débit est contrôlé au moyen d'un régulateur centrifuge assurant la distribution du fluide suivant une loi fonction du régime de l'hélice et,

Un dispositif à piston à simple effet solidaire d'une crémaillère, assurant la liaison mécanique entre le dispositif hydraulique à régulateur centrifuge et lesdites pales.

D'une manière générale, un tel ensemble présente les particularités suivantes, considérées séparément ou en combinaison :

a. La rotation de l'hélice crée deux forces principales antagonistes : un « couple de torsion » qui tend à amener les pales vers le « petit pas » et un « couple centrifuge » résultant de l'effort centrifuge exercé par les pales sur leur rampe hélicoïdale;

b. La valeur de la pente des rampes hélicoïdales des pales est calculée de telle manière que la prépondérance reste au couple centrifuge précité, l'hélice tendant, par suite, à aller vers le « grand pas ».

c. Les crémaillères, solidaires du piston à simple effet, sont commandées par des pignons fixés sur l'extrémité des pieds de pales;

d. Lesdites crémaillères sont fixées sur le bord d'attaque des pales, de telle manière que le piston reçoit une poussée qui tend à l'éloigner des pignons de commande des crémaillères;

e. La force hydraulique agissant sur le piston en coopération avec le régulateur, est fournie par une pompe à engrenages dont l'aspiration est en commu-

nication avec une réserve d'huile située à l'avant de l'hélice; cette pompe reçoit son mouvement d'un pignon se déroulant autour d'un pignon planétaire fixé rigidement sur un arbre immobilisé dans le réducteur de la turbine ou autre moteur, et l'huile sous pression refoulée par la pompe est mise en communication d'une part avec un clapet de surpression et, d'autre part, avec le dispositif régulateur centrifuge;

f. Le dispositif régulateur du débit de la pompe est constitué par une chambre cylindrique munie d'un distributeur centrifuge et dans laquelle sont ménagées une ouverture d'intercommunication entre la pression d'huile et la chambre de pression du piston, et une ouverture permettant l'admission de l'huile sous pression dans la chambre de pression du piston « petit pas », ou l'échappement de l'huile de cette chambre vers le réservoir d'huile « grand pas »;

g. Le distributeur centrifuge consiste en un tiroir convenablement équilibré sur lequel agit un ressort réglable et dont le déplacement sous l'action de la force centrifuge, variable suivant le régime, détermine la valeur de l'orifice nécessaire à l'obtention de l'équilibre avec la force mécanique exercée par le piston; l'organisation des passages du fluide et du tiroir étant telle que l'ouverture ou la fermeture de ces passages assure automatiquement la mise au « pas nul », de l'hélice, sa régulation, et éventuellement sa mise au « grand pas » sur butée.

Pour mieux faire comprendre l'objet de l'invention, on va en décrire maintenant, à titre d'illustration seulement et sans aucun caractère limitatif de sa portée, un mode de réalisation pris comme exemple et représenté sur le dessin annexé.

Sur ce dessin :

La fig. 1 est une vue en coupe longitudinale par I-I de la fig. 2, montrant le montage des pales

de l'hélice et le détail du dispositif d'auto-régulation;

La fig. 2 est une vue en coupe par II-II de la fig. 1;

La fig. 3 est une coupe par III-III de la fig. 1;

La fig. 4 est une vue en élévation de la fig. 3 avec partie arrachée et coupe suivant IV-IV de la fig. 2;

Les fig. 5, 6, 7, 8 et 9 sont des vues schématiques destinées à faciliter l'explication du fonctionnement du dispositif auto-régulateur.

En se référant au dessin on voit que l'hélice à commande hydro-mécanique à auto-régulation conforme à l'invention comprend un moyeu 1 qui présente, sur son diamètre intérieur, des cannelures 2 s'adaptant dans des cannelures correspondantes 3 pratiquées dans l'arbre porte-hélice 4. Des cônes 5 et 5a, placés dans le moyeu, aux deux extrémités des cannelures, permettent de centrer correctement l'hélice sur l'arbre 4.

Un écrou 6, vissé en bout de l'arbre 4, bloque le moyeu 1, sur celui-ci, par l'intermédiaire des cônes 5a et 5. Cet écrou 6 porte, à sa partie antérieure, une série de créneaux 6a permettant de le bloquer au moyen de la languette extérieure 7a d'un arrêt 7 retenu au moyen d'un jonc 8. L'arrêt 7 porte aussi une languette intérieure 7b coopérant avec les créneaux 9a d'un manchon intermédiaire 9 vissé dans l'arbre moteur 4. Ce manchon 9 centre, au moyen d'un roulement 10, un arbre 11 immobilisé sur le réducteur de vitesse (non représenté) dudit arbre moteur. Cet arbre 11 porte, à son extrémité antérieure, des cannelures 12 en prise avec une demi-noix d'entraînement 13 qui commande le mécanisme de changement de pas décrit en détail dans la suite.

Les bras 1a du moyeu, destinés à recevoir les pales 14 portent, sur leur diamètre intérieur, un filetage 15 de profil spécial dans lequel est vissée, avec interposition de billes 16, une fourrure 17 vissée et bloquée en 18 sur le pied 14a de la pale 14 correspondante.

C'est sur le chemin de roulement hélicoïdal ainsi constitué que tourbillonnent les pales 14, au cours de leur changement de pas.

Un ergot d'arrêt est fixé à l'intérieur de chaque bras 1a à la base du filetage 15, pour empêcher la sortie des billes 16 dans le moyeu pendant la rotation de la pale. Un second ergot placé à l'autre extrémité du filetage, joue le même rôle que le précédent pour empêcher la sortie des billes à l'autre extrémité du bras.

La fourrure 17 est bloquée sur le pied de pale au moyen d'un frein à clavette 20 s'engageant d'une part, dans une rainure 21 ménagée dans l'extrémité du pied de pale 14a et, d'autre part, dans des créneaux 22 pratiqués à l'extrémité intérieure de ladite fourrure.

Dans le fond des bras du moyeu est disposé un

téton de centrage 23 sur lequel est emmanchée à force une bague 24 de préférence en bronze. C'est sur ce téton bagué que dans chaque bras, vient se centrer, par son extrémité, le pied de pale 14a, par l'intermédiaire d'un pignon 25 fixé rigidement sur celui-ci par exemple au moyen d'un boulon 26. Ce pignon est bloqué en position au moyen de la clavette du frein 20 susmentionné.

Chaque pale 14 est centrée d'une part au moyen de la bague 24 précitée et, d'autre part, au moyen d'un écrou de rattrapage de jeu 27 venant s'appliquer sur un cône 53 en deux pièces serrant le mandrin constitué par des traits de scie 1b pratiqués à l'extrémité du bras de moyeu 1a. Un porte-joints 28 est appliqué sur l'écrou de rattrapage de jeu 27. Ce porte-joints est calé au moyen de crans ménagés sur sa périphérie et bloqué à l'aide d'un écrou à créneaux 29 s'épaulant sur l'écrou 27. Il comporte deux joints 28a, 28b, destinés à retenir le lubrifiant du chemin de roulement hélicoïdal 15 et du pignon 25. Il a, en outre pour mission de limiter le dévissage de la pale, ceci afin d'éviter le débailage du chemin de roulement 15 au cours des opérations de montage.

Chaque bras du moyeu est traversé par une fourrure 30 (fig. 3) servant de guide à une crémaillère 31 engrenant avec le pignon 25 (fig. 1).

Sur la partie arrière du moyeu, côté moteur, est montée une pièce-support 32 portant des capuchons 33 qui coiffent les crémaillères 31 pour assurer l'étanchéité du moyeu (fig. 3).

Sur la partie avant du moyeu est fixé, par exemple au moyen de boulons 34, un flasque 35 constituant le support du dispositif de changement de pas ou bloc régulateur. Une fois fixé, ce flasque immobilise les fourrures 30 des crémaillères 31.

Sur ledit flasque 35 est fixé, par exemple au moyen d'un écrou à créneaux 36, un cylindre 37, en bout duquel est monté le groupe auto-régulateur 38, suivi d'une chambre 39 destinée à recevoir de l'huile ou autre fluide constituant la liaison hydraulique assurant la régulation de l'hélice. Cette chambre est divisée en deux compartiments 39a, 39b, au moyen d'une cloison 52, percée d'un trou de communication 54.

Chaque crémaillère 31 est reliée à un piston 40 logé dans le cylindre 37 et guidé sur un fourreau 41 qui traverse le fond 37a du cylindre 37 et repose, par son extrémité arrière, dans le manchon 9 précité fixé en bout de l'arbre 4 de l'hélice. L'étanchéité du piston 40 est assurée extérieurement et intérieurement par deux joints appropriés 42 et 43.

Le groupe auto-régulateur est constitué par un bloc 44 dans lequel est vissée l'extrémité avant du fourreau 41. Ce bloc 44 est traversé par un arbre 45 qui se termine, à une extrémité, par une demi-noix 46 identique à la demi-noix 13 précitée, assurant sa liaison avec l'arbre 11 précité. Sur l'autre extrémité

de l'arbre 45 est fixé un pignon planétaire 47 sur lequel se développe un pignon 48 transmettant son mouvement à une pompe à engrenages 49 dont la chambre d'aspiration est désignée par 50. Cette chambre d'aspiration est en communication, par la canalisation 51 percée d'un orifice 51a, (fig. 4) avec le compartiment 39b susmentionné.

A noter que la cloison 52 précitée évite l'émulsion de l'huile arrivant à l'aspiration de la pompe 49.

Deux clapets 55, 55a disposés en bout du compartiment 39b sont destinés, d'une part, à empêcher les fuites à l'arrêt, et d'autre part, à permettre à la pression atmosphérique de pénétrer à l'intérieur de la chambre 39 pendant la rotation de l'hélice.

Le fluide nécessaire au fonctionnement du dispositif est introduit dans le réservoir 39 par des orifices de remplissage 56 que l'on peut obturer à l'aide d'un bouchon approprié 56a.

L'air contenu dans le réservoir, dans le mécanisme et dans la chambre de pression 57 en avant du piston 40 s'échappe par des trous de purge 48 que l'on ouvre lors du remplissage.

Le dispositif auto-régulateur comprend une chambre 59 dans laquelle sont ménagés : un passage 60 en communication avec la chambre de pression 57 susmentionnée; un conduit 61 débouchant dans le compartiment 39a; un passage 62 débouchant dans un conduit 63 relié par l'intermédiaire d'une gorge 64 à la chambre 50a de refoulement de la pompe. Ce conduit 63 est relié par l'intermédiaire du conduit 65 au compartiment 39a précité. Entre les conduits 61 et 65 est interposé un clapet de décharge 66 soumis à l'action d'un ressort de rappel qui, en temps normal, le maintient en position d'obturation du conduit 65 (position 66a indiquée en traits interrompus sur la fig. 5).

Dans la chambre 59 est logé un tiroir à double effet comportant, montées sur un axe creux 67, deux têtes 67a et 67b, et soumis à l'action d'un ressort réglable 68 convenablement taré. C'est ce tiroir qui, en ouvrant et en fermant les ouvertures précitées, en combinaison avec le clapet 66 et le piston 40 à crémaillères, permet d'obtenir, ainsi qu'on l'expliquera ci-après, la régulation automatique de l'hélice.

Il est à noter que l'auto-régulation du pas de l'hélice est prévue pour un régime de fonctionnement choisi pour la turbine entraînant l'arbre 4.

Pour l'exposé du fonctionnement que l'on va faire maintenant en se référant aux fig. 5, 6, 7, 8 et 9, on a représenté au moyen de grisés de densités différentes, les diverses pressions auxquelles le fluide se trouve soumis au cours des phases de l'auto-régulation du pas de l'hélice.

Le grisé le plus foncé G1 désigne le fluide soumis à la pression de refoulement de la pompe; le grisé de densité moyenne G2 représente le fluide soumis à la pression du piston, tandis que le grisé le plus

clair G3 représente le fluide soumis à l'aspiration de la pompe.

Pour le démarrage (fig. 5) l'hélice se trouve au « pas nul » par construction, avec l'épaule 31a des crémaillères 31 en butée contre le fond 37a du cylindre 37. Le clapet 66 occupe sa position 66a et obture le canal 65; la tête 67a du tiroir obture le canal 61, tandis que la tête 67b dégage le passage 62 qui communique, par le canal 60 avec la chambre de pression 57 du cylindre 37.

Dès que, la turbine étant mise en marche, l'hélice entre en rotation, elle provoque le fonctionnement de la pompe 49 par l'intermédiaire du pignon 48 qui tourne autour du planétaire 47 calé sur l'arbre fixe 45-11.

La pression de l'huile refoulée par la pompe devient supérieure à celle du ressort du clapet 66. Celui-ci s'ouvre alors et vient occuper la position 66 en traits pleins, maintenant dans le circuit de refoulement de la pompe la pression nécessaire au fonctionnement. Dans cette position, il laisse passer la totalité du débit d'huile à travers le canal 65.

Cette huile se rend à l'intérieur du compartiment 39a et, de là, dans le compartiment 39b, en passant par l'ouverture 54.

Il est à noter que le clapet 66 est taré de telle manière que la pression hydraulique exercée sur le piston 40 soit supérieure à l'effort maximum provoqué par la rampe hélicoïdale 15 dans le sens de l'augmentation de pas.

Tant que le régime de la régulation (par exemple de 2 420 t/mn) n'est pas atteint, l'hélice reste en position de « pas nul » (fig. 5).

Si l'on augmente la puissance de la turbine, l'hélice atteint le régime de régulation, puis le dépasse légèrement. Pendant cette augmentation de régime, le tiroir 67 se trouve soumis à l'action de la force centrifuge et, comprimant son ressort 68, abandonne la position qu'il occupe sur la fig. 5 pour venir occuper celle représentée sur la fig. 6 dans laquelle sa tête 67a après avoir obturé le passage d'arrivée d'huile 60, dégage ce passage, faisant ainsi communiquer la chambre de pression 57 du piston avec le conduit 61.

L'huile peut alors retourner au réservoir 39. A ce moment, l'hélice prend du « grand pas ». Ses pales se déplaçant hélicoïdalement par rapport à leur chemin de roulement 15 provoquent, par l'intermédiaire des pignons 25, le déplacement des crémaillères 31 et par suite, celui du piston 40 dans le sens de la flèche F2 (fig. 6). Ledit piston refoule alors l'huile dans le compartiment 39a (grisé G3).

Le pas augmente jusqu'à ce que le couple résistant donné par le pas des pales soit égal au couple moteur de la turbine lorsque l'équilibre est atteint (fig. 7) la tête 67a obturant le passage 60, l'huile de la chambre 57 ne peut plus s'écouler et l'hélice se trouve en position dite de régulation stabilisée.

La totalité du débit d'huile fournie par la pompe 49, passe à travers le clapet 66 et retourne au réservoir par le passage 65.

Au fur et à mesure que l'appareil volant prend de la vitesse, l'hélice tend à « augmenter de régime », mais elle est ramenée automatiquement au régime de régulation, au moyen du tiroir 67, suivant le processus précité (fig. 6).

Si, au contraire l'hélice tend à diminuer de régime, on se trouve dans le cas de la régulation vers « petit pas » (fig. 8).

L'hélice se trouvant dans la position « régulation stabilisée » si la puissance de la turbine vient à décroître, le régime diminue et le tiroir régulateur 67 est repoussé vers le centre par son ressort 68, dégageant ainsi légèrement l'ouverture du passage 60 (fig. 6). L'huile sous pression refoulée par la pompe 49 pénètre par ce passage 60 (flèche F3) et repousse le piston 40 qui, par l'intermédiaire des crémaillères 31 entraîne les pales vers le « petit pas ». Le régime remonte alors et le tiroir 67 se trouve chassé vers l'extérieur par la force centrifuge, de telle sorte que sa tête 67a vient obtenir complètement le passage 60. On se trouve revenu à la position de « régulation stabilisée » représentée sur la fig. 7.

Il est à noter que dans le cas où le régime viendrait à être dépassé et que la butée grand pas ne permettrait pas de freiner complètement la turbine (cas d'un réglage défectueux, fig. 9), le régulateur décrit deviendrait inopérant et le régime pourrait augmenter. La turbine comporte à cet effet, un limiteur de sécurité destiné à intervenir pour diminuer l'alimentation en carburant et réduire ainsi le régime.

Il est bien entendu que le mode de réalisation ci-dessus décrit ne présente aucun caractère limitatif et pourra recevoir toutes modifications désirables, sans sortir pour cela du cadre de l'invention.

RÉSUMÉ

La présente invention a pour objet le produit industriel nouveau que constitue :

1° Une hélice à pas variable à commande hydro-mécanique et régulation centrifuge automatique pour avions ou autres appareils volants, caractérisée par le fait qu'elle comprend, organisés de manière à former un bloc rotatif autonome : un moyeu muni de bras comportant des chemins de roulement avec rampe hélicoïdale à billes, sur lesquels sont montées les pales; un dispositif hydraulique dont le débit est contrôlé au moyen d'un régulateur centrifuge assurant la distribution du fluide suivant une loi fonction du régime de l'hélice; et un dispositif mécanique à piston à simple effet solidaire d'une crémaillère assurant la liaison entre le dispositif hydraulique à régulateur centrifuge et lesdites pales.

2° Un mode de réalisation de l'hélice spécifiée sous 1°, présentant les caractéristiques suivantes,

considérées séparément ou en combinaison :

a. La rotation de l'hélice crée deux forces principales antagonistes : un « couple de torsion » qui tend à amener les pales vers le « petit pas » et un « couple centrifuge » résultant de l'effort centrifuge exercé par les pales sur leur rampe hélicoïdale;

b. La valeur de la pente des rampes hélicoïdales des pales est calculée de telle manière que la prépondérance reste au couple centrifuge précité, l'hélice tendant, par suite, à aller vers le « grand pas »;

c. Les crémaillères, solidaires du piston à simple effet, sont commandées par des pignons fixés sur l'extrémité des pieds de pales;

d. Lesdites crémaillères sont fixées sur le bord d'attaque des pales, de telle manière que le piston reçoit une poussée qui tend à l'éloigner des pignons de commande des crémaillères;

e. La force hydraulique agissant sur le piston en coopération avec le régulateur, est fournie par une pompe à engrenages dont l'aspiration est en communication avec une réserve d'huile située à l'avant de l'hélice; cette pompe recevant son mouvement d'un pignon se déroulant autour d'un pignon planétaire fixé rigidement sur un arbre immobilisé dans le réducteur de la turbine ou autre moteur, et l'huile sous pression refoulée par la pompe est mise en communication d'une part, avec un clapet de surpression et, d'autre part, avec le dispositif régulateur centrifuge;

f. Le dispositif régulateur du débit de la pompe est constitué par une chambre cylindrique munie d'un distributeur centrifuge et dans laquelle sont ménagées une ouverture d'intercommunication entre la pression d'huile et la chambre de pression du piston, et une ouverture permettant l'admission de l'huile sous pression dans la chambre de pression du piston « petit pas », ou l'échappement de l'huile de cette chambre vers le réservoir d'huile « grand pas »;

g. Le distributeur centrifuge consiste en un tiroir convenablement équilibré sur lequel agit un ressort réglable et dont le déplacement sous l'action de la force centrifuge, variable suivant le régime, détermine la valeur de l'orifice nécessaire à l'obtention de l'équilibre avec la force mécanique exercée par le piston; l'organisation des passages du fluide et du tiroir étant telle que l'ouverture ou la fermeture de ces passages assure automatiquement la mise au « pas nul », de l'hélice, sa régulation, et éventuellement, sa mise au « grand pas » sur butée.

Société à responsabilité limitée dite :

RATIER AVIATION-MARINE.

Par procuration :

D.-A. CASALONGA

FIG. 1

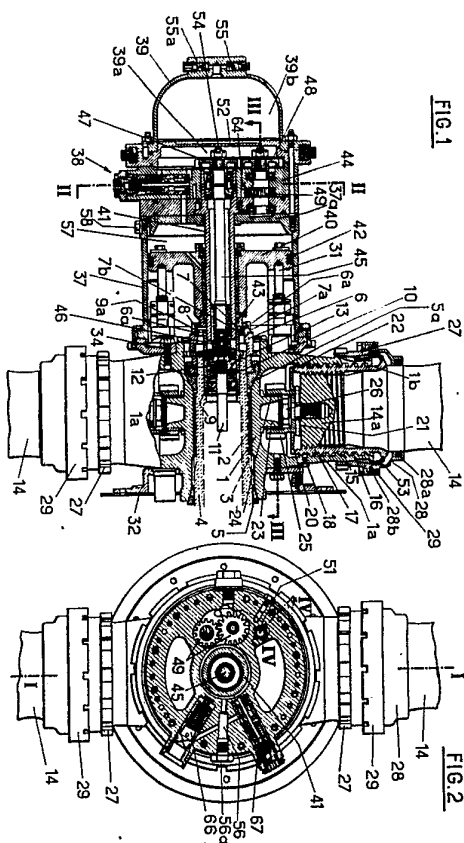


FIG. 2

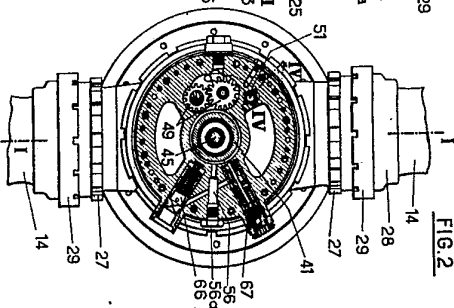


FIG. 3

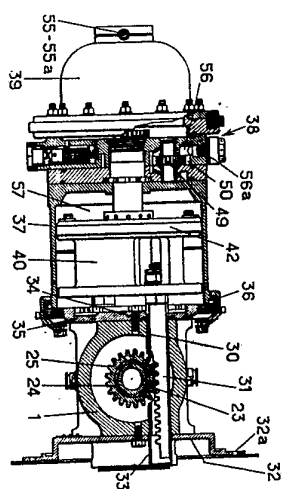


FIG. 4

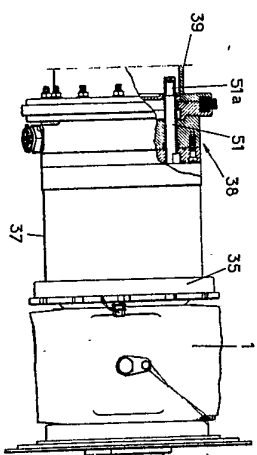
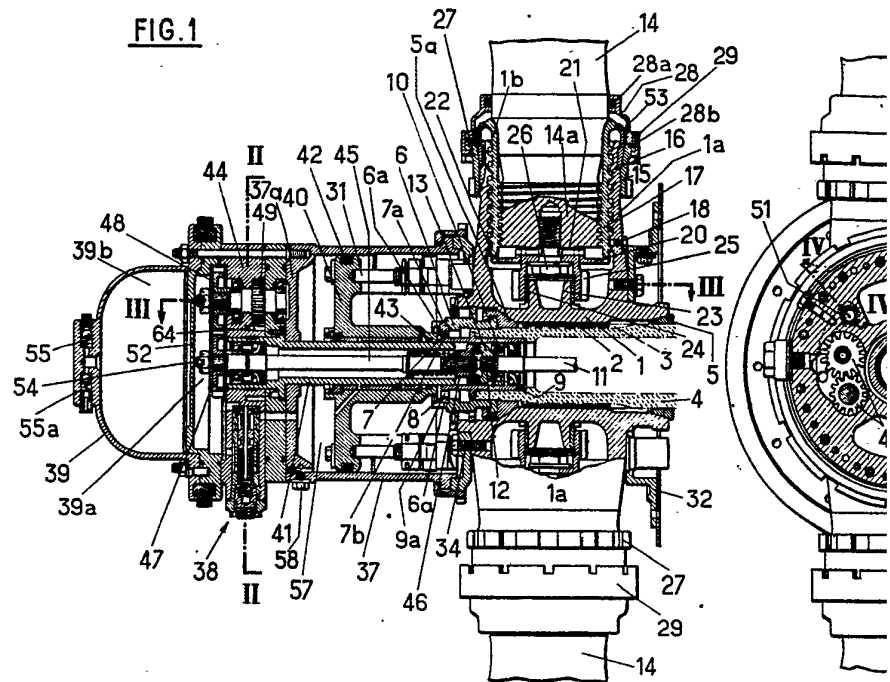
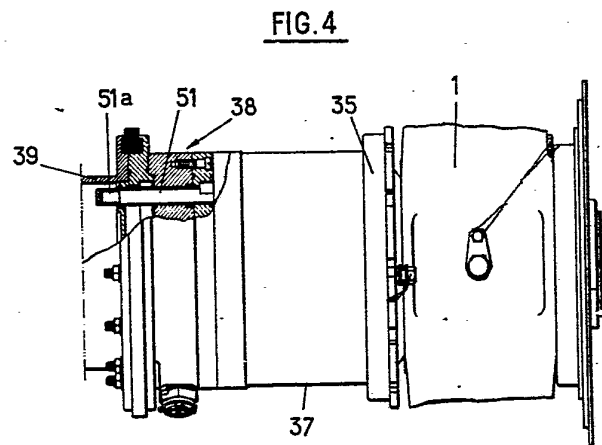
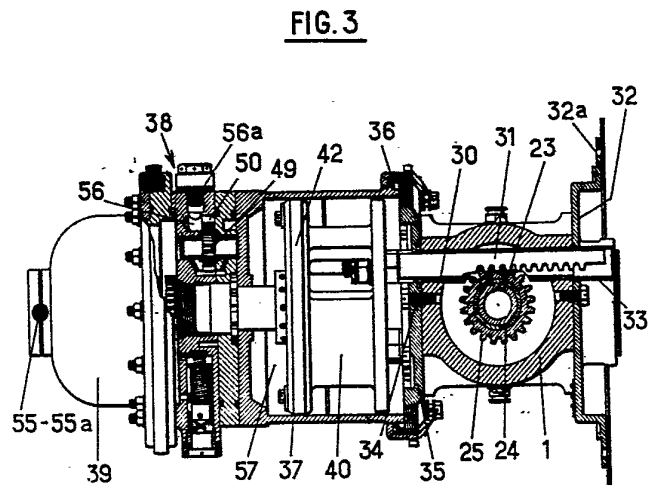
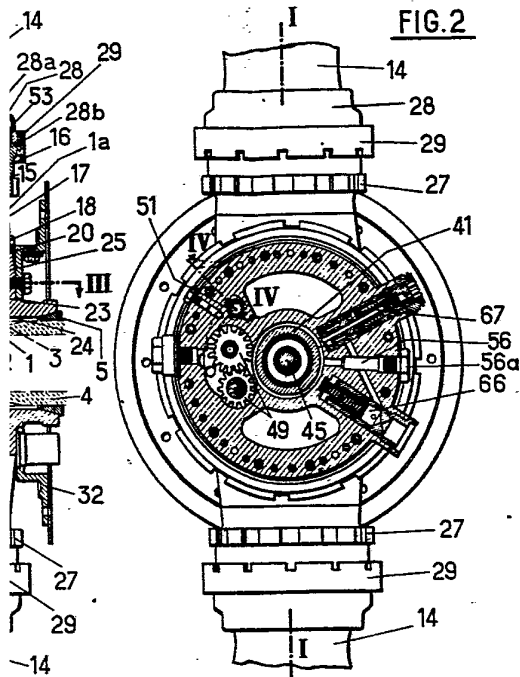
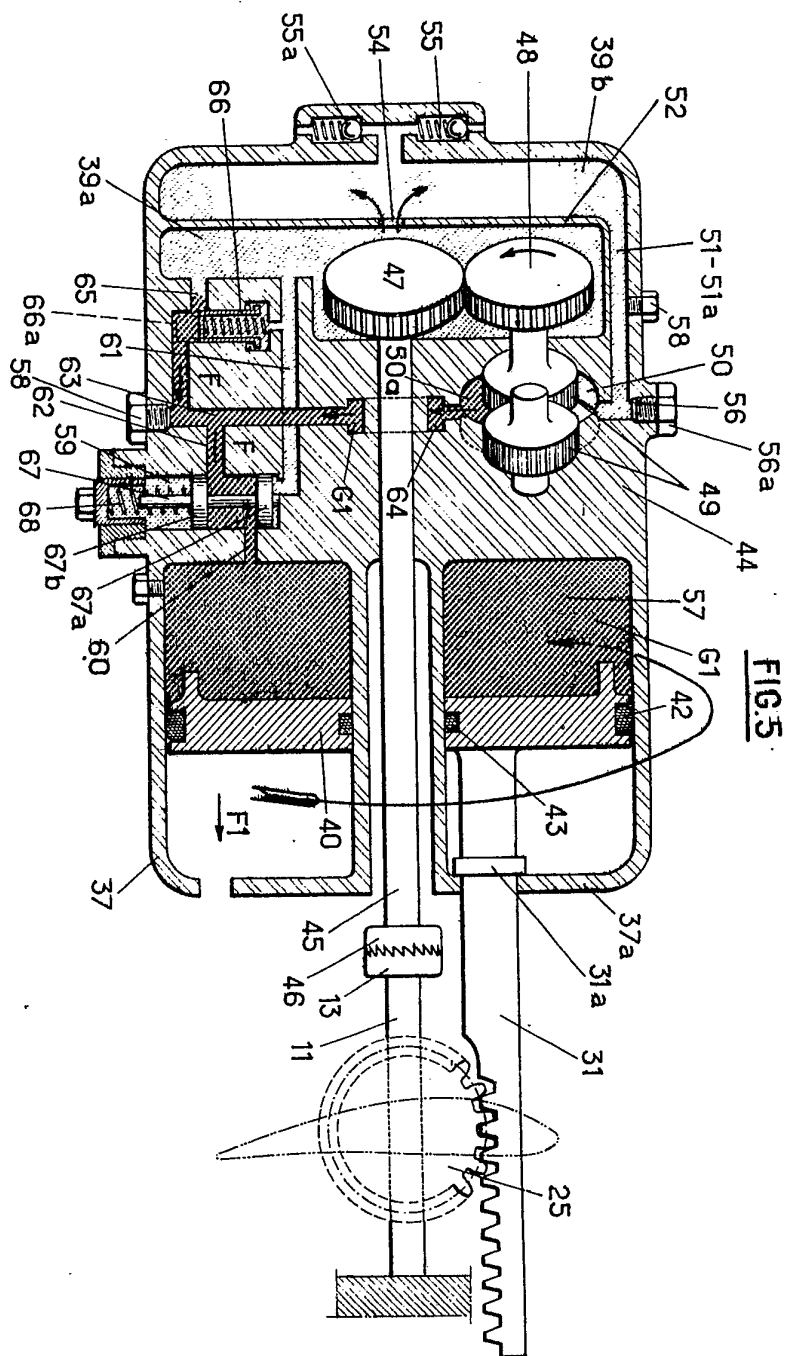


FIG. 1



Société
à Responsabilité Limitée dite : Ratier Aviation-Marine





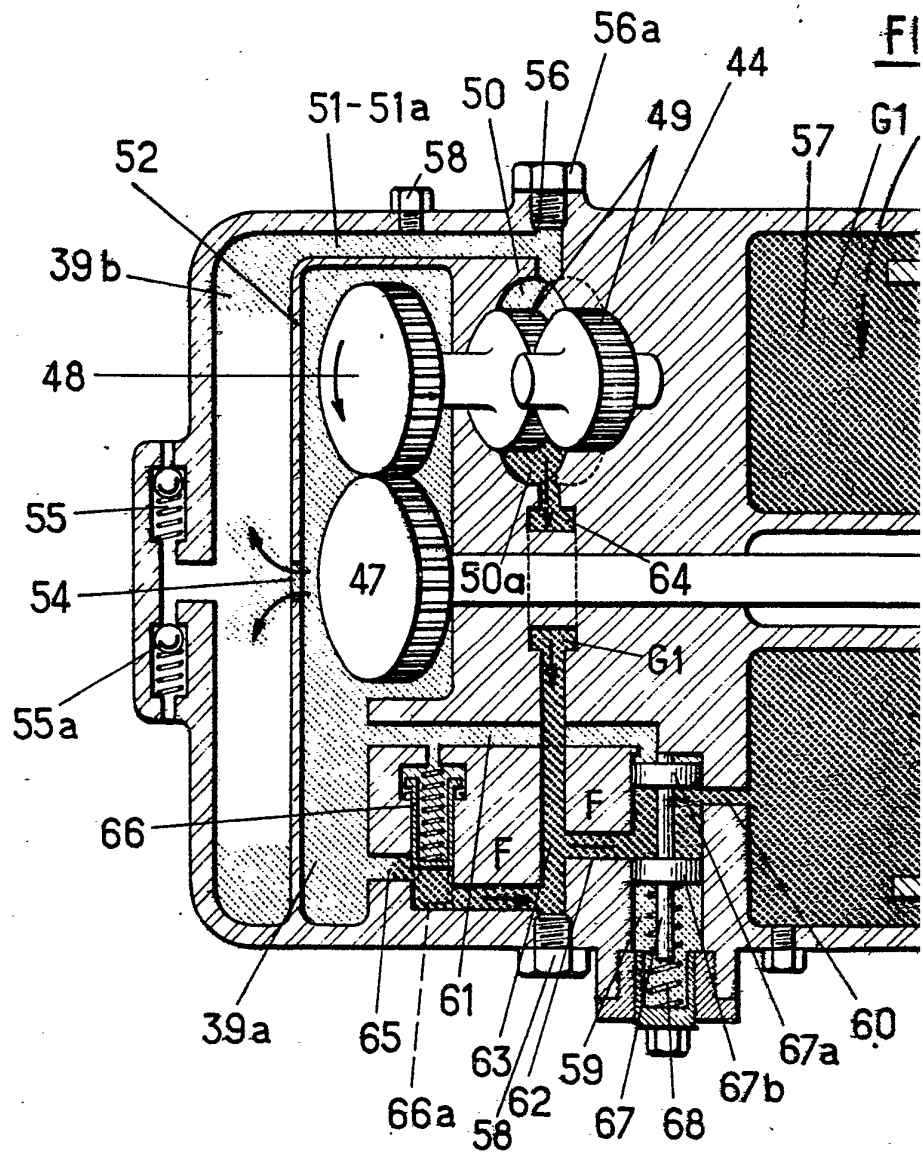


FIG. 5

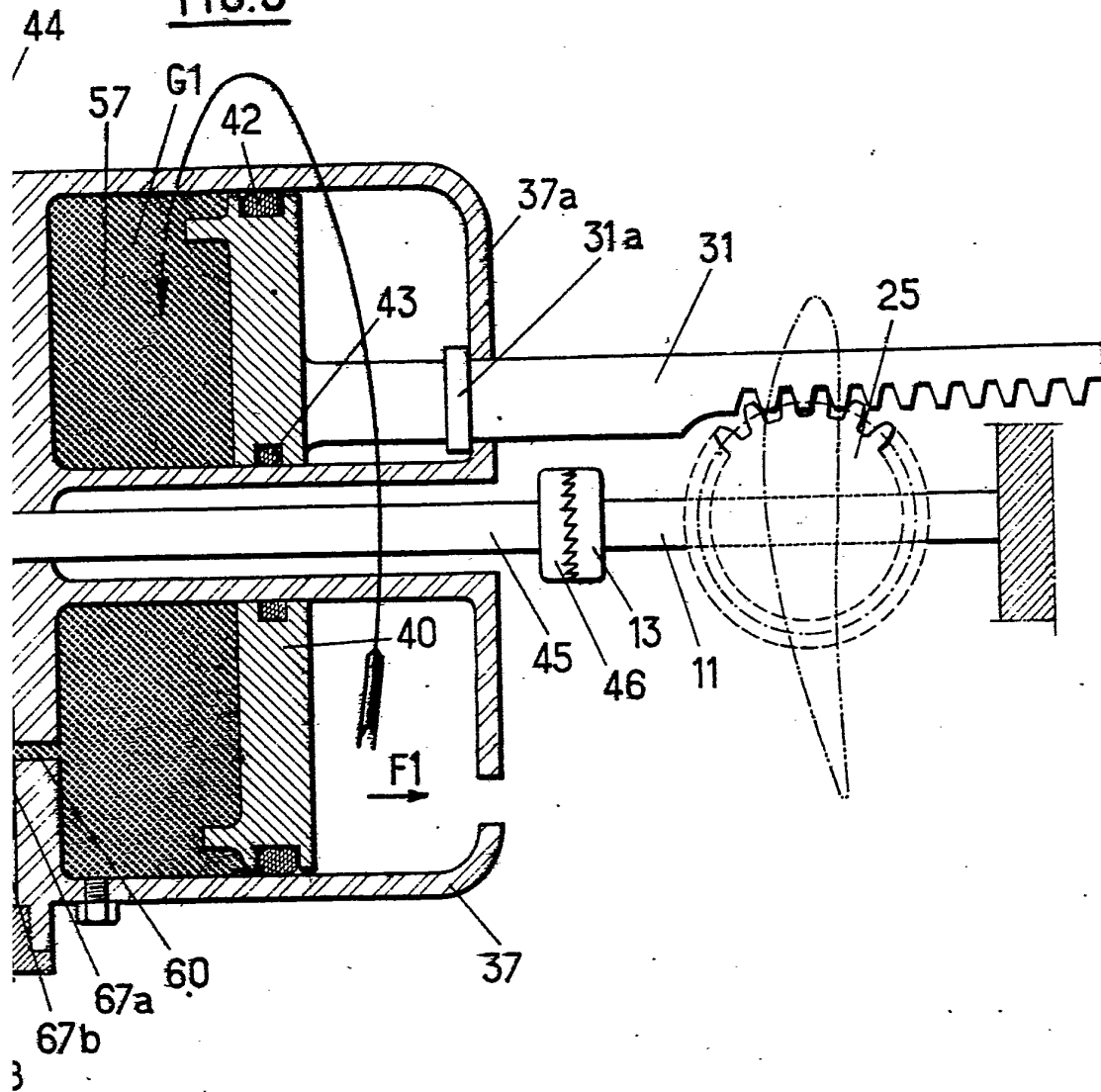


FIG. 6

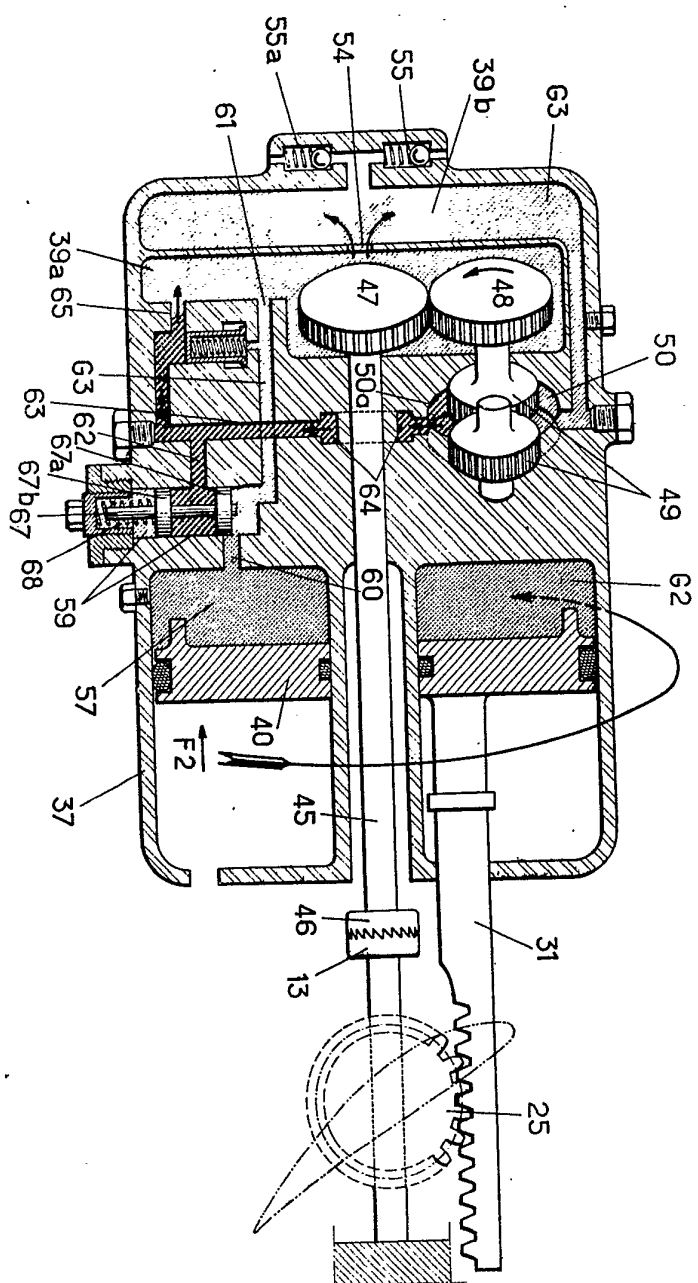


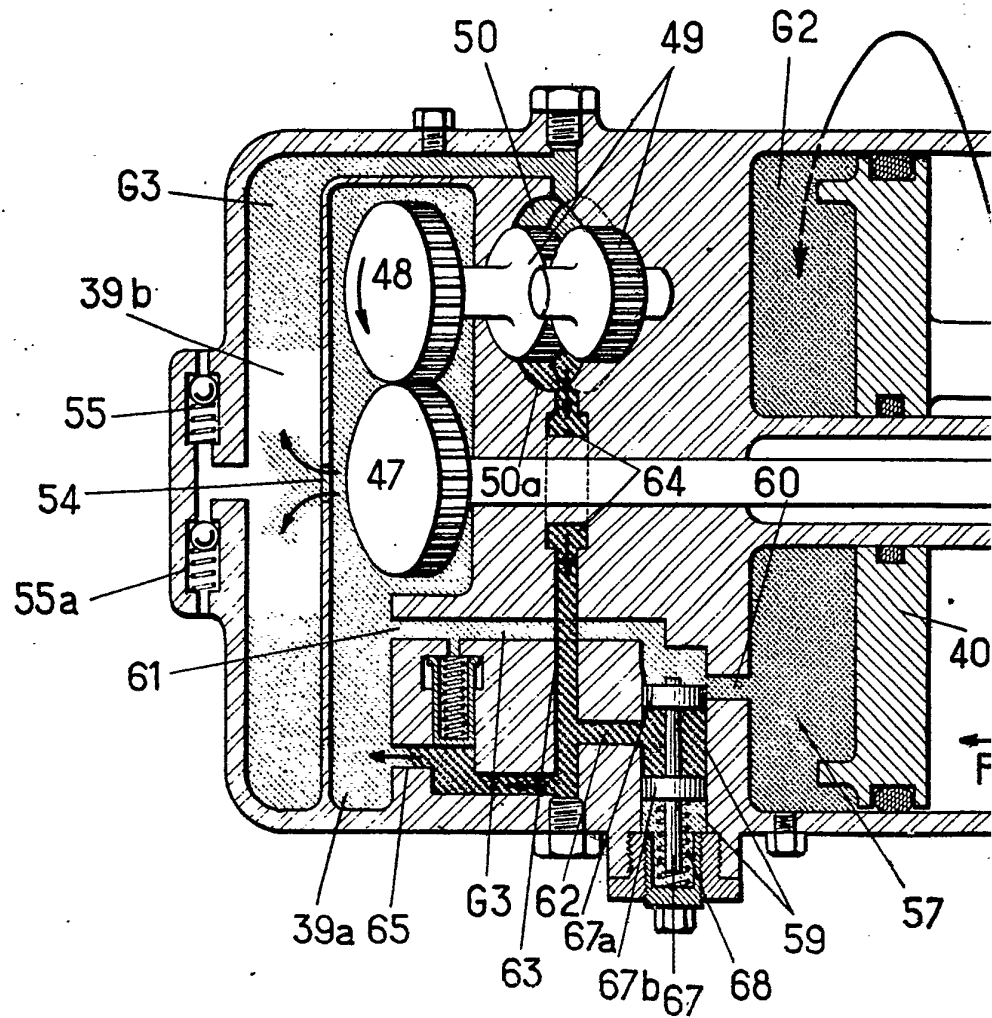
FIG.

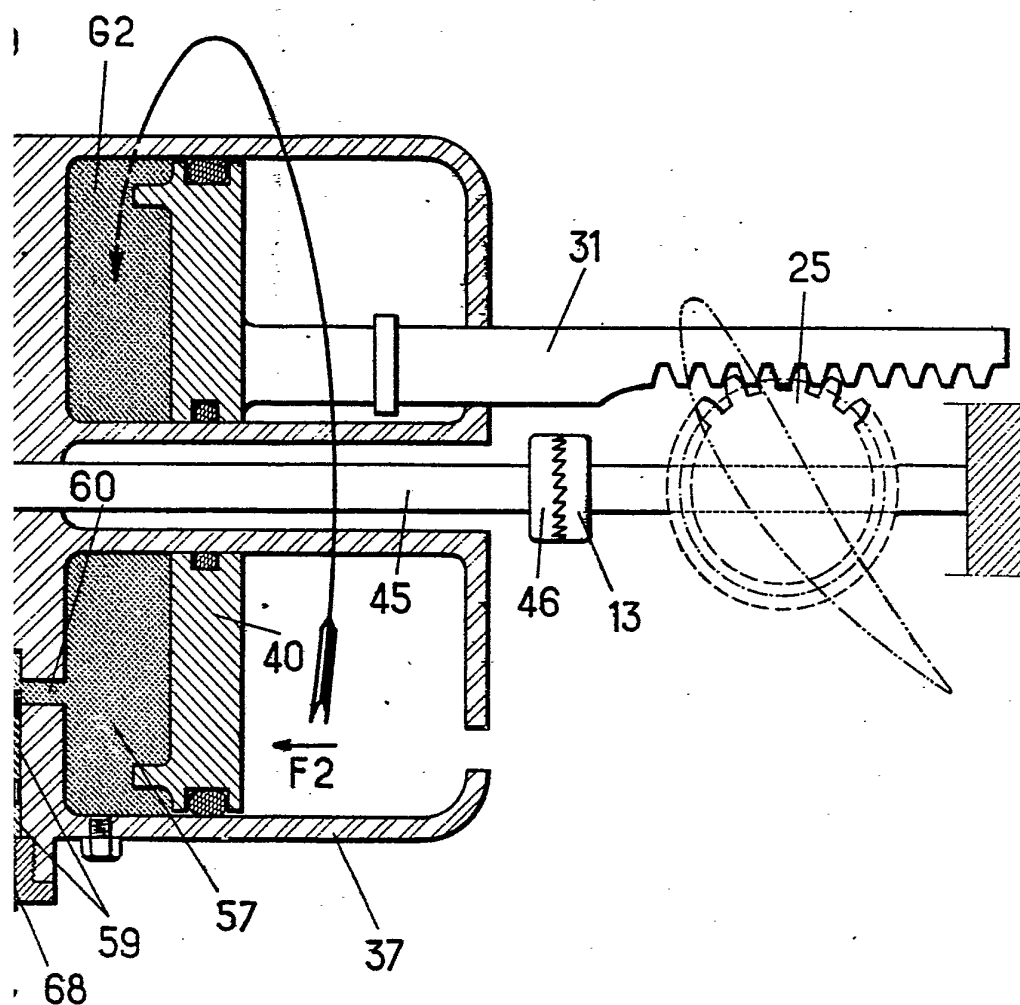
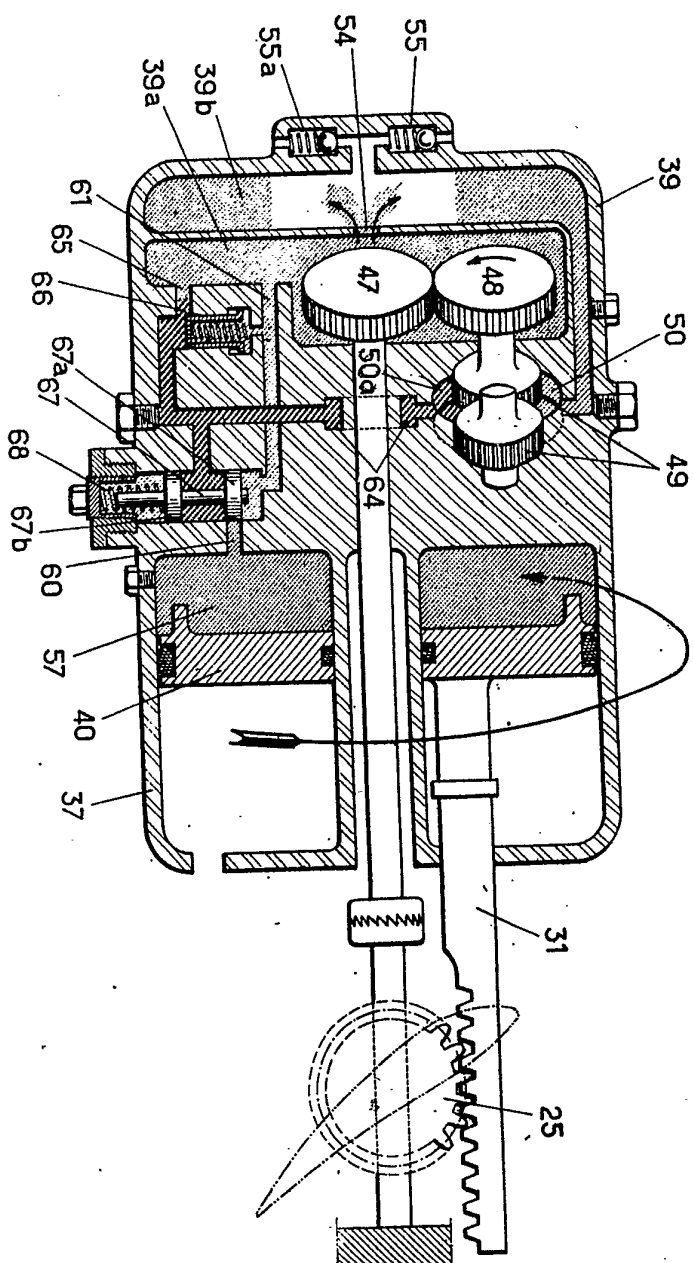
FIG. 6

FIG. 7



FIG

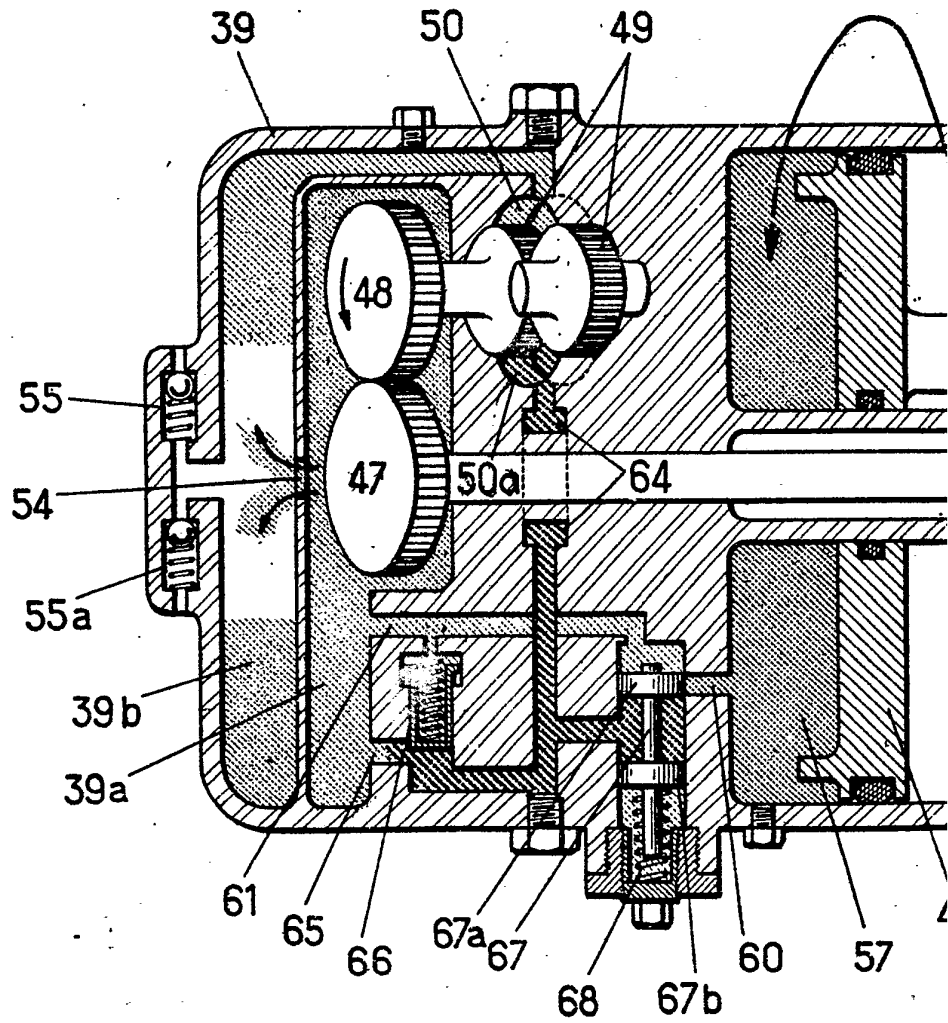


FIG. 7

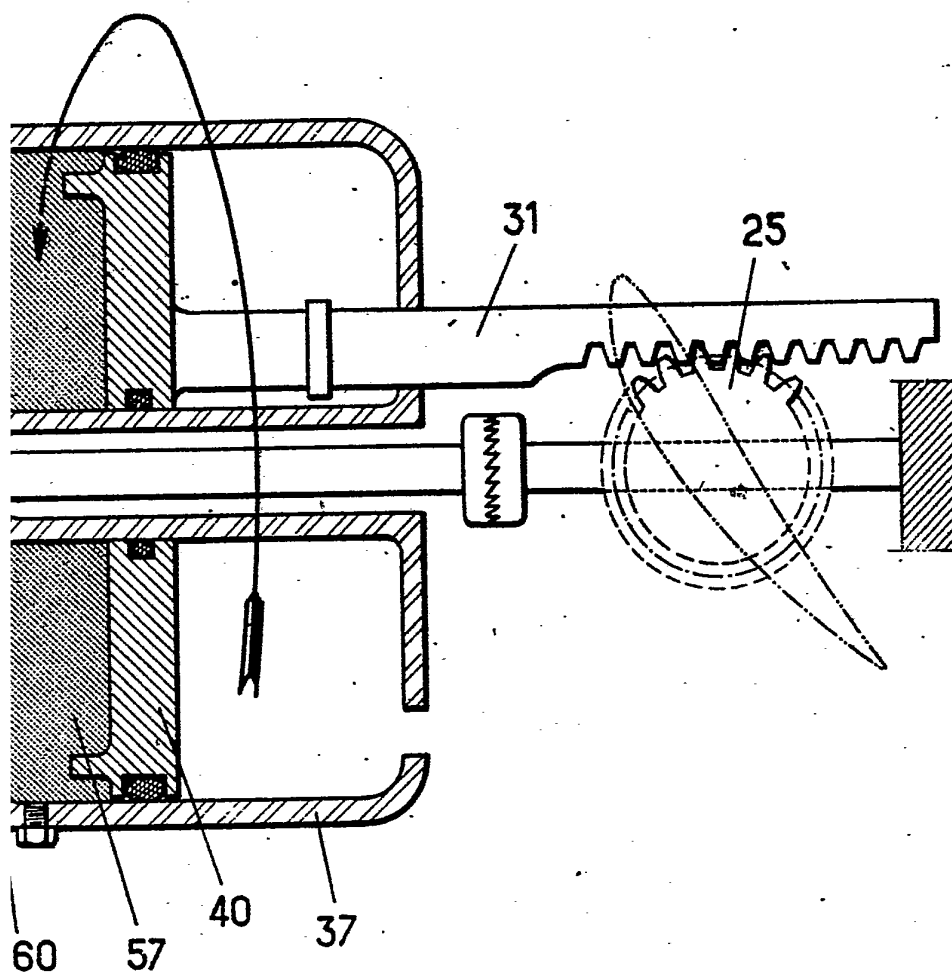
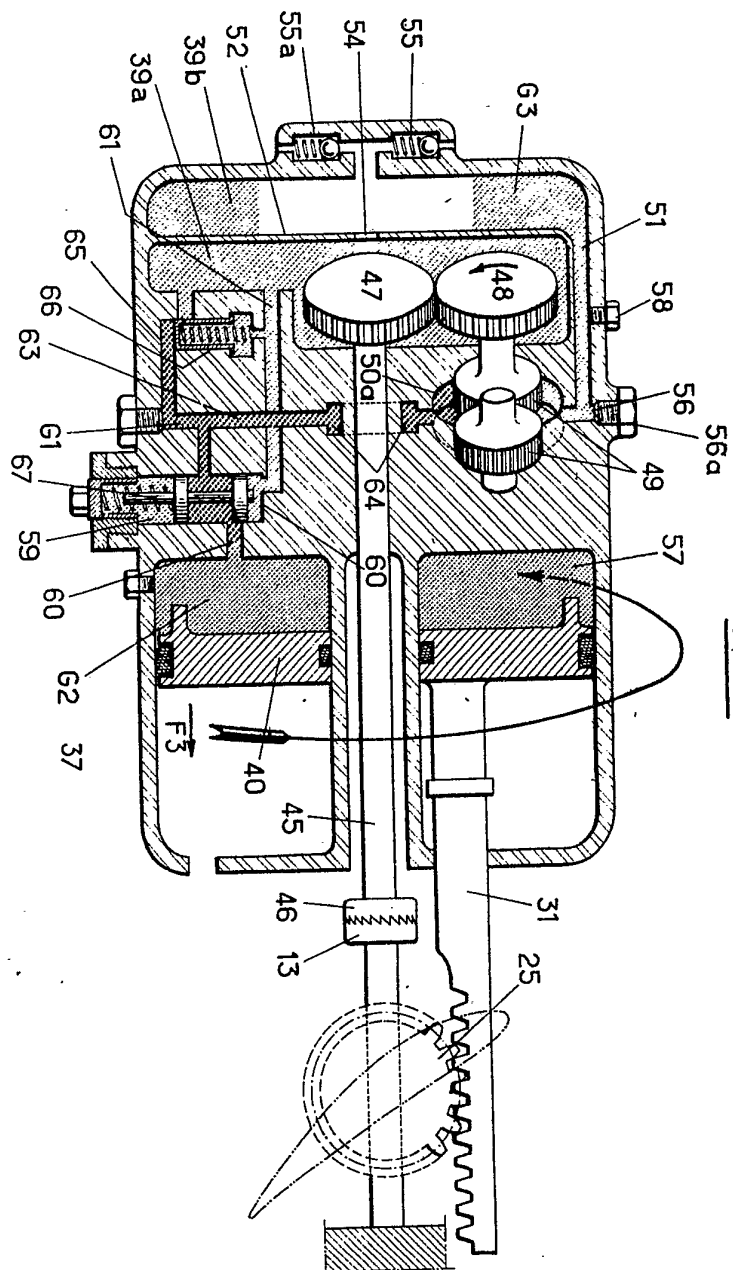


FIG. 8



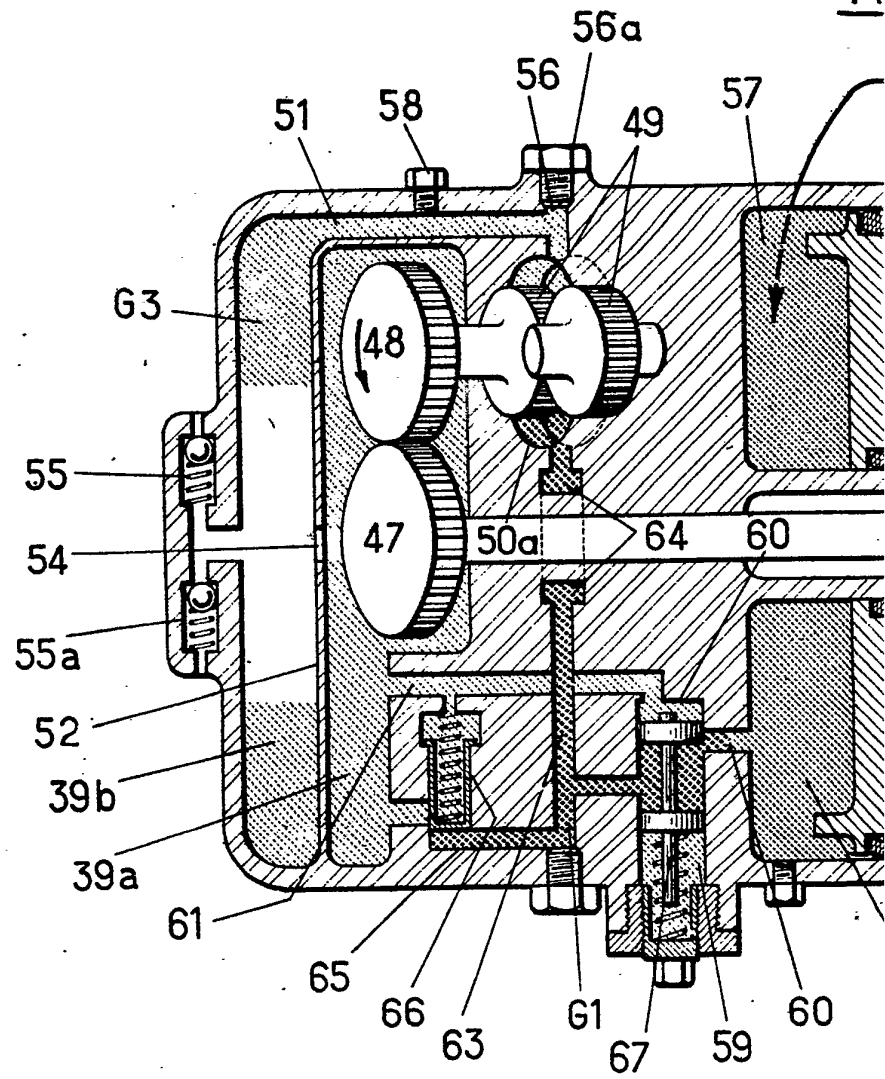


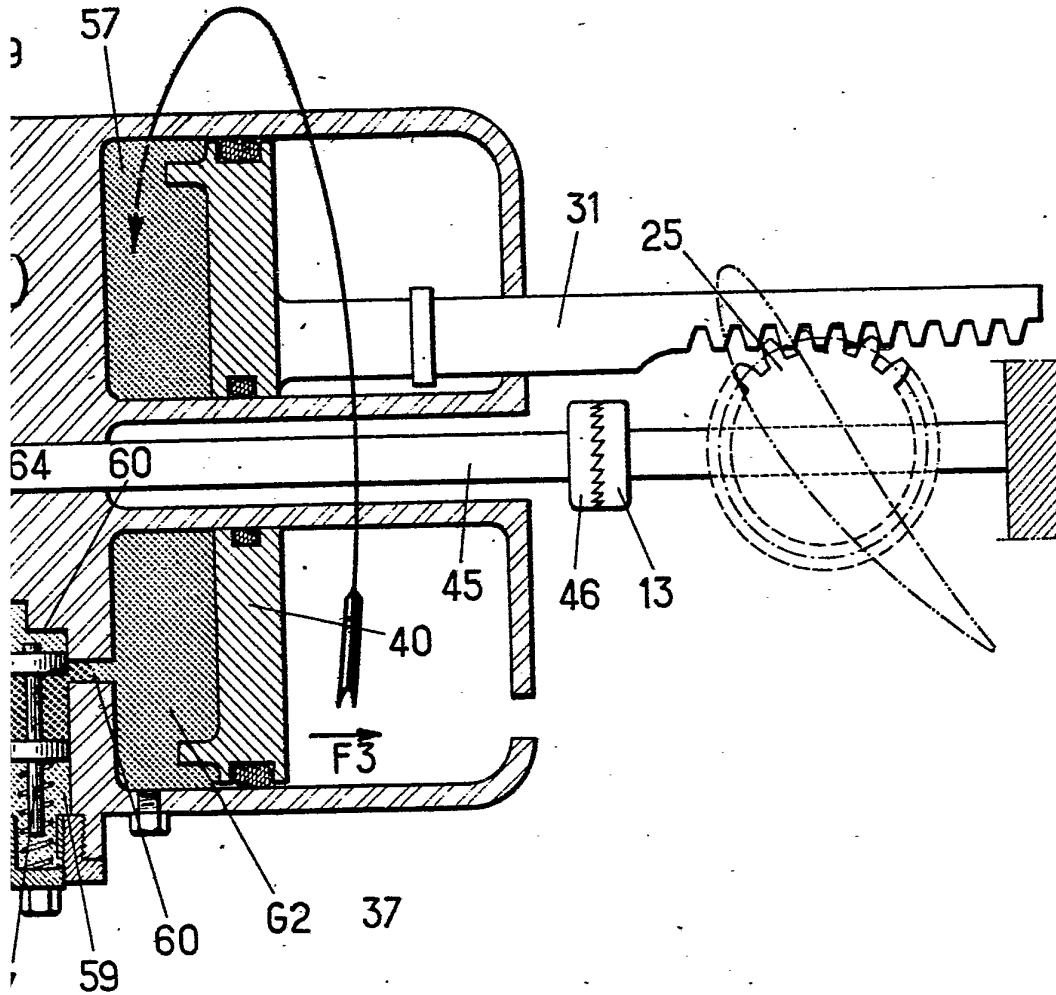
FIG. 8

FIG.9

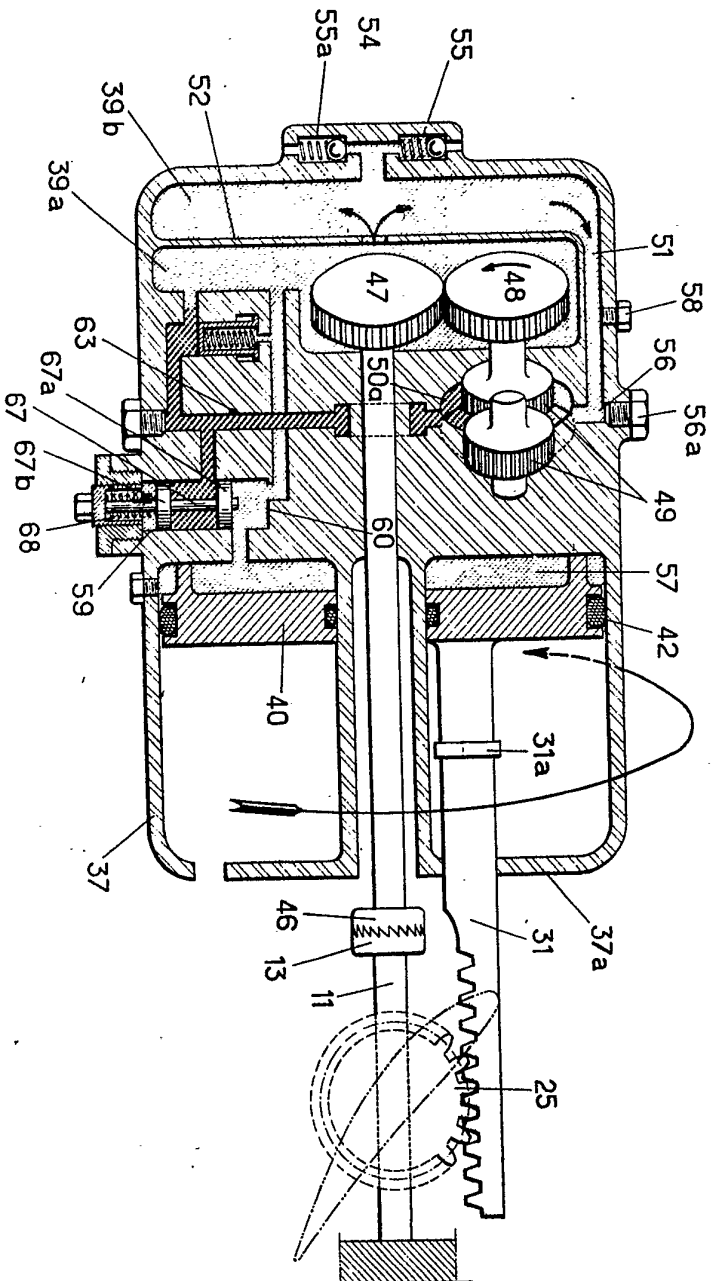


FIG. 9

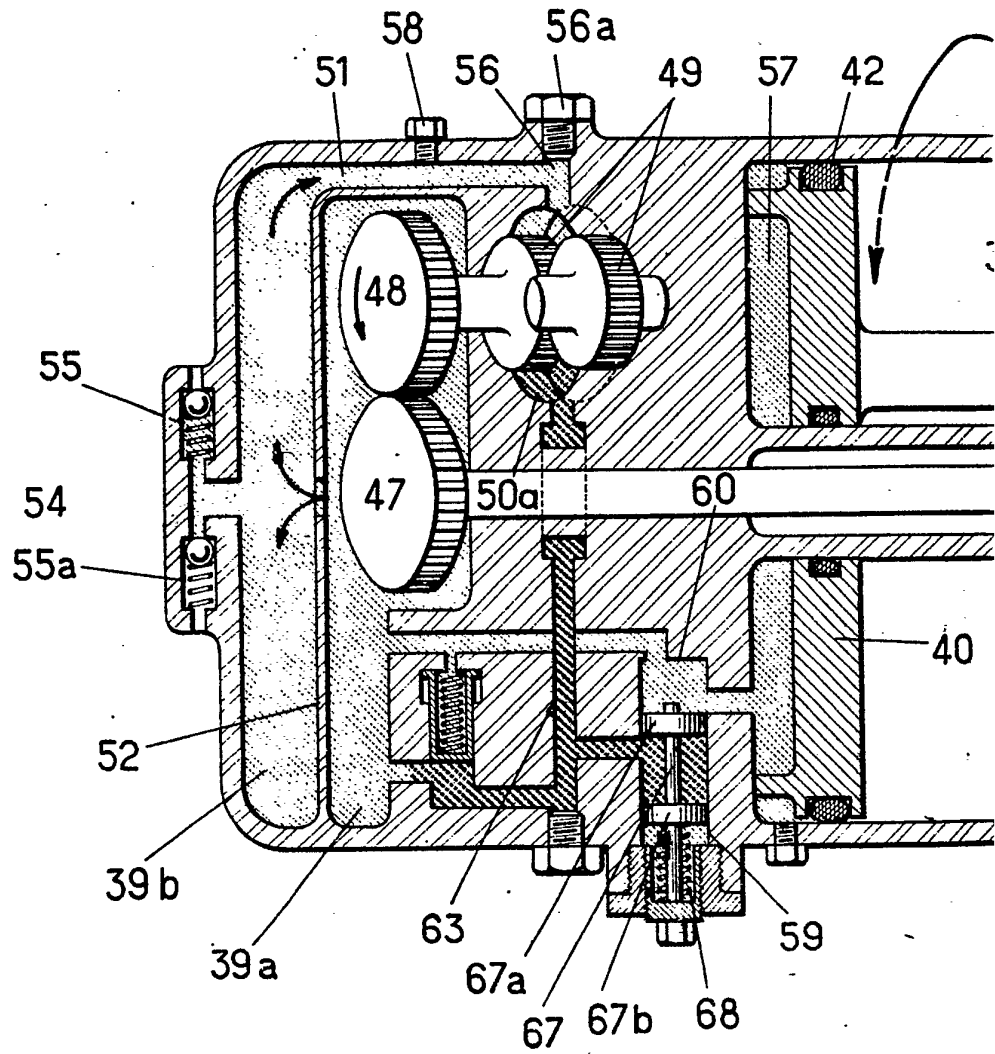


FIG. 9