

①2 DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②2 Date de dépôt : 21.01.94.

③0 Priorité : 05.07.86 DE 3622697; 04.10.86 DE 3633870; 13.12.86 DE 3642679.

④3 Date de la mise à disposition du public de la demande : 08.07.94 Bulletin 94/27.

⑤6 Liste des documents cités dans le rapport de recherche préliminaire : *Ce dernier n'a pas été établi à la date de publication de la demande.*

⑥0 Références à d'autres documents nationaux apparentés : Division demandée le 2.10.94 bénéficiant de la date de dépôt du 3.7.87 de la demande initiale no 87 09472 (art. 14 de la loi du 2.1.68 modifiée)

⑦1 Demandeur(s) : LUK LAMELLEN UND KUPPLUNGSBAU GMBH — DE.

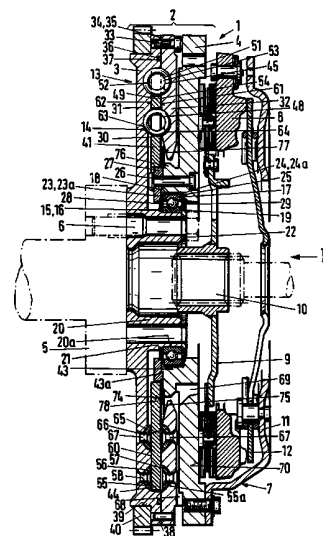
⑦2 Inventeur(s) : Friedmann Oswald et Jäckel Johann.

⑦3 Titulaire(s) :

⑦4 Mandataire : Cabinet Regimbeau Martin Schrimpf Warcoin Ahner.

⑤4 Dispositif pour l'amortissement de vibrations.

⑤7 Dispositif pour l'amortissement de vibrations, entre un moteur et une chaîne cinématique, comprenant un élément d'entrée (3) et un élément de sortie (4), les deux éléments (3, 4) étant mobiles en rotation l'un par rapport à l'autre et l'un au moins d'entre eux présentant des canaux annulaires de guidage (51) dans lesquels sont logés des ressorts longs (45) assurant un accouplement élastique entre les deux éléments d'entrée (3) et de sortie (4), caractérisé en ce que lesdits ressorts (45) sont précintrés à l'état non monté.



La présente invention concerne un dispositif pour l'amortissement de vibrations, en particulier entre un moteur et une chaîne cinématique, avec un moyen d'amortissement prévu entre deux éléments du volant, la pièce d'entrée étant l'élément de volant pouvant être  
5 relié au moteur et la pièce de sortie le second élément de volant pouvant être relié à la chaîne cinématique à l'aide d'un embrayage par exemple.

De tels dispositifs comportent des moyens d'amortissement entre les masses d'inertie, généralement constitués par des accumulateurs  
10 d'énergie, tels que des ressorts à boudin accumulant de l'énergie élastique, qui agissent dans une direction circonférentielle et des accumulateurs d'énergie qui agissent dans une direction axiale et produisent, en liaison avec des garnitures de friction ou de glissement, un frottement, c'est-à-dire une hystérésis qui est en parallèle avec  
15 les accumulateurs d'énergie agissant dans une direction circonférentielle.

De tels dispositifs permettent certes d'obtenir des améliorations relativement bonnes des vibrations et du bruit dans certaines applications, mais ils représentent une solution de compromis dans de nombreux cas. C'est ainsi que ces solutions purement mécaniques  
20 ne permettent pas de couvrir la vaste gamme des exigences imposées par les divers régimes, qui présentent des vibrations et un bruit totalement différents. Ils sont donc d'autant plus complexes et par suite coûteux quand on tente de couvrir de nombreux régimes, car des dispositions supplémentaires et de plus en plus complexes sont  
25 nécessaires pour des plages d'amplitude supplémentaires. De tels dispositifs ne permettent en particulier pas d'adapter la caractéristique d'amortissement à plusieurs conditions de service variables, notamment parce que l'hystérésis correspondant aux divers étages amortisseurs ou aux accumulateurs d'énergie agissant suivant une direction  
30 circonférentielle n'est pas variable en fonction des conditions rencontrées. Ces dispositifs sont en outre sensibles à l'usure et aux dérangements.

L'invention vise à améliorer de tels dispositifs et en particulier leur amortissement en permettant une adaptation de la caractéristique d'amortissement, c'est-à-dire du degré de dissipation  
35

d'énergie aux vibrations et au bruit différents d'un véhicule dans diverses conditions de fonctionnement et sous d'autres influences, pour permettre par exemple un filtrage optimal des vibrations apparaissant entre le moteur et la boîte de vitesses aux vitesses de rotation faibles ou élevées, à la vitesse de résonance, lors du démarrage ou de l'arrêt, etc. L'invention vise en outre à réaliser un dispositif économique, des mesures constructives permettant un faible coût de fabrication par emploi d'un pourcentage aussi élevé que possible de formage. La durée de vie doit en outre être prolongée, l'usure évitée et les pertes du système d'entraînement réduites.

Selon une caractéristique essentielle de l'invention, le moyen d'amortissement comprend au moins un canal annulaire formé par des pièces du premier élément de volant, rempli par un fluide visqueux, tel qu'un produit pâteux, et de section pratiquement fermée, en anneau de cercle par exemple, dans lequel des accumulateurs d'énergie tels que des ressorts sont logés et prennent appui, la section du canal annulaire épousant la forme desdits accumulateurs d'énergie et son étanchéité étant assurée - sauf pour un interstice étroit le cas échéant - par une bride solidaire en rotation du second élément de volant, pénétrant radialement dans le canal annulaire et constituant les secondes zones d'appui des ressorts. Une telle réalisation du dispositif permet un guidage parfait des ressorts logés dans le canal annulaire, de sorte que ces ressorts peuvent être relativement longs et qu'un débattement angulaire important est possible entre les deux éléments de volant. La compression et la détente des ressorts ainsi que le mouvement des zones de la bride pénétrant dans le canal annulaire produisent des tourbillons et un refoulement du fluide visqueux contenu dans le canal annulaire, qui engendrent un amortissement visqueux ou hydraulique variant en fonction des vitesses ou accélérations angulaires apparaissant entre les deux éléments du volant par suite des fluctuations du couple ou des vibrations de torsion. Un autre avantage réside dans le fait que l'amortissement produit par le fluide visqueux est variable en fonction de la vitesse de rotation du moteur. Il est ainsi possible de faire varier le rapport d'amortissement ou l'hystérésis et par suite

la caractéristique d'amortissement du dispositif en fonction de la vitesse ou de l'accélération angulaire entre les deux éléments du volant et en fonction de la vitesse de rotation du dispositif.

Les zones d'appui des ressorts dans le canal annulaire peuvent  
5 avantageusement être constituées par des bras radiaux formés sur la bride et débouchant dans la zone radiale du canal annulaire. Les bras peuvent se raccorder, radialement à l'extérieur des zones d'appui, à un ligament recouvrant les ressorts dans une direction circon-  
férentielle. Les ligaments - vus suivant une direction circonférentielle -  
10 reliant chacun deux bras radiaux peuvent être logés dans un évidement annulaire se raccordant radialement à l'extérieur du canal annulaire.

Les ligaments - vus dans une direction radiale - peuvent être réalisés par rapport au canal annulaire de façon que dans le dispositif en  
15 rotation au moins, les ressorts prennent pour l'essentiel appui radialement sur ces ligaments. Cela peut être avantageux en particulier quand au moins certains des accumulateurs d'énergie logés dans le canal annulaire agissent successivement, c'est-à-dire produisent un amortissement à élasticité de torsion et à plusieurs  
20 étages, et les ressorts intervenant les premiers entre les deux éléments du volant après un débattement angulaire sont d'abord positionnés par la bride dans une direction circonférentielle, car ces ressorts ne sont pas comprimés pendant le débattement angulaire et tournent avec la pièce, c'est-à-dire la bride sur laquelle ils prennent appui  
25 radialement, de sorte qu'un amortissement de frottement supplémentaire peut être évité entre ces ressorts et les surfaces délimitant le canal annulaire.

Une constitution particulièrement avantageuse du dispositif peut être obtenue quand le canal annulaire est constitué par deux  
30 coquilles, dont une au moins peut être une pièce de tôle façonnée.

Il peut être particulièrement avantageux de constituer le canal annulaire par deux pièces de tôle façonnées en demi-coquille, qui peuvent faire partie de l'élément de volant relié au moteur, voire constituer ledit élément de volant. De telles pièces de tôle façonnée  
35 présentent par rapport à des pièces usinées l'avantage d'un coût de

fabrication notablement réduit. Le découpage, l'emboutissage et le  
matricage permettent en outre de multiples formes avantageuses des  
pièces de tôle. Il est par exemple possible de produire aussi des  
sections de canal d'une forme autre qu'à symétrie de rotation. Les  
5 appuis circonférentiels des ressorts dans le canal annulaire peu-  
vent aussi être formés par des empreintes en forme de poche, de  
sorte qu'aucun élément supplémentaire n'est nécessaire pour assurer  
cette fonction.

Les appuis ou butées des extrémités des ressorts dans le canal  
10 annulaire peuvent toutefois aussi être formés simplement par des  
éléments discrets, insérés dans le canal annulaire de circonférence  
continue par ailleurs. Ces éléments peuvent être constitués par des  
plaquettes ou de petits blocs rivés, des rivets de forme ou des  
pièces de forme soudées.

15 Pour assurer une charge parfaite des ressorts logés dans le  
canal annulaire, il convient de prévoir - dans la position neutre  
de l'amortisseur ou du dispositif - une empreinte en forme de poche  
ou un autre élément de butée de part et d'autre d'un bras de la  
bride.

20 Afin de réduire l'usure, les appuis circonférentiels des res-  
sorts peuvent avantageusement présenter une dureté plus élevée, au  
moins sur leurs côtés en regard des ressorts. Ce résultat peut être  
obtenu par une trempe superficielle des appuis, une cémentation par  
exemple, par trempe par induction des seules faces frontales des  
25 appuis ou par revêtement des surfaces d'application. La couche anti-  
usure est avantageusement constituée par des revêtements métalliques  
de nickel dur, chrome ou molybdène par exemple. Pour de nombreuses  
applications, il peut toutefois être avantageux aussi de déposer une  
couche de céramique ou de matière plastique.

30 Pour réduire ou interdire l'usure par abrasion dans le canal  
annulaire, une protection contre l'usure, constituée par exemple par  
une couche intermédiaire ou un revêtement, peut être prévue au moins  
entre les zones sur lesquelles les diverses spires des ressorts  
prennent appui sous l'action de la force centrifuge et les ressorts.  
35 Une telle protection contre l'usure peut être constituée simplement

par l'insertion d'un ruban d'acier trempé entre les ressorts et les pièces formant l'espace annulaire, au moins dans la zone radiale extérieure. Les pièces délimitant l'espace annulaire peuvent former un évidement pour le logement d'une telle insertion. La couche  
5 intermédiaire ou le ruban d'acier peut simplement être cylindrique. Il peut toutefois être particulièrement avantageux que l'insertion ou le ruban présente une section bombée et au moins sensiblement égale au diamètre extérieur du ressort, de sorte que ce dernier prend appui sur la largeur du ruban, c'est-à-dire sur une grande  
10 étendue. La pression surfacique diminue ainsi et l'usure par frottement est minimisée. Il peut être avantageux que l'angle d'ouverture de l'insertion bombée, c'est-à-dire que l'angle couvert par l'insertion sur la circonférence du ressort soit compris entre environ 45 et 120°, et de préférence entre 60 et 90°.

15 La couche anti-usure entourant les accumulateurs d'énergie à la façon d'une coquille dans le canal annulaire peut s'étendre au moins sensiblement sur toute la circonférence, c'est-à-dire sur pratiquement 360°. Il peut toutefois être avantageux aussi d'utiliser simplement des segments de ruban correspondant au moins sensiblement à la  
20 longueur des divers ressorts d'amortisseur auxquels ils servent d'appui.

Il peut être particulièrement avantageux pour le fonctionnement du dispositif de prévoir, au moins entre certains des bras de la bride et les extrémités de ressort en regard, des couches intermé-  
25 diaires dont une partie au moins de la section est adaptée sensiblement à la section du canal annulaire contenant les ressorts. De telles touches intermédiaires agissent dans le canal annulaire comme des pistons refoulant le fluide visqueux contenu dans ce dernier, lors d'un débattement angulaire entre les deux éléments  
30 de volant. Pour mieux guider les extrémités de ressort, les couches intermédiaires peuvent comporter du côté en regard de l'extrémité de ressort un prolongement pénétrant dans l'espace intérieur des ressorts. Pour permettre une auto-insertion des prolongements dans les extrémités de ressort, ces dernières peuvent comporter une zone  
35 à faible conicité, se raccordant à un segment présentant un plus

grand angle au sommet ou une forme en calotte. Il est ainsi assuré qu'une couche intermédiaire ou une coupelle de ressort, après avoir glissé ou été refoulée hors d'une extrémité de ressort en service, peut s'insérer de nouveau dans le ressort lors de la détente de  
5 ce dernier ou de sa charge, sans détérioration du ressort ou de la coupelle.

Constituant des pistons déplaceurs du fluide visqueux dans le canal annulaire, les couches intermédiaires ou les coupelles de ressort sont avantageusement utilisables pour la commande de l'amortissement produit par le fluide visqueux. Il est ainsi particulièrement  
10 facile de déterminer et de régler par les couches intermédiaires en forme de piston le débit ou le volume refoulé de fluide visqueux sur un débattement angulaire donné, et par suite d'obtenir une courbe caractéristique définie d'amortissement en fonction de cer-  
15 tains paramètres de service. La variation de la résistance à la rotation produite par le fluide visqueux peut s'obtenir simplement par modification d'une section de passage au moins du fluide vis-  
queux. Ce résultat peut par exemple être obtenu par une section variable du canal annulaire au moins sur des parties de la longueur  
20 d'un ressort au moins, muni de couches intermédiaires ou de coupelles aux deux extrémités. Lors d'un mouvement relatif entre le canal annulaire et une couche intermédiaire, la section libre entre le canal annulaire et la couche intermédiaire peut ainsi varier en  
fonction du débattement angulaire. Il peut être utile que certaines  
25 zones au moins du canal annulaire, situées aux extrémités des ressorts non comprimés, présentent une section supérieure à celle des autres zones dudit canal. De telles augmentations de section peuvent être progressives sur une certaine plage de débattement angulaire ou soudaines. Pour permettre un guidage radial extérieur parfait des  
30 couches intermédiaires et des accumulateurs d'énergie, il convient de prévoir de telles augmentations de section dans la moitié inférieure du canal annulaire.

L'amortissement produit par les couches intermédiaires en liaison avec le fluide visqueux peut par ailleurs être modifié par  
35 des entailles ou des évidements axiaux sur ces couches intermé-

diaires.

Il peut être avantageux pour le fonctionnement du dispositif que les bras de la bride présentent des ergots dirigés suivant le sens circonférentiel et s'engageant dans un évidement des couches intermédiaires. Les ergots des bras sont disposés et réalisés par rapport à l'évidement correspondant des couches intermédiaires de façon que ces dernières évitent tout contact entre au moins les extrémités des ressorts et les zones radiales extérieures du canal annulaire. Les ergots des bras peuvent être réalisés de façon à tirer légèrement radialement vers l'intérieur les couches intermédiaires chargées, qui sont ainsi soulevées par rapport à la paroi du canal annulaire. Il en résulte que même à vitesse de rotation élevée, certaines au moins des spires d'extrémité des ressorts ne viennent pas en appui sur les coquilles formant le canal annulaire et peuvent ainsi se déplacer librement. Il peut être avantageux que les évidements des couches intermédiaires présentent une section circulaire et que les ergots des bras présentent des zones adaptées au moins aux évidements. Ce résultat peut être obtenu par exemple par estampage des ergots préalablement découpés. Les évidements des couches intermédiaires - vus suivant la direction axiale des ressorts - peuvent être coniques ou sphériques et former des trous borgnes.

Dans le cas d'un dispositif dont le canal annulaire est formé par deux parties du carter, telles que des demi-carters, il peut être avantageux que les deux demi-carters s'appliquent l'un sur l'autre par des plans de joint adaptés. Un joint d'étanchéité peut être inséré dans la zone des plans de joint pour assurer l'étanchéité radiale du canal annulaire vers l'extérieur. Pour faciliter le montage, les demi-carters peuvent comporter des faces de centrage se recouvrant axialement, un joint d'étanchéité, tel qu'un joint torique, pouvant être inséré dans la zone desdites faces de centrage.

Une gorge peut être prévue dans la zone des plans de joint ou la zone des faces de centrage pour le logement d'un joint d'étanchéité. Il est en outre utile de disposer les plans de joint et/ou les faces de centrage entre les deux parties du carter sur un dia-

mètre supérieur au diamètre extérieur du cercle extérieur de ressorts.

Il peut être particulièrement utile que les deux demi-carters soient reliés dans la zone de leur circonférence extérieure. Ce  
5 résultat peut être obtenu par un vissage qui, quand un des demi-carters porte une couronne dentée de démarreur, est utilisable simultanément pour fixer ladite couronne dentée sur l'élément de volant correspondant.

Les deux demi-carters peuvent aussi être reliés par rivetage  
10 ou soudage. Le rivetage peut également servir à fixer une couronne dentée de démarreur sur l'élément de volant correspondant.

Il peut être particulièrement avantageux pour la production des dispositifs que les deux demi-carters soient soudés. Un tel assemblage des deux demi-carters est particulièrement indiqué quand  
15 ces derniers sont des pièces de tôle façonnées. Les méthodes de soudage dans lesquelles les zones à souder des demi-carters sont portées à la température de soudage par un courant alternatif de forte intensité sous faible tension, puis assemblées par rapprochement, se prêtent avantageusement à l'assemblage des demi-carters.  
20 Les soudures par pression, les soudures par résistance ou les soudures par décharge de condensateur conviennent avantageusement pour cet usage. Il est particulièrement avantageux que les demi-carters à souder soient réalisés en acier à bas carbone, au moins dans la zone du soudage.

25 Pour éviter pendant le soudage des deux demi-carters un échauffement local trop élevé de pièces, voire une liaison entre les demi-carters et certaines pièces en contact avec ces derniers avant le soudage et mobiles par rapport à eux, il convient de prévoir une isolation électrique au moins entre certaines de ces pièces et les demi-  
30 carters. Cette isolation peut avantageusement être prévue au moins dans la zone de contact des demi-carters et des pièces d'amortissement incorporées, telles que bride, ressorts à boudin, couches intermédiaires ou coupelles de ressort. Il peut aussi être avantageux que la bride du moyeu porte une couche isolante, au moins dans  
35 la zone de contact avec les pièces du carter. Les coupelles de res-

sort peuvent de même être recouvertes d'une couche qui peut avantageusement aussi être constituée par un matériau isolant. Les ressorts à boudin peuvent aussi être revêtus d'une couche isolante. Il peut en outre être utile de munir aussi d'une isolation électrique les appuis ou butées circonférentielles dans le canal annulaire.

L'isolation électrique de certaines pièces au moins du dispositif peut s'effectuer simplement par phosphatation . Des vernis, des revêtements plastiques et des revêtements céramiques conviennent toutefois aussi.

Lors de la sélection des revêtements isolants, il convient de veiller à ce qu'ils soient compatibles avec les lubrifiants dans l'amortisseur ou la chambre annulaire. Il peut être avantageux d'isoler par phosphatation les pièces de tôle telles que la bride et les couches intermédiaires des coupelles de ressort, mais de simplement vernir les ressorts à boudin.

Les demi-carters délimitant le canal annulaire rempli partiellement au moins d'un fluide visqueux peuvent avantageusement aussi être reliés axialement par un collier de fixation les entourant selon une direction circonférentielle. Un tel collier de fixation peut être réalisé sous forme d'une cage de tôle, qui recouvre axialement des zones des deux demi-carters et peut être rabattue radialement vers l'intérieur sur le côté desdites zones.

Pour le positionnement précis des deux demi-carters pendant le montage, il est possible d'utiliser des goupilles, telles que des goupilles à encoches, prévues par exemple dans des perçages appropriés des deux demi-carters. Une disposition dissymétrique appropriée de telles goupilles sur la circonférence du dispositif permet d'assurer une position relative radiale et angulaire parfaite de montage des demi-carters. Pour de nombreuses applications, il peut être avantageux de disposer les goupilles dans des perçages axiaux des deux demi-carters, les bords rabattus de la cage de tôle précitée pouvant recouvrir au moins partiellement les perçages contenant les goupilles pour le blocage axial de ces dernières.

Sur les dispositifs dont les deux demi-carters comportent des

faces de centrage axiales, les goupilles de position peuvent avantageusement aussi être situées dans des perçages radiaux des deux demi-carters. Ces perçages radiaux peuvent être réalisés dans la zone d'extension axiale des faces de centrage. Sur le dispositif dont un des deux demi-carters présente un siège extérieur pour une couronne dentée de démarreur, il est avantageux de disposer les goupilles de position radiales dans la zone dudit siège et de les bloquer radialement par un recouvrement axial au moins partiel par la couronne dentée du démarreur.

10        Selon une autre caractéristique de l'invention, un autre groupe de ressorts au moins du moyen d'amortissement peut être prévu radialement à l'intérieur du canal annulaire. Pour de nombreuses applications, il peut être avantageux de disposer ce second groupe de ressorts en parallèle avec le premier groupe de ressorts prévu dans le canal annulaire, entre les éléments de volant. La disposition des divers ressorts du premier et du second groupe entre les deux éléments de volant peut alors se faire de façon que certains ressorts au moins des deux groupes agissent par paliers, c'est-à-dire avec un décalage angulaire, et/ou qu'au moins certains ressorts d'un groupe au moins agissent par paliers, c'est-à-dire avec décalage angulaire.

20        Dans une autre forme de réalisation de l'information, le premier groupe de ressorts prévu dans le canal annulaire et le second groupe de ressorts situé radialement à l'intérieur du précédent peuvent être disposés en série entre les éléments de volant. Les ressorts reliés en parallèle à l'intérieur de ces groupes peuvent également former des paliers différents, agissant avec un décalage angulaire.

30        Le couplage des deux groupes de ressorts au moins prévus entre les éléments de volant peut s'effectuer simplement par une bride présentant des logements appropriés pour les divers ressorts. Ces logements peuvent avantageusement être formés comme suit : la bride présente des échancrures radiales extérieures, séparées dans le sens circonférentiel par des bras radiaux et contenant les ressorts du premier groupe, et des fenêtres situées radialement à l'intérieur et contenant les ressorts du second groupe. Les échancrures et les

fenêtres peuvent - suivant une direction circonférentielle - être disposées relativement de façon qu'une fenêtre se situe radialement à l'intérieur de chaque échancrure. Les échancrures et fenêtres peuvent présenter au moins sensiblement la même longueur angulaire suivant  
5 une direction circonférentielle.

Pour permettre un débattement angulaire maximal entre les deux éléments de volant, il peut être avantageux que le premier et/ou le second groupe de ressorts comportent chacun quatre accumulateurs d'énergie au maximum.

10 Bien qu'il suffise pour certaines applications que les divers accumulateurs d'énergie du groupe de ressorts s'étendent dans le canal annulaire sur au moins  $45^\circ$  de la circonférence, il peut pour de nombreuses applications être particulièrement avantageux que les ressorts s'étendent dans le canal annulaire sur  $65$  à  $115^\circ$  et de pré-  
15 férence sur  $80$  à  $100^\circ$  de la circonférence. Les grands débattements angulaires des deux éléments de volant réalisables avec de longs ressorts présentent l'avantage de permettre un faible accroissement de la résistance à la rotation, au moins sur une grande plage de débattement angulaire, ce qui est avantageux pour l'amortissement  
20 de fluctuations de couple ou d'à-coups de torsion importants. Par suite des grands débattements angulaires, le fluide visqueux prévu au moins dans le canal annulaire peut en outre dissiper une grande quantité d'énergie, c'est-à-dire produire une forte hystérésis.

Le fluide visqueux présent dans le canal annulaire peut toute-  
25 fois amortir non seulement des vibrations de grande amplitude, produites par des à-coups de couple importants ou des couples variables, mais aussi des vibrations de faible amplitude apparaissant en fonctionnement sous charge et devant être amorties avec une faible hystérésis. Cela est imputable au fait que la pression s'établissant dans le fluide visqueux dépend de la vitesse instantanée de  
30 refoulement d'un volume donné du fluide visqueux. En d'autres termes, la capacité d'amortissement du fluide visqueux contenu dans le canal annulaire au moins dépend de l'apparition d'à-coups de couple, de couples variables importants ou de faibles fluctuations  
35 de couple entre les deux masses d'inertie. Une régulation automa-

tique de l'amortissement peut donc être pratiquement obtenue.

Pour permettre des débattements angulaires particulièrement grands entre les deux éléments de volant, il convient qu'au moins les ressorts du groupe dans le canal annulaire s'étendent sur  
5 70 à 96 % de la périphérie du dispositif.

Pour faciliter le montage du dispositif, au moins les ressorts logés dans le canal annulaire peuvent être précintrés au moins sensiblement au rayon sur lequel ils sont disposés.

Il peut être particulièrement avantageux pour la constitution  
10 et le fonctionnement du dispositif que radialement à l'intérieur du canal annulaire, les demi-carters ou les coquilles telles que les pièces de tôle façonnées présentent des zones en regard formant un passage pour la bride. Les zones en regard peuvent définir des surfaces en anneau de cercle, limitant un passage ou interstice en  
15 anneau de cercle dans lequel débouche le canal annulaire. La largeur du passage peut être au moins sensiblement égale à l'épaisseur de la bride pour obtenir un amortissement très élevé par le fluide visqueux contenu dans le canal annulaire. Pour de nombreuses applications, il peut toutefois être avantageux que la distance axiale entre les  
20 zones en regard soit supérieure de 0,1 à 2 mm à l'épaisseur des zones de la bride comprises entre elles. Une partie du fluide visqueux contenu dans le canal annulaire peut s'échapper radialement vers l'intérieur par l'interstice ainsi défini, lors d'un débattement angulaire soudain des deux éléments de volant. Un dimensionnement  
25 approprié de l'interstice permet de fixer à la valeur souhaitée l'amortissement produit par le fluide visqueux contenu dans le canal annulaire.

Il est en outre possible de réaliser les zones en regard des demi-carters et les zones de la bride situées entre elles de façon  
30 à obtenir entre elles un interstice variant en fonction du débattement angulaire des éléments de volant, la section de passage définie par l'interstice pouvant diminuer quand le débattement angulaire augmente, de sorte que l'amortissement produit par le fluide visqueux augmente. La bride peut pour ce faire comporter sur une face  
35 au moins des rampes circonférentielles, s'élevant dans une direction

axiale et interagissant avec des rampes conjuguées de la zone du carter en regard de ladite face, de façon que la section de passage du fluide visqueux diminue quand les rampes et rampes conjuguées se rapprochent.

5 Il peut être particulièrement avantageux pour la constitution du dispositif de prévoir le second groupe de ressorts radialement à l'intérieur du passage pour la bride entre les zones en regard des demi-carters. Les demi-carters ou les coquilles peuvent présenter des cavités axiales pour le logement de ce groupe de ressorts. Il  
10 peut être particulièrement avantageux pour le fonctionnement du dispositif que les cavités axiales, le passage de la bride et le canal annulaire se raccordent entre eux. Pour le guidage parfait des accumulateurs d'énergie du second groupe de ressorts intérieur, il peut être utile d'égaliser les cavités à la circonférence de la section desdits  
15 accumulateurs d'énergie, au moins dans la zone radialement extérieure. L'interstice présent entre le canal annulaire et les cavités, ou passage de la bride, peut être pratiquement fermé. La bride peut présenter pour ce faire une zone en anneau de cercle s'étendant radialement en partie au moins dans cet interstice. Cette zone en  
20 anneau de cercle de la bride peut avantageusement être formée essentiellement par des ligaments s'étendant dans une direction circonférentielle, radialement entre les ressorts extérieurs et intérieurs, et reliant les zones de la bride chargées par les ressorts, telles que les bras radiaux.

25 Pour faciliter le montage du dispositif, les ressorts du second groupe peuvent être précintrés au moins sensiblement au diamètre sur lequel ils sont disposés. Cette opération est particulièrement avantageuse dans le cas de longs ressorts. Le précintrage des ressorts du groupe extérieur et/ou du groupe intérieur présente en outre  
30 l'avantage qu'ils sont pratiquement exempts de couple de flexion dans l'état monté et dans le dispositif non sollicité.

Il peut être avantageux que les ressorts du second groupe soient guidés radialement à l'extérieur par les zones délimitant les fenêtres du moyeu, de sorte que ces ressorts prennent essentiellement  
35 appui, dans le dispositif en rotation et sous charge, sur les con-

tours radiaux extérieurs des fenêtres du moyeu et ne sont ainsi guidés pratiquement dans une direction axiale que par les cavités des parties du carter, c'est-à-dire glissent le long de la paroi délimitant les cavités avec une force d'application minimale. Les contours  
5 extérieurs des fenêtres peuvent avantageusement être formés par les ligaments de la bride situés entre les ressorts intérieurs et extérieurs et s'étendant dans une direction circonférentielle. Pour interdire une application des extrémités de ressort sur le carter, l'extrémité des diverses fenêtres ou de ligaments peut être légèrement tirée  
10 radialement vers l'intérieur, de sorte que la bride éloigne radialement les extrémités de ressort chargées des zones radiales extérieures des cavités ou du canal annulaire.

Il peut toutefois aussi être avantageux pour certaines applications que les ressorts intérieurs prennent appui radialement sur  
15 les surfaces délimitant les cavités, au moins sous l'action de la force centrifuge. Cela peut être avantageux dans le cas de ressorts n'intervenant qu'après un débattement angulaire déterminé des deux éléments de volant. Il peut en outre être avantageux pour le fonctionnement du dispositif de réaliser les fenêtres de la bride pour  
20 les ressorts intérieurs de façon qu'elles forment des ergots dirigés dans le sens circonférentiel et s'engageant directement dans les extrémités de ressort ou dans un évidement d'une couche intermédiaire prévue entre une extrémité de ressort et la zone de charge correspondante de la bride. Les ergots peuvent être réalisés par  
25 rapport aux extrémités de ressort ou aux couches intermédiaires de façon à maintenir au moins les zones d'extrémité des ressorts radialement vers l'intérieur, de sorte que lesdites zones sous charge ne sont pas en contact avec les zones radiales extérieures des cavités et/ou les ligaments de la bride qui les recouvrent. Il en  
30 résulte également les avantages précédemment décrits pour les ergots formés sur les bras de la bride.

Pour augmenter la durée de vie du dispositif, il peut être particulièrement avantageux que les pièces délimitant les cavités ou le canal annulaire présentent une dureté plus élevée au moins  
35 dans les zones de contact entre les accumulateurs d'énergie d'une

part et les surfaces des cavités et/ou la surface du canal annulaire d'autre part. Ce résultat peut être obtenu par exemple par une trempe partielle au moins, telle que trempe par induction, cémentation, trempe au laser ou trempe au chalumeau.

5 Une augmentation de la durée de vie du dispositif peut avantageusement être obtenue aussi par un revêtement réduisant l'usure par abrasion des pièces délimitant les cavités ou le canal annulaire, au moins dans les zones de contact entre les accumulateurs d'énergie d'une part et les surfaces des cavités et/ou la surface du canal  
10 annulaire d'autre part. Un tel revêtement peut être obtenu par nickelage chimique, revêtement plastique, chromage ou dépôt d'une couche de molybdène. Il peut être particulièrement avantageux que le revêtement minimise simultanément le coefficient de frottement entre les spires des ressorts et les surfaces en contact de frotte-  
15 ment avec ces dernières.

Une protection contre l'usure, pouvant être constituée par une ou plusieurs insertions en forme de coquille, peut aussi être prévue entre les cavités et les ressorts intérieurs, de la façon précédemment décrite pour les ressorts extérieurs et le canal annulaire.

20 Il peut être particulièrement avantageux pour la production du dispositif que les cavités soient annulaires, c'est-à-dire s'étendent sur toute la circonférence du dispositif, et que les zones d'appui des accumulateurs d'énergie dans une direction circonférentielle soient formées par des éléments de butée introduits dans les cavités.  
25 De tels éléments de butée peuvent être formés par des éléments discrets, tels que les éléments de butée précédemment décrits dans le canal annulaire. Il peut être particulièrement avantageux que les éléments de butée soient des rivets de forme dont les zones de charge par les accumulateurs d'énergie sont planes ou aplaties.

30 Il peut être avantageux pour la constitution et le fonctionnement du dispositif de loger les ressorts du groupe intérieur dans les fenêtres de deux disques reliés en rotation avec le second élément de volant pouvant être relié à la chaîne cinématique, et entre lesquels se place une bride accouplant en série les groupes de res-  
35 sorts radialement extérieur et intérieur.

Pour d'autres applications, il peut toutefois convenir d'accoupler en série les deux groupes de ressorts par un disque en deux parties entre lesquelles se trouve, dans la zone du groupe de ressorts intérieur, une partie de la bride reliée en rotation avec le second  
5 élément de volant.

Selon une autre caractéristique de l'invention, il peut être particulièrement avantageux pour le fonctionnement et l'assemblage du dispositif qu'un élément de volant comporte une pièce d'un enfichage axial présentant un profil et le second élément de volant le  
10 profil conjugué de l'enfichage accouplant en rotation les deux éléments de volant. Un tel enfichage peut convenir en particulier dans un dispositif dont les groupes de ressorts du moyen d'amortissement sont logés dans une chambre pouvant être remplie partiellement au moins par un fluide visqueux ou pâteux et constituée essentiellement  
15 par les pièces de l'élément de volant pouvant être relié au moteur, la pièce de sortie du moyen d'amortissement étant une bride présentant des profils pouvant s'engager avec des profils conjugués prévus sur le second élément de volant et un des éléments de volant portant en outre un joint d'étanchéité qui, lors de l'enfichage des deux  
20 éléments de volant, s'applique avec étanchéité sur une surface du second élément de volant. Une telle constitution permet un prémontage en deux modules, à savoir le module primaire pouvant être relié au moteur et le module secondaire pouvant être relié à la chaîne cinématique par un embrayage.

25 Il peut être avantageux que la bride de sortie du moyen d'amortissement soit accouplée en rotation au second élément de volant par les profils de l'enfichage, mais non fixée axialement. Une telle constitution permet à la bride de s'aligner librement dans le sens axial, de sorte qu'elle n'est pas serrée entre les deux éléments  
30 de volant lors du montage du dispositif, évitant ainsi une sollicitation excessive des pièces du dispositif et une forte hystérésis de frottement apparaissant dès de faibles débattements angulaires et gênante pendant le ralenti du moteur par exemple. Il peut être particulièrement utile de monter la bride de sortie du moyen d'amortissement  
35 sement en flottement axial entre les deux demi-carters ou les coquilles

de l'élément de volant pouvant être relié au moteur.

Une réalisation particulièrement avantageuse du dispositif est obtenue par le joint formé lors de l'assemblage des deux éléments de volant et qui assure l'étanchéité de la chambre remplie partiellement au moins par du fluide visqueux ou la ferme par rapport à un interstice annulaire pouvant être ouvert vers l'extérieur et situé axialement entre les deux éléments de volant qui peuvent tourner l'un par rapport à l'autre. Il peut être avantageux de prévoir les profils conjugués sur la circonférence extérieure d'un disque annulaire relié au second élément de volant.

Le joint d'étanchéité de la chambre comporte avantageusement au moins une partie annulaire. Il peut être utile que la partie d'étanchéité annulaire présente une élasticité axiale, de façon à pouvoir se déformer élastiquement après l'enfichage des éléments de volant pour assurer une étanchéité parfaite. Une telle partie d'étanchéité peut être portée par l'élément de volant pouvant être relié au moteur, de façon à s'appliquer sous précontrainte sur une face d'appui du second élément de volant, après l'enfichage des éléments de volant.

Pour faciliter le montage du dispositif, il peut être utile que le diamètre intérieur de l'élément d'étanchéité de la chambre par rapport au canal annulaire soit supérieur au diamètre extérieur des profils conjugués de l'enfichage. L'élément d'étanchéité peut être guidé axialement sur les profils conjugués pendant l'assemblage du dispositif, ce qui est particulièrement avantageux quand la bride de sortie du moyen d'amortissement présente un évidement central dont le contour limite les profils de l'enfichage et le disque annulaire portant les profils conjugués sur la circonférence extérieure est fixé axialement sur une face frontale du second élément de volant en regard de l'élément de volant situé du côté moteur.

Une étanchéité parfaite de la chambre et une constitution simple du dispositif peuvent être obtenues comme suit : l'élément d'étanchéité prend appui axialement par sa zone radiale extérieure sur une paroi radiale d'un élément de volant, constituée par le demi-carter adjacent à l'interstice annulaire radial présent entre

les deux éléments de volant. La zone radialement extérieure de l'élément d'étanchéité peut être fixée axialement sur la paroi radiale. Il peut être indiqué pour le fonctionnement de l'élément d'étanchéité que sa zone extérieure soit encastrée axialement. Un tel encastrement, qui peut présenter une élasticité axiale, permet à l'élément d'étanchéité de pivoter autour de la zone d'encastrement, comme un ressort diaphragme. La portée prévue sur le second élément de volant pour l'élément d'étanchéité peut être constituée simplement par une pièce en anneau de cercle, encastrée axialement entre la face frontale du second élément de volant et la pièce portant les profils conjugués, et s'étendant radialement vers l'extérieur au-delà des profils conjugués. Cette pièce en anneau de cercle peut être décalée ou bombée radialement vers l'extérieur, en direction de la pièce présentant des profils conjugués.

Il peut être avantageux pour certaines applications que l'élément d'étanchéité soit constitué par un joint d'étanchéité et un accumulateur d'énergie, tel qu'un ressort diaphragme, qui est encastré axialement entre une bride constituant la pièce de sortie du moyen d'amortissement et le joint d'étanchéité, dont la zone radiale extérieure prend appui sur le demi-carter adjacent à l'interstice radial entre les éléments de volant et dont la zone radiale intérieure s'applique sur une portée d'étanchéité du second élément de volant. La force exercée par le ressort diaphragme peut être dimensionnée de façon à déformer le joint d'étanchéité comme un ressort diaphragme ou une rondelle élastique bombée. Une telle constitution de l'élément d'étanchéité permet au ressort diaphragme d'appliquer la pièce de sortie du moyen d'amortissement sur le demi-carter du premier élément de volant situé du côté moteur, de sorte qu'un interstice radial défini existe entre le second demi-carter et la pièce de sortie.

Pour améliorer l'étanchéité et les propriétés de frottement, le joint d'étanchéité ou la pièce d'étanchéité en anneau de cercle peut comporter un revêtement résistant à l'usure, au moins sur les zones d'application ou d'appui. Un tel revêtement peut avantageusement être constitué par une couche de matière plastique pouvant présenter un faible coefficient de frottement. Ce revêtement peut être

constitué par un matériau élastique pour améliorer l'étanchéité.

Il peut aussi être avantageux pour l'étanchéité de la chambre que le joint d'étanchéité du type ressort diaphragme soit appliqué radialement à l'extérieur sur un joint d'étanchéité, tel qu'un  
5 joint torique disposé sur la zone radiale intérieure du demi-carter voisin, et radialement à l'intérieur directement sur la portée d'étanchéité prévue sur le second élément de volant ou sur un joint d'étanchéité ou un joint plastique interposé.

Il est particulièrement avantageux que la partie du carter  
10 sur laquelle le joint d'étanchéité s'applique axialement ou prend appui par sa zone radialement extérieure présente du côté opposé à la chambre une zone s'étendant radialement aussi loin que possible vers l'intérieur, au-delà du diamètre extérieur du joint d'étanchéité, un seul espace étant formé axialement entre cette zone s'étendant radialement  
15 et le joint d'étanchéité, et pouvant présenter une section cunéiforme. La graisse qui s'échappe éventuellement du joint d'étanchéité, aux faibles vitesses de rotation par exemple, peut ainsi être recueillie dans l'espace radial ouvert vers l'intérieur, puis être de nouveau refoulée, par la force centrifuge s'exerçant dans le  
20 dispositif en rotation, dans la chambre à graisse du volant.

Il peut en outre être utile que la zone radialement extérieure au moins du joint d'étanchéité soit reculée axialement par rapport à la surface intérieure de la pièce du carter délimitant la chambre, sur laquelle le joint d'étanchéité prend appui, de façon que le  
25 fluide visqueux, une graisse par exemple, qui est refoulé radialement vers l'intérieur lors d'un débattement angulaire soudain des deux éléments de volant passe d'abord devant le joint d'étanchéité, ce qui permet d'interdire son refoulement vers l'extérieur le long du bord extérieur du joint d'étanchéité. La partie du carter ou le  
30 demi-carter sur lequel le joint d'étanchéité prend appui par sa zone radialement extérieure peut de façon particulièrement avantageuse présenter alors un épaulement axial dans ce but. Une telle disposition du joint d'étanchéité présente en outre l'avantage que la pression produite par le refoulement du fluide visqueux dans la chambre appli-  
35 que les circonférences intérieure et extérieure du joint d'étanchéité

axialement vers ses zones de contre-apuui, augmentant ainsi l'étanchéité.

Il peut être utile pour certaines applications que le moyen d'amortissement agissant entre les deux éléments de volant comporte  
5 au moins une friction. Cette friction peut agir sur toute la plage de débattement angulaire des deux éléments de volant ou uniquement sur une plage déterminée dudit débattement. Il peut être avantageux que la friction comporte au moins un disque de friction interagissant avec au moins un accumulateur d'énergie agissant dans  
10 une direction circonférentielle. L'accumulateur d'énergie peut être dimensionné de façon que le couple qu'il exerce sur le disque de friction suffise, sur une partie au moins de sa course de compression, pour vaincre le couple de frottement du disque de friction qui est ainsi repoussé au moins partiellement.

15 Il peut en outre être utile que la friction prévue entre les éléments de volant présente un jeu dans une direction circonférentielle, c'est-à-dire qu'il existe un jeu entre les butées du disque de friction de la friction et les contre-butées correspondantes. L'intervention de la friction est ainsi retardée par rapport à celle des accumulateurs d'énergie.  
20

Pour obtenir un couple de frottement aussi constant que possible pendant toute la durée de vie de l'unité, il peut être utile de prévoir la friction dans la chambre formée par les demi-carters ou les coquilles pour le fluide visqueux.

25 Il peut toutefois aussi être avantageux pour d'autres applications de disposer en outre un amortisseur à friction à sec agissant entre les deux éléments de volant, à l'extérieur de l'espace rempli au moins partiellement par le fluide visqueux ou du canal annulaire.

Bien qu'il soit avantageux pour certaines applications d'accoupler l'amortisseur à friction en parallèle avec les ressorts du  
30 moyen d'amortissement, il est particulièrement utile pour d'autres applications qu'un amortisseur à friction accouplé en série entre ces ressorts actifs se trouve entre les éléments de volant. L'amortissement de la friction ou de l'amortisseur à friction peut alors varier  
35 en fonction du débattement angulaire et augmenter avec ce dernier.

Dans une autre forme de réalisation de l'invention, l'étanchéité du canal annulaire rempli au moins partiellement par le fluide visqueux peut être assurée par des joints disposés entre les demi-carters ou les coquilles et la bride prévue entre eux. Une telle réalisation

5 de l'étanchéité permet de disposer les joints d'étanchéité prévus de part et d'autre de la bride radialement entre le groupe de ressorts extérieur dans le canal annulaire et le groupe de ressorts intérieur et/ou l'amortisseur à friction à sec supplémentaire, de sorte que seul le groupe de ressorts extérieur plonge dans le fluide

10 visqueux. Il peut toutefois aussi être avantageux pour d'autres applications de disposer les joints d'étanchéité de part et d'autre de la bride, radialement à l'intérieur du groupe de ressorts intérieur, de sorte que le groupe de ressorts intérieur peut aussi plonger au moins partiellement dans le fluide visqueux.

15 Il peut être avantageux pour le fonctionnement et la constitution du dispositif que l'amortissement par friction agissant en parallèle avec le groupe de ressorts intérieur et/ou l'amortissement visqueux soient nettement inférieurs à l'amortissement visqueux et/ou l'amortissement par friction en parallèle avec le groupe de ressorts

20 extérieur. Les extrémités des ressorts extérieurs peuvent pour ce faire être munies de coupelles dont le contour extérieur est au moins sensiblement celui du canal annulaire, ce qui produit un fort amortissement par refoulement de graisse. Les ressorts intérieurs du premier palier au moins sont utilisés sans coupelle pour obtenir un

25 faible refoulement de graisse dans le premier palier au moins et par suite aussi un faible amortissement. Les ressorts du groupe intérieur utilisés avec un jeu peuvent être montés avec ou sans coupelle pour l'optimisation de l'amortissement. La fixation du niveau de fluide visqueux permet en outre d'influencer l'amortissement visqueux cor-

30 respondant aux groupes de ressorts extérieur et intérieur. Il peut être avantageux de remplir totalement en fluide visqueux le canal annulaire extérieur et partiellement seulement les cavités intérieures. Le fort amortissement lors de la compression des ressorts extérieurs commence ainsi immédiatement au début de la charge.

35 L'amortissement correspondant au groupe de ressorts intérieur

demeure par contre faible, car les ressorts ne plongent que partiellement dans le fluide visqueux.

Dans une autre forme de réalisation de l'invention, trois groupes de ressorts au moins, agissant en parallèle ou en série et  
5 superposés radialement, peuvent être prévus entre les éléments de volant.

Dans le cas d'un espace de montage limité radialement, il peut aussi être avantageux de disposer au moins deux groupes de ressorts côte à côte axialement. Ces groupes de ressorts peuvent alors être ac-  
10 couplés en parallèle ou en série.

Il peut être particulièrement avantageux pour le fonctionnement et la constitution du dispositif que le demi-carter en regard du moteur ou la coquille située du côté du moteur porte radialement à l'intérieur un épaulement axial dirigé vers l'élément de volant  
15 pouvant être relié à la chaîne cinématique et portant un roulement qui permet le débattement angulaire des deux éléments de volant. L'élément de volant pouvant être relié à la chaîne cinématique peut comporter un évidement axial dans lequel l'épaulement axial pénètre axialement. Il est alors avantageux que cet évidement constitue un  
20 siège pour le logement de la bague extérieure du roulement.

Il est particulièrement avantageux pour l'assemblage du dispositif que le roulement, avant l'assemblage des deux éléments de volant, soit fixé par sûreté de forme sur l'élément de volant pouvant être relié à la chaîne cinématique, puis glissé lors de l'assemblage  
25 sur un siège de l'épaulement axial.

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention seront mieux compris à l'aide de la description détaillée ci-dessous d'exemples de réalisation et des dessins annexés sur lesquels :

- la figure 1 est la coupe d'un dispositif selon l'invention;
- 30 la figure 2 est une élévation partielle du dispositif suivant la flèche II de la figure 1;
- la figure 3 est la demi-coupe d'un autre dispositif selon l'invention;
- la figure 4 est la demi-coupe d'un autre dispositif selon l'invention;
- la figure 5 est une coupe suivant l'axe V-V de la figure 4;
- 35 la figure 6 est une coupe d'un autre dispositif selon l'invention;

- la figure 6a représente le détail "X" de la figure 6 à plus grande échelle;
- la figure 7 est une élévation partielle du dispositif selon figure 6, suivant la flèche VII;
- 5 la figure 7a représente un blocage en rotation possible d'un ruban d'usure utilisable dans le dispositif selon figures 6 et 7;
- la figure 8 est une coupe partielle d'une autre forme de réalisation d'un dispositif selon l'invention;
- la figure 9 est la coupe partielle d'une autre forme de réalisation
- 10 d'un dispositif selon l'invention;
- la figure 10 est une coupe d'une autre forme de réalisation;
- la figure 11 est une demi-coupe d'une variante de réalisation des dispositifs selon l'invention;
- la figure 12 est une coupe partielle suivant l'axe XII-XII de la
- 15 figure 11;
- la figure 13 est une coupe suivant l'axe XIII-XIII de la figure 12, avec représentation de pièces visibles uniquement sur la figure 11;
- la figure 14 est la coupe partielle d'un autre dispositif selon l'invention;
- 20 la figure 15 est une coupe suivant l'axe XV-XV de la figure 14;
- la figure 16 représente des détails du dispositif selon l'invention, utilisables par exemple dans des formes de réalisation selon figures 1 à 15; et
- les figures 17 à 22 sont chacune la coupe d'un autre dispositif
- 25 selon l'invention.

Le dispositif de transmission du couple 1 représenté aux figures 1 et 2 pour la compensation d'à-coups de torsion comprend un volant 2 divisé en deux éléments 3 et 4. L'élément de volant 3 est fixé par des vis 6 sur un vilebrequin 5 d'un moteur à combustion

30 interne non représenté. Un embrayage à friction 7 est fixé sur l'élément de volant 4. Un disque d'embrayage 9 monté sur l'arbre d'entrée 10 d'une boîte de vitesses non représentée, est prévu entre le plateau de pression 8 de l'embrayage à friction 7 et l'élément de volant 4. Un ressort diaphragme 12, prenant appui en pivotement sur

35 le couvercle 11 de l'embrayage, charge le plateau de pression 8 de

l'embrayage à friction 7 en direction de l'élément de volant 4. La manoeuvre de l'embrayage à friction 7 permet de solidariser et désolidariser l'élément de volant 4 et par suite aussi le volant 2 ou le moteur à combustion interne avec l'arbre primaire 10 de la boîte de vitesses. Entre l'élément de volant 3 et l'élément de volant 4 sont prévus un premier amortisseur 13 radialement extérieur et un second amortisseur 14 radialement intérieur, en parallèle avec le précédent, qui permettent un débattement angulaire des deux éléments de volant 3 et 4.

10 Les deux éléments de volant 3 et 4 sont montés en rotation relative sur un palier 15 qui comprend un roulement à une rangée de billes 16. La bague extérieure 17 du roulement 16 est logée dans un évidement 18 de l'élément de volant 4 et la bague intérieure 19 du roulement 16 est montée sur un tourillon cylindrique central 20 de l'élément de volant 3, s'éloignant axialement du vilebrequin 5 et pénétrant dans l'évidement 18.

La bague intérieure 19 du roulement est emmanchée par ajustement avec serrage sur le tourillon 20 et serrée entre un épaulement 21 du tourillon 20 ou de l'élément de volant 3 et un anneau d'arrêt 22 fixé sur la face frontale du tourillon 20.

Le roulement 16 est bloqué axialement par rapport à l'élément de volant 4, par insertion de deux joints en L 23, 24 axialement entre un épaulement 25 de l'élément de volant 4 et une rondelle annulaire 27 fixée par des rivets 26 sur le second élément de volant 4.

25 Les deux joints 23, 24 forment une isolation thermique qui interrompt ou diminue au moins le flux thermique entre la surface de friction 70 de l'élément de volant 4 interagissant avec le disque d'embrayage 9 et le roulement 16.

Les branches 23a, 24a des joints 23, 24 dirigées radialement vers l'intérieur s'étendent en partie radialement sur la bague intérieure 19 du roulement et prennent appui axialement sur cette dernière, servant ainsi simultanément à l'étanchéité du roulement 16. Pour assurer une étanchéité parfaite du roulement 16, un accumulateur d'énergie constitué par un ressort-diaphragme 28, 29 charge chaque branche radiale 23a, 24a axialement vers les faces frontales

de la bague intérieure 19 du roulement.

L'élément de volant 3 forme un carter qui délimite une chambre annulaire 30 dans laquelle sont logés les amortisseurs 13, 14.

L'élément de volant 3 comportant la chambre annulaire 30 est essentiellement constitué par deux parties 31, 32 reliées radialement à l'extérieur par des vis 33. Les vis 33 sont prévues dans la zone radiale des faces frontales ou plans de joint 34, 35 des deux demi-carters 31, 32. Les plans de joint 34, 35 se trouvent radialement à l'extérieur du premier amortisseur 13. Un joint 36 est prévu pour assurer l'étanchéité de la chambre annulaire 30 vers l'extérieur et disposé axialement entre les deux plans de joint 34, 35 et radialement à l'intérieur des vis 33. La partie 31 du carter comprend une gorge annulaire axiale 37 pour le logement du joint d'étanchéité 36. Des goupilles cylindriques 38 sont en outre prévues pour le positionnement précis des deux parties 31, 32 du carter lors du montage et disposées radialement à l'extérieur du joint d'étanchéité, dans des perçages alignés axialement des deux parties 31, 32 du carter.

La partie 31 du carter en regard du moteur comporte sur la circonférence extérieure un épaulement 39 sur lequel est emmanchée une couronne de démarreur 40. Les deux parties 31, 32 du carter peuvent être réalisées en fonte. Une au moins des parties 31, 32 du carter peut être réalisée en alliage léger, en aluminium moulé par exemple, quand un faible moment d'inertie du premier élément de volant 3 est souhaité. De telles pièces en alliage léger moulé présentent l'avantage de pouvoir être produites par un procédé sous pression et utilisées sans important travail de reprise.

Les deux amortisseurs 13, 14 présentent une pièce de sortie commune sous forme d'une bride radiale 41, disposée axialement entre les deux demi-carters 31, 32. Comme le montre en particulier la figure 2, un enfichage axial 42 solidarise en rotation les zones radiales intérieures de la bride 41 et le disque annulaire 27 qui est fixé par les rivets 26 sur la face frontale de l'épaulement axial 43 de l'élément de volant 4, dirigé vers le vilebrequin 5. Un siège de centrage 43a est prévu entre le disque annulaire 27 et l'épaulement axial 43 pour le positionnement radial précis lors du

montage.

La bride 41 présente sur sa circonférence extérieure des bras radiaux 44 qui constituent les zones de charge pour les accumulateurs d'énergie, sous forme de ressorts à boudin 45 de l'amortisseur extérieur 13. Radialement à l'intérieur des échancrures 46  
5 présentes - suivant une direction circonférentielle - entre les bras 44 pour les ressorts à boudin 45, la bride comprend des fenêtres 47 en arc de cercle dans lesquelles sont logés les accumulateurs d'énergie sous forme de ressorts à boudin 48 de l'amortisseur intérieur 14.  
10 Radialement entre les échancrures 46 et les fenêtres 47, la bride 41 forme des ligaments 49 circonférentiels, qui relient les bras radiaux 44 ou les zones radiales 50 de la bride 41 situées entre les fenêtres 47 dans une direction circonférentielle. Les zones radiales 50 constituent les zones de charge de la bride 41 pour les ressorts à  
15 boudin 48.

La chambre annulaire 30 forme radialement à l'extérieur un logement 51 semblable à un canal annulaire ou à un tore, dans lequel les bras 44 de la bride 41 pénètrent radialement.

Le logement 51 en canal annulaire des accumulateurs d'énergie  
20 45 est essentiellement constitué par les cavités axiales 52, 53 s'étendant sur la circonférence, réalisées dans les zones radiales des parties 31, 32 du carter et dans lesquelles plongent axialement les zones des accumulateurs d'énergie 45 en saillie de chaque côté de la bride 41. Les ligaments 49 de la bride 41 ferment le logement  
25 en canal annulaire 51 radialement vers l'intérieur, à l'exception d'un faible interstice 54.

Comme le montre la figure 1, la section des cavités axiales 52, 53 est telle que le tracé en arc est au moins sensiblement celui de la circonférence de la section des accumulateurs d'énergie 45.  
30 Les zones extérieures des cavités 52, 53 peuvent ainsi constituer des zones d'application ou de guidage des accumulateurs d'énergie 45, qui peuvent prendre appui radialement sur ces dernières, au moins sous l'action de la force centrifuge. L'adaptation des zones d'application formées par les cavités 52, 53 à la circonférence  
35 extérieure des accumulateurs d'énergie 45, permet de réduire notable-

ment l'usure produite par le frottement des spires des accumulateurs d'énergie 45 sur les zones radialement extérieures des cavités 52, 53, car la surface d'appui entre les ressorts 45 et les cavités 52, 53 est augmentée. Pour la charge des accumulateurs d'énergie 45, des butées circonférentielles 55, 55a sont disposées dans les cavités 52, 53, de chaque côté des bras 44, et constituent dans une direction circonférentielle des zones d'appui pour les accumulateurs d'énergie 45. Dans l'exemple de réalisation représenté, les butées circonférentielles 55, 55a présentent - suivant une direction circonférentielle - la même longueur angulaire que les bras 44 de la bride 41. Les butées circonférentielles 55, 55a sont constituées par des pièces 56, 57 adaptées aux cavités 52, 53 et fixées par des rivets 58 sur les parties 31, 32 du carter. Les zones d'extrémité des butées circonférentielles 55, 55a, vues suivant une direction circonférentielle sont aplaties pour une meilleure charge par les accumulateurs d'énergie 45.

Des coupelles 59 sont prévues entre les bras 44 et les extrémités en regard des ressorts 45 (cf. figure 2), leur circonférence étant adaptée à la section du logement en canal annulaire 51.

Radialement à l'intérieur du logement en canal annulaire 51, les demi-carters 31, 32 présentent des zones 60, 61 en regard, formant des surfaces annulaires et entre lesquelles se trouve un passage annulaire 62 pour la bride 41.

Dans l'exemple de réalisation selon figures 1 et 2, la largeur de ce passage annulaire 62 est légèrement supérieure à celle des zones de la bride 41 situées dans ce dernier, de sorte qu'il existe un interstice 54 sur un côté au moins de la bride 41.

Radialement à l'intérieur du passage annulaire 62, les parties du carter ou demi-carters 31, 32 présentent d'autres cavités axiales 63, 64 dans lesquelles les zones des ressorts à boudin intérieures 48 en saillie de part et d'autre de la bride 41 plongent au moins partiellement.

Comme le montre la figure 1, la section des cavités axiales 63, 64 est telle que le tracé en arc est adapté au moins dans la zone radiale extérieure à la circonférence de la section des res-

sorts à boudin 48, de sorte que ces derniers sont maintenus ou guidés par les cavités 63, 64, dans le sens axial au moins.

Les cavités intérieures 63, 64 s'étendent sur toute la circonférence du dispositif, comme les cavités extérieures 52, 53. Cela  
5 est avantageux car par exemple les cavités 52, 53 et 63, 64 prémoulées peuvent être usinées par une opération de tournage. Des butées circonférentielles 65, 66 sont disposées dans les cavités 63, 64 pour la charge par les accumulateurs d'énergie ou ressorts à boudin 48 et forment suivant une direction circonférentielle des zones d'appui  
10 pour les ressorts à boudin 48. Ces butées circonférentielles 65, 66 sont formées par des pièces adaptées aux cavités 63, 64 et fixées par des rivets 67 sur les parties 31, 32 du carter. Comme le montre la figure 2, les butées 65, 66 prévues de part et d'autre des zones radiales 50 de la bride 41 présentent - suivant une direction circonférentielle - une longueur angulaire inférieure à celle de ces zones  
15 radiales chargées par les ressorts à boudin 48.

Les ligaments 49 de la bride 41 sont dimensionnés par rapport aux cavités intérieures 63, 64 de façon que les ressorts à boudin 48 prennent appui radialement sur les ligaments 49, au moins sous  
20 l'action de la force centrifuge. Cela est avantageux, car la bride est réalisable en acier cémenté superficiellement au moins, de sorte que l'usure peut être réduite sur les zones d'appui radial des ressorts 48. Un autre avantage de l'appui radial des ressorts 48 sur les ligaments 49 réside dans le fait que jusqu'à leur application  
25 sur les butées circonférentielles 65, 66, les ressorts 48 peuvent tourner avec la bride 41 sans produire un frottement notable sur les parties 31, 32 du carter par suite de la force centrifuge qui s'exerce sur eux. Un tel frottement est gênant dans de nombreux cas, car il fausse la caractéristique de l'amortisseur 13.

30 Comme le montre la figure 2, trois ressorts 45 et trois ressorts 48 sont prévus sur la circonférence du dispositif 1, les ressorts radiaux extérieurs 45 s'étendant chacun sur au moins 110 degrés environ. Les ressorts radiaux intérieurs 48 s'étendent au moins sensiblement sur le même angle que les ressorts extérieurs  
35 45. Dans l'exemple représenté, un ressort 48 s'étend au moins sen-

siblement sur 100 degrés. Les ressorts extérieurs 45 s'étendent ainsi sur environ 91 % de la circonférence du dispositif et les ressorts intérieurs 48 sur environ 83 % de la circonférence.

Les ressorts 45 et/ou les ressorts 48 non montés peuvent être  
5 rectilignes suivant la direction axiale, c'est-à-dire qu'ils doivent être pliés lors du montage suivant la forme des cavités dans lesquelles ils se logent; les ressorts 45 et/ou les ressorts 48 peuvent toutefois aussi présenter une courbure correspondant à la forme des cavités dans lesquelles ils se logent. L'emploi de res-  
10 sorts 45, 48 précintrés permet de réduire les contraintes produites par la compression et de faciliter en outre le montage.

Un fluide visqueux ou un lubrifiant tel qu'huile silicone ou graisse est prévu dans la chambre annulaire 30. Le niveau du fluide visqueux ou du lubrifiant peut - dans le dispositif 1 en rotation -  
15 atteindre au moins la zone médiane ou l'axe des ressorts extérieurs 45 de l'amortisseur 13. Dans la forme de réalisation représentée, il est avantageux que ce niveau atteigne au moins les zones extérieures des spires des ressorts à boudin 48 intérieurs, de sorte qu'une lubrification réduisant l'usure est présente au moins entre  
20 ces spires et les zones d'appui radial, c'est-à-dire les ligaments 49 de la bride 41 dans le cas considéré. Dans le cas du dispositif 1 représenté, il est avantageux que le remplissage en fluide visqueux ou lubrifiant atteigne sensiblement l'axe des ressorts à boudin intérieurs 48.

25 L'affectation de la chambre annulaire 30, contenant un fluide visqueux ou un lubrifiant, à l'élément de volant 3 relié au moteur et la séparation spatiale de l'élément de volant 4 portant l'embrayage à friction 7 excluent totalement une influence de la chaleur dégagée par l'embrayage à friction sur le fluide visqueux ou le  
30 lubrifiant.

Un canal annulaire 68 ouvert vers l'extérieur est en outre prévu entre la chambre annulaire 30 ou la partie 32 du carter et l'élément de volant 4, et améliore le refroidissement en liaison avec les canaux de ventilation 69. Ces derniers sont prévus radia-  
35 lement à l'intérieur de la surface de friction 70 prévue sur l'élé-

ment de volant 4 pour le disque d'embrayage 9.

Comme le montre en particulier la figure 2, la bride 41 présente un évidement central 71 dont le contour forme des profils radiaux 72 qui engrènent avec des profils conjugués 73 prévus sur la circonférence extérieure du disque annulaire 27 relié à l'élément de volant 4. Les profils 72 et les profils conjugués 73 formant l'enfichage axial 42 permettent un alignement parfait de la bride 41 entre les deux demi-carter 31, 32, ce qui permet de réaliser un très faible interstice 54 entre le passage annulaire 62 et la bride 41. L'enfichage 42 permet aussi d'augmenter les tolérances axiales entre les diverses surfaces d'application ou d'appui des pièces.

Un joint d'étanchéité 74 est prévu entre la zone radialement intérieure de la partie 32 du carter et le disque annulaire 27 ou l'épaulement axial 43 de l'élément de volant 4 pour assurer l'étanchéité de la chambre annulaire 30. Le joint d'étanchéité 74 comprend un disque annulaire 75 dont la zone radialement intérieure prend appui sur un épaulement 76 formé sur l'épaulement axial 43 et dont la zone extérieure prend appui sur une surface 77 formée sur la zone radialement intérieure de la partie annulaire 32 du carter. Le disque annulaire 75 est déformable axialement comme un ressort-diaphragme. Un ressort-diaphragme 78, encastré axialement entre le disque 75 et la bride 41, charge axialement le disque annulaire 75 sur l'épaulement 76 et la surface 77. Le ressort-diaphragme 78 repousse aussi la bride 41 sur la surface 60, de sorte qu'un interstice 54 existe uniquement sur un côté de la bride 41, entre le logement en canal annulaire 51 et les zones radialement intérieures de la chambre annulaire 30. Comme le montre la figure 1, le joint 74 assure l'étanchéité entre la chambre annulaire 30 et l'interstice annulaire 68 compris entre les deux éléments de volant 3 et 4. Le diamètre intérieur du disque 75 assurant l'étanchéité entre la chambre annulaire 30 et l'interstice annulaire 38 est supérieur au diamètre extérieur des profils conjugués 73 de l'enfichage 42.

L'enfichage 42 et le joint d'étanchéité 74 permettent un assemblage particulièrement simple du dispositif de transmission du couple

1 : les deux éléments de volant 3 et 4 sont d'abord prémontés, puis reliés axialement par enfichage axial et fixation de l'anneau d'arrêt 22 sur la face frontale du tourillon 20. Pour ce faire, le joint d'étanchéité 74 est prémonté sur l'élément de volant 3 et le  
5 roulement 16 est fixé par sûreté de forme sur l'élément de volant 4. Lors de l'assemblage des deux éléments de volant 3 et 4, la bague intérieure 19 du roulement est glissée sur le siège 20a de l'épaule-  
ment axial 20 de la partie 31 du carter et les profils conjugués 73 sont engrenés avec les profils 72. Pendant l'assemblage des  
10 deux éléments de volant 3 et 4, la zone radialement intérieure du disque d'étanchéité 75 s'applique en outre sur la portée d'étanchéité formée par l'épaulement 76, de sorte que le disque d'étanchéité 75 pivote contre la force exercée par le ressort-diaphragme 78 et s'ap-  
plique sous précontrainte sur l'épaulement 76. La fixation axiale  
15 relative définitive des deux éléments de volant 3 et 4 s'effectue comme précédemment indiqué par fixation de l'anneau 22 sur le tourillon 20.

Pour réduire l'usure dans la zone de contact entre les spires des ressorts 45 et 48 et les cavités correspondantes 52, 53 ou 63,  
20 64, les surfaces des pièces 31, 32 délimitant ces cavités peuvent présenter une dureté supérieure au moins dans ces zones de contact. Ce résultat peut par exemple être obtenu par une trempe par induction, une cémentation, une trempe au laser ou une trempe au chalumeau de ces zones de contact. Dans le cas de sollicitations très  
25 élevées, il peut aussi être utile que les pièces 31, 32 délimitant les cavités présentent un revêtement réduisant l'usure par abrasion dans les zones de contact précitées. Un tel revêtement peut par exemple être obtenu par nickelage chimique, chromage ou dépôt d'une  
couche de matière plastique ou de molybdène. Le revêtement déposé  
30 peut en outre être lissé ultérieurement pour améliorer la qualité de surface des cavités sur lesquelles frottent les spires des ressorts. Un tel lissage peut par exemple s'effectuer par ponçage ou usinage au tour.

Le fonctionnement du dispositif selon figures 1 et 2 est décrit  
35 ci-dessous.

Lors d'une rotation de l'élément de volant 4 par rapport à l'élément de volant 3 à partir de la position de repos représentée à la figure 2, la bride 41 est entraînée par l'enfichage 42, de sorte que les ressorts extérieurs 45 sont d'abord comprimés entre  
5 les butées circonférentielles 55, 55a et les bras radiaux 44. Après le débattement angulaire 79 dans un sens de rotation ou 80 dans l'autre sens de rotation, les butées circonférentielles 65, 66 s'appliquent sur les ressorts intérieurs 48, de sorte qu'un nouveau  
10 débattement angulaire des deux éléments de volant 3 et 4 comprime les ressorts 48 en plus des ressorts 45. La compression commune des ressorts 45 et 48 se poursuit jusqu'à la fin de course des ressorts intérieurs 48, ce qui limite le débattement angulaire des deux éléments de volant 3 et 4. Dans l'exemple de réalisation représenté,  
15 le débattement angulaire maximal à partir de la position de repos représentée à la figure 2 est de l'ordre de 47 degrés dans les deux sens de rotation. Lors d'un débattement angulaire des deux éléments de volant 3 et 4, le frottement des ressorts extérieurs 45 sur les surfaces des cavités 52, 53 et de la bride 41 sur la surface 60 produit un amortissement par frottement. Un amortissement par frottement  
20 se produit aussi entre les ressorts radiaux intérieurs 48 et leurs zones d'appui radial. L'amortissement par frottement apparaissant entre les ressorts 45, 48 et leurs zones d'appui radial dépend de la vitesse de rotation et augmente avec cette dernière. Des tourbillons ou le refoulement du fluide visqueux ou pâteux contenu dans  
25 la chambre annulaire 30 produisent en outre un amortissement. Le fluide visqueux contenu dans le logement en canal annulaire 51 pratiquement fermé produit en particulier un amortissement hydraulique ou visqueux, car les coupelles 59 de ressort agissent à la façon  
30 de pistons dans le logement en canal annulaire. Lors d'une compression des ressorts extérieurs, les coupelles 59 chargées par les bras 44 se déplacent vers les coupelles prenant appui sur les butées circonférentielles 55, 55a, de sorte que le fluide visqueux présent dans les ressorts est refoulé essentiellement à travers l'inters-  
35 tice 54 qui se comporte comme un étranglement. Une autre partie du

fluide visqueux est refoulée entre les coupelles 59 de ressort et les parois du logement en canal annulaire 51. Le fluide visqueux d'abord refoulé vers l'intérieur se répartit régulièrement sur la circonférence sous l'action de la force centrifuge. Pendant la  
5 détente des ressorts extérieurs 45, le fluide visqueux présent sur le côté des coupelles 59 opposé aux ressorts 45 est refoulé de même le long des coupelles puis dans l'interstice 54, et remplit par suite de nouveau les ressorts 45 sous l'action de la force centrifuge. L'amortissement produit par le fluide visqueux dépend de la  
10 force centrifuge à laquelle il est soumis, c'est-à-dire que l'amortissement croît avec la vitesse de rotation.

Les zones des ressorts radiaux intérieurs plongeant dans le fluide visqueux produisent également un amortissement visqueux ou hydraulique par des tourbillons.

15 Des évidements ou encoches axiaux dans certaines coupelles au moins et un dimensionnement approprié de l'interstice 54 ou de la circonférence des coupelles permettent de faire varier l'amortissement produit par le fluide visqueux et de l'adapter à chaque application. Il est en outre possible d'adapter l'amortissement visqueux  
20 ou hydraulique en ne munissant que quelques ressorts 45 de coupelles 59. Des coupelles peuvent aussi être prévues entre les extrémités d'un ressort intérieur 48 au moins et les zones radiales 50 de la bride 41.

Le dispositif de transmission du couple 101 représenté partiellement à la figure 3 diffère essentiellement de celui selon figure 1  
25 en ce que le demi-carter 132 en regard de l'élément de volant 4 est une pièce de tôle façonnée dont la zone cylindrique axiale 132a entoure le demi-carter 131 du côté moteur. La partie 132 du carter est centrée sur la surface enveloppe extérieure 134 de la partie  
30 131 du carter par la surface enveloppe intérieure 135 de l'épaule axial 132a. Un joint d'étanchéité 136, qui peut être un joint torique, est prévu radialement entre les surfaces de centrage 134 et 135 pour assurer l'étanchéité radiale entre la chambre 130 et l'extérieur. Ce joint est logé dans une gorge radiale 137 usinée sur la circon-  
35 férence extérieure de la partie 131 du carter. La partie du carter

ou pièce de tôle façonnée 132 s'applique axialement sur la partie 131 du carter par un épaulement 135a se raccordant axialement à la surface enveloppe 135.

Des goupilles radiales 138 sont introduites dans la zone d'extension des surfaces de centrage 134, 135 pour le blocage axial relatif des deux parties 131 et 132 du carter. Ces goupilles radiales sont des goupilles à encoches introduites dans des perçages alignés radialement de l'épaulement axial 132a et de la partie 131 du carter. Les goupilles 138 sont prévues sur le côté du joint d'étanchéité 136 opposé à la chambre 130. La circonférence extérieure de la partie 132 du carter comporte un siège 139 sur lequel est montée une couronne dentée de démarreur 140. La couronne dentée de démarreur 140 et les goupilles 138 sont disposées dans le sens axial de façon que la couronne 140 recouvre axialement les goupilles 138 et les bloque par suite dans le sens radial.

La liaison des deux demi-carter 131, 132 selon figure 3 est également utilisable pour des dispositifs dont les deux demi-carter sont des pièces moulées, comme dans le cas de la figure 1 par exemple.

La forme de réalisation d'un dispositif d'amortissement 201 représentée à la figure 4 diffère essentiellement de celle de la figure 3 en ce que l'élément de volant 3 comprend deux pièces de tôle façonnées 231, 232 qui délimitent la chambre annulaire 131 et sont reliées par un soudage 238, un soudage par faisceau d'électrons par exemple, des zones d'extrémité extérieures de surface de centrage 234, 235. Ce soudage assure simultanément l'étanchéité radiale entre la chambre annulaire 130 et l'extérieur. Les demi-carter 231 en regard du moteur portent intérieurement un épaulement axial 220 sur lequel le roulement 16 permettant le mouvement relatif des deux éléments de volant 3 et 4 est monté de la même façon que dans le cas de la figure 1. La pièce de tôle façonnée 231 est centrée sur un siège 220b de l'épaulement 220 et prend appui axialement sur une bride radiale 220c de l'épaulement 220. La pièce de tôle façonnée 231 est reliée par des rivets 200 à la bride 220c.

La liaison entre la pièce de tôle façonnée 231 et l'épaulement

220 peut toutefois être assurée aussi par un soudage ou par un matage axial de ces deux pièces.

En cas d'emploi de pièces de tôle façonnées 132, 231, 232 selon les figures 3 et 4, les butées circonférentielles prévues sur les  
5 pièces de tôle façonnées pour les ressorts radiaux extérieurs et/ou les ressorts radiaux intérieurs peuvent avantageusement être constituées par des empreintes sur lesdites pièces de tôle, telles que des poches 255, 255a ou 265, 266 selon figure 5. Aucune butée circonférentielle 55, 55a ou 65, 66 constituée par des éléments dis-  
10 crets selon figure 1 n'est alors nécessaire.

Le dispositif représenté aux figures 6 et 7 comprend deux éléments de volant 3 et 4 qui, comme dans le dispositif selon les figures 1 et 2, sont montés en rotation relative sur un roulement 16. L'anneau 322 bloquant axialement les deux éléments de volant  
15 est fixé par des rivets 322a sur la face frontale de l'épaule axial 320. L'assemblage des deux éléments de volant 3 et 4 s'effectue de la façon précédemment décrite en liaison avec les figures 1 et 2. Cela signifie que le roulement 16 est d'abord prémonté sur l'élément de volant 4, puis glissé sur le siège 320a de l'épaule  
20 axial 320 lors de l'assemblage des deux éléments de volant 3 et 4. Un joint d'étanchéité 374 est en outre prémonté sur l'élément de volant 3 prévu du côté moteur, avant l'assemblage des deux éléments de volant 3 et 4, et un enfichage axial 342 est prévu entre la bride 341, qui constitue la pièce de sortie des deux amortisseurs 13, 14  
25 accouplés en parallèle, et la pièce annulaire 327 fixée par des rivets 326 sur l'élément de volant 4. Les deux parties 331, 332 du carter délimitant la chambre annulaire 330 sont des pièces en fonte. La partie 332 comprend sur sa circonférence un épaule cylindrique axial 332a dont la surface enveloppe intérieure 335  
30 centre la partie 332 sur une surface enveloppe extérieure 334 de la partie 331 du carter. Le blocage axial des deux parties 331, 332 du carter en fonte est assuré par des goupilles radiales 338 disposées dans la zone des surfaces de centrage 334, 335. La partie 332 du carter porte une couronne dentée de démarreur 340, qui recou-  
35 vre axialement en partie les goupilles 338 qui ne peuvent donc pas

s'échapper radialement.

L'enfichage axial 342 est constitué par des bras radiaux 372 formés sur la circonférence intérieure de la bride 341 et s'engageant entre des saillies radiales 373 formées sur la circonférence  
5 extérieure du disque annulaire 327.

Comme le montre en particulier la figure 6a, le joint d'étanchéité 374 prévu entre la zone radialement intérieure de la partie 332 du carter et le disque annulaire 327 ou l'épaulement axial 343 de l'élément de volant 4 comprend un disque annulaire 375 à élasticité  
10 axiale, dont la zone radialement intérieure prend appui sur une pièce annulaire 376 fixée sur l'épaulement axial 343 et dont la zone radialement extérieure est fixée axialement sur la zone radiale intérieure de la partie 332 du carter. Le disque d'étanchéité 375, déformable axialement comme un ressort-diaphragme, porte sur ses zones radialement exté-  
15 rieures et intérieures un revêtement 375a, 375b, tel qu'une couche de matière plastique déposée par projection par exemple. Ces revêtements 375a, 375b doivent présenter un faible coefficient de frottement et une certaine déformabilité élastique ou plastique. Le bord radial extérieur du disque d'étanchéité 375 est serti avec étanchéité  
20 dans un support annulaire 380. Le sertissage de la zone extérieure du disque d'étanchéité 375 s'effectue par la possibilité de variation de conicité de ce dernier. Les zones 380b du support annulaire 380 entourant la circonférence extérieure du disque d'étanchéité 375 sont logées dans une gorge axiale ou un épaulement axial 377 formé sur la  
25 zone radialement intérieure de la partie 332 du carter. Pour la fixation axiale de la zone extérieure du disque d'étanchéité 375, le support annulaire 380 présente des zones rabattues 380a qui entourent radialement le bord intérieur 332b de la partie 332 du carter. Le support annulaire 380 constitue un palier annulaire de pivotement pour le  
30 disque d'étanchéité 375 déformable comme un ressort-diaphragme.

La pièce annulaire 376, qui comprend une portée d'étanchéité interagissant avec le disque d'étanchéité 375, présente une zone annulaire radialement intérieure 376a qui est encastrée axialement entre la face frontale de l'épaulement axial 343 et la pièce annulaire 327,  
35 ainsi qu'une zone annulaire extérieure 376b, sur laquelle le disque

d'étanchéité 375 s'applique avec étanchéité et précontrainte axiale.

Les zones radialement extérieures 376b de la pièce annulaire 376 sont décalées par rapport aux zones radialement intérieures 376a, dans une direction axiale opposée à la pièce annulaire portant les profils conjugués 373 de l'enfichage 342. Comme le montre la figure 6, le joint 374 assure l'étanchéité entre la chambre annulaire 330 et l'inters-tice annulaire 368 entre les deux éléments de volant 3 et 4.

Pour permettre un enfichage axial des deux éléments de volant 3 et 4, le diamètre intérieur du disque d'étanchéité 375 est supérieur au diamètre extérieur des saillies radiales ou des profils conjugués 373. Les zones 376b de la pièce annulaire 376 sur lesquelles le joint d'étanchéité 375 prend appui axialement s'étendent radialement vers l'extérieur, au-delà des profils conjugués 373.

L'emmanchement du roulement 16 sur le siège 320a établit l'enfichage 342 et encastre axialement le disque d'étanchéité 375 par application sur les portées d'étanchéité 376b.

Pour interdire ou réduire l'usure sur les zones du logement en canal annulaire 351 servant d'appui radial aux ressorts 345, un ruban d'acier 381 de dureté élevée est prévu, qui s'étend sur la circonférence du logement en canal annulaire 351 et entoure les ressorts 345. Le ruban d'acier 381 est cylindrique et logé dans un évidement 382 formé par une saignée radiale ou un épaulement radial. Dans le dispositif 301 en rotation, les ressorts 345 prennent appui par leurs spires sur le ruban d'acier 381 sous l'action de la force centrifuge.

Pour le blocage en rotation, le ruban d'acier 381 peut présenter à ses extrémités des zones 381a repliées radialement vers l'extérieur et s'engageant dans un évidement radial 383 de l'élément de volant 3, comme le montre la figure 7a.

Les butées circonférentielles 355, 355a pour les ressorts extérieurs 345 et les butées circonférentielles 365, 366 pour les ressorts intérieurs 348 sont constituées par des pièces façonnées, telles que des pièces forgées ou moulées sous pression, sur lesquelles sont formés des rivets 358, 367 pour la fixation sur la partie correspondante 331, 332 du carter.

Comme le montre la figure 7, les butées 355, 355a prévues de

chaque côté d'un bras 344 de la bride 341 présentent une longueur circonférentielle supérieure à celle des bras 344, ces derniers étant centrés par rapport aux butées 355, 355a dans la position de repos du dispositif représentée dans l'exemple de réalisation selon figure 7, c'est-à-dire que les butées 355, 355a étant en saillie sur une même longueur de chaque côté des bras 344.

Les butées circonférentielles 365, 366 disposées de chaque côté des zones radiales 350 de la bride 341 présentent aussi une longueur circonférentielle supérieure à celle des zones 350 servant à la charge des ressorts 348. La disposition des butées 365, 366 par rapport aux zones radiales 350 est toutefois telle que les butées circonférentielles 365, 366 peuvent être en saillie d'un côté sur les zones 350 dans la position de repos du dispositif 301, alors que les butées 365, 366 et les zones radiales 350 peuvent affleurer de l'autre côté. Le décalage des butées 365, 366 par rapport aux zones radiales 350 est tel que deux butées 365 ou 366 successives dans le sens circonférentiel sont décalées dans le sens de rotation inverse par rapport aux zones radiales 350 correspondantes de la bride 341. Par suite de cette constitution, des ressorts intérieurs 348 forment deux groupes 348a et 348b qui agissent par paliers.

Le fluide visqueux ou lubrifiant, tel qu'huile silicone ou graisse, contenu dans la chambre annulaire 330 doit remplir au moins le logement en canal annulaire 351 dans le dispositif 301 en rotation. Il peut toutefois être avantageux que le niveau du fluide visqueux ou du lubrifiant atteigne au moins les zones extérieures des spires des ressorts à boudin intérieurs 348, et particulièrement utile que le remplissage en fluide visqueux ou lubrifiant atteigne sensiblement l'axe des ressorts à boudins intérieurs 348.

Entre les bras 344 ou les butées circonférentielles 355, 355a et les extrémités en regard des ressorts 345 sont disposées des coupelles 359 dont la circonférence est adaptée à la section du logement en canal annulaire 351. Un amortissement relativement important est ainsi produit par refoulement du fluide visqueux présent dans la chambre annulaire 330, de la façon précédemment décrite en liaison avec les figures 1 et 2.

Les coupelles 359 comportent un tenon 359a à faible conicité, qui pénètre axialement dans les ressorts 345. L'extrémité 359b du tenon 359a est conique dans l'exemple de réalisation représenté, mais peut aussi être réalisée en calotte. Par suite de cette réalisation des coupelles 359, une coupelle glissant hors de l'extrémité du ressort en service est automatiquement réintroduite dans le ressort quand elle est rechargée ou quand le ressort se détend, de sorte que ni le ressort ni la coupelle ne sont détériorés. Un échappement des coupelles 359 peut se produire quand les ressorts extérieurs 345 sont comprimés et le dispositif 301 tourne à une vitesse relativement élevée. Dans cet état de fonctionnement, le frottement entre les spires des ressorts 345 et les zones d'appui radial de ces derniers sur les demi-carters 331, 332 peut être si élevé que les ressorts 345 ne peuvent pas se détendre au moins en totalité lors d'une variation brutale de la charge. Lors de cette dernière, les bras radiaux 344 refoulent le fluide visqueux qui se répartit de nouveau à l'extérieur sous l'action de la force centrifuge et risque de repousser les coupelles 359 hors des extrémités des ressorts 345 qui ne se détendent pas.

Le fonctionnement du dispositif selon les figures 6 et 7 est décrit ci-dessous.

Lors d'une rotation de l'élément de volant 4 par rapport à l'élément de volant 3, à partir de la position de repos représentée sur la figure 7, la bride 341 est entraînée par l'enfichage 342, de sorte que les ressorts intérieurs 348b sont d'abord comprimés entre les butées circonférentielles 365, 366 et les zones radiales 350. Après le débattement angulaire 379 dans un sens de rotation ou 390 dans l'autre sens de rotation, les zones radiales 350 de la bride 341 s'appliquent sur les extrémités des ressorts intérieurs 348a, de sorte que les ressorts 348a et 348b sont comprimés en commun lors d'un nouveau débattement angulaire des deux éléments de volant 3 et 4. Après le débattement angulaire 379a dans un sens de rotation ou 390a dans l'autre sens de rotation, les ressorts extérieurs 345 sont chargés par les bras radiaux 344 et sont par suite comprimés entre les butées circonférentielles 355,

355a et les bras radiaux 344 lors d'un nouveau débattement angulaire. Dans l'exemple de réalisation représenté, l'angle 379 est égal à l'angle 379a et l'angle 390 à l'angle 390a, de sorte que les ressorts 348a et les ressorts 345 agissent simultanément. On obtient  
5 ainsi une caractéristique des ressorts à deux paliers dans l'exemple de réalisation selon figures 6 et 7. Les angles 379, 390, 379a, 390a peuvent toutefois n'être que partiellement égaux ou présenter des valeurs différentes, de sorte qu'une caractéristique à trois paliers au moins est possible dans les deux sens de rotation ou une  
10 caractéristique à deux paliers au moins dans un sens de rotation et une caractéristique à trois paliers au moins dans l'autre sens de rotation.

Les butées circonférentielles 365, 366 peuvent en outre, comme indiqué en points et tiret en 365a sur la figure 7, être reculées  
15 par rapport aux extrémités des ressorts 348b retenues dans la bride, de sorte qu'il n'y a pas d'élasticité sur un angle donné autour de la position de débattement angulaire nul des deux éléments de volant 3 et 4, seuls un amortissement hydraulique ou visqueux et/ou un amortissement par frottement apparaissant.

20 Il est possible de faire varier l'intensité ou la caractéristique de l'amortissement hydraulique ou visqueux en équipant par exemple quelques uns des ressorts extérieurs 345 de coupelles 359 ou en ne prévoyant pas de coupelle 359 à l'extrémité d'un ressort 345 au moins. Un ressort 348a et/ou un ressort 348b au moins peuvent en outre être munis de coupelles. La hauteur radiale de remplis-  
25 sage en fluide visqueux et la largeur du ou des interstices entre la bride 341 et les surfaces 360, 361 des demi-carters 331, 332 sont d'autres facteurs influençant l'amortissement visqueux ou hydraulique.

30 L'amortissement hydraulique ou visqueux par refoulement ou tourbillons du fluide visqueux s'effectue de la façon précédemment décrite en liaison avec les figures 1 et 2.

Comme le montre la figure 7, quatre ressorts 345 et quatre ressorts 348 sont prévus sur la circonférence du dispositif 301, les  
35 ressorts radialement extérieurs 345 s'étendant sur au moins 78 degrés

environ. Les ressorts radialement intérieurs 348b s'étendent sur au moins 74 degrés environ et les ressorts 348a sur au moins 68 degrés environ de la circonférence. Les ressorts extérieurs 345 s'étendent ainsi sur au moins 86 % environ de la circonférence et les ressorts  
5 intérieurs 348 sur au moins 79 % environ de la circonférence.

Comme le montre en particulier la figure 7, la pièce 3a de l'élément de volant 3 présente sur la circonférence extérieure des bras radiaux 386, comportant chacun un trou taraudé 387 pour la fixation d'un embrayage à friction. Certains bras 386 comportent des  
10 trous 388 pour le logement de goupilles qui assurent un positionnement précis du couvercle de l'embrayage sur la pièce 3a lors du montage.

Les bras radiaux 386 permettent une construction plus légère de l'élément de volant 3. Les retraits radiaux 386a entre les bras radiaux 386 assurent en outre un meilleur refroidissement de la pièce  
15 3a et de l'embrayage qu'elle porte, car une circulation d'air est possible entre le couvercle et les retraits 386a. Des canaux de ventilation 369 sont prévus radialement à l'intérieur de la surface de frottement 4a de la pièce 3a et débouchent dans l'interstice radial  
20 368 entre les deux éléments de volant 3 et 4.

Les bras radiaux 386 permettent en outre, pour une masse prédéterminée, de réaliser la pièce 3a avec une épaisseur supérieure dans la zone de la surface de frottement 4a, de sorte qu'un échauffement peut être évité dans cette zone.

25 Une variation de l'amortissement produit par le fluide visqueux peut en outre être obtenue comme suit : le logement en canal annulaire 351 ne présente pas une section constante au moins sur des parties de la longueur d'un ressort 345 au moins, de sorte qu'un amortissement plus faible est produit dans les zones de section  
30 supérieure et un amortissement plus élevé dans les zones de section inférieure. Bien que cette variation de section du logement en canal annulaire 351 puisse être prévue en un point quelconque, voire en plusieurs points, il est particulièrement utile que de telles variations ou augmentations de section se trouvent aux extrémités des  
35 ressorts 345 non comprimés. Les variations de section peuvent être

soudaines ou progressives. Il est particulièrement avantageux de prévoir l'augmentation de section dans la zone de la moitié radiale intérieure du logement en canal annulaire 351. Une telle augmentation de section est représentée sur la figure 7 et désignée par  
5 389. Cette extension 389 est formée sur la bride 341 qui limite ou ferme radialement vers l'intérieur le logement en canal annulaire 351. Les extensions peuvent toutefois aussi être constituées par une forme appropriée des cavités 352, 253 délimitant les logements en canal annulaire 351.

10 Dans le dispositif 401 partiellement représenté à la figure 8, la coquille ou la partie 432 du carter comprend une gorge circonférentielle 460 pour le logement d'une bague d'étanchéité circulaire 460a. La bague d'étanchéité 460a est élastique dans le sens radial et peut être constituée par exemple par une bague ouverte  
15 en fil ou matière plastique. La gorge est oblongue et inclinée vers l'extérieur par rapport à la bride 441. Une telle réalisation permet à la bague d'étanchéité 460a, après contrainte élastique radiale vers l'intérieur, de décoller de la bride 441 à vitesse de rotation élevée, de sorte que le passage 454 est agrandi entre la bride  
20 441 et les deux parties 431, 432 du carter, c'est-à-dire que l'étanchéité de la bague 460a par rapport au logement en canal annulaire 451 est réduite, de sorte que l'amortissement du fluide visqueux diminue aussi. A faible vitesse de rotation, la bague d'étanchéité 460a se contracte vers l'intérieur et la pression de la graisse  
25 augmentant aux grands débattements angulaires l'applique plus énergiquement sur la bride 441.

La partie 431 du carter située du côté moteur comprend un épaulement axial 431a, qui recouvre axialement et centre la partie 432.

30 Dans la forme de réalisation selon figure 9 d'un dispositif 501 selon l'invention, une protection contre l'usure est prévue sous forme d'un ruban d'acier entourant les ressorts 545 dans la zone radiale extérieure du logement annulaire 551. La section du ruban d'acier 581 est bombée et adaptée à la circonférence extérieure des ressorts 545. Le ruban d'acier 581 en forme de coquille  
35

s'étend sur environ 90 degrés de la circonférence des ressorts 545. Les parties 531, 532 du carter comportent des logements 531a, 532a pour le ruban d'acier 581.

Le ruban d'acier 581 peut être trempé pour augmenter la résistance à l'usure. Le ruban 581 peut toutefois comporter aussi un revêtement, tel qu'une couche de nickel dur ou de chrome dur. Un ruban dans une matière plastique résistant à l'usure peut en outre être utilisé au lieu d'un ruban d'acier 581.

L'emploi d'insertions anti-usure 581 pour l'appui ou le guidage des ressorts 545 présente en outre l'avantage de permettre le remplacement de la protection contre l'usure 581 lors d'une éventuelle réparation du dispositif 501. Les pièces en fonte massives 531, 532 ne sont donc pas détériorées par les ressorts 545.

Les deux parties 531, 532 du carter sont réunies par une cage en tôle 533, qui s'étend sur la circonférence du dispositif 501. La cage en tôle 533 recouvre axialement des zones radiales 531b, 532b des parties 531, 532 du carter et est rabattue radialement vers l'intérieur sur les extrémités libres des zones radiales 531b, 532b alignées axialement. Des goupilles axiales, telles que des goupilles à encoches 538, sont introduites dans les zones radiales 531b, 532b pour le blocage en rotation des deux parties 531, 532 du carter. Les goupilles à encoches 538 sont bloquées axialement par les bords 533a, 533b de la cage en tôle 533 rabattus et les recouvrant radialement. Une couronne dentée de démarreur 540, portée par la partie 531 du carter située du côté moteur, s'applique axialement sur le bord rabattu 533a.

Le dispositif 601 représenté à la figure 10 comprend deux éléments de volant 3 et 4. L'élément de volant 3 comprend deux parties de carter 631, 632 qui délimitent une chambre annulaire 630. La chambre 630 forme radialement à l'extérieur un logement en canal annulaire 651 dans lequel sont disposés les ressorts 645 d'un amortisseur radial extérieur 13. Un amortisseur 14, dont les ressorts 645 sont accouplés en série avec les ressorts 645 par une bride 641, est disposé radialement à l'intérieur de l'amortisseur extérieur 13.

La pièce d'entrée de l'amortisseur extérieur 13 est constituée

par les deux parties 631, 632 du carter, qui peuvent comprimer les accumulateurs d'énergie 645 par les éléments de charge 655, 655a dont elles sont solidaires. La bride 641 constitue à la fois la pièce de sortie de l'amortisseur extérieur 13 et la pièce d'entrée  
5 de l'amortisseur interne 14. Des disques 665, 666 sont disposés radialement à l'intérieur du logement en canal annulaire 651, de part et d'autre de la bride 641, solidarisés en rotation avec écartement axial par les colonnettes 667 et articulés sur l'élément de volant 4. Les disques 665, 666 et les zones de la bride 641 comprises  
10 entre ces derniers présentent des évidements 665a, 666a et 641a dans lesquels sont logés les accumulateurs d'énergie sous forme de ressorts à boudin 648. Les accumulateurs d'énergie 648 s'opposent à un débattement angulaire de la bride 641 et des deux disques 665, 666. Les ressorts extérieurs 645 peuvent prendre appui sur des bras  
15 radiaux 644 de la bride 641, qui pénètrent radialement dans le logement en canal annulaire 651.

Les deux éléments de volant 3 et 4 peuvent tourner l'un par rapport à l'autre sur un roulement 16, de la façon décrite pour la figure 1. Un joint d'étanchéité 674 est également prévu entre les  
20 deux éléments de volant 3, 4 et agit entre les zones radiales intérieures de la partie 632 du carter et le disque latéral 666. Les parties 631 et 632 du carter comportent de nouveau des cavités appropriées pour le logement des ressorts 645 et 648.

Une friction 690, également logée dans la chambre annulaire  
25 630, est en outre prévue entre les éléments de volant 3 et 4. La friction 690 est prévue autour du tourillon 620 de la partie 631 du carter et axialement entre le roulement 16 ou le disque latéral 665 et la bride radiale 691 de la partie 631 du carter. La friction 690 comprend un accumulateur d'énergie 692 constitué par deux  
30 ressorts-diaphragmes superposés et précontraint entre la bague intérieure du roulement 16 et une bague de pression 693. Un disque de friction en matière plastique est encastré axialement entre la bague de pression 693 et la bride 691 de la partie 631 du carter.

Le disque de friction 694 présente des bras ou des zones radiales 694a, qui entourent la tête 667a des rivets 667 avec un jeu  
35

circonférentiel. Le disque de friction 694 tourne par rapport à l'élément de volant 3 par application des têtes de rivet 667a sur les zones radiales 694a. Lors d'une inversion du sens de rotation entre les deux éléments de volant 3 et 4, une zone correspondant  
5 au jeu entre les zones radiales 694a et les têtes de rivet 667a rend la friction 690 inactive.

Le jeu entre les zones 694a et les têtes de rivet 667a permet aussi de déplacer la plage du débattement angulaire total sur laquelle la friction 690 agit par rapport aux points d'intervention des accu-  
10 mulateurs d'énergie 645, 648.

Pour de nombreuses applications, il peut aussi être utile de ne prévoir aucun jeu entre le disque de friction 694 et les têtes de rivet 667a, de sorte que la friction 690 agit immédiatement lors d'un débattement angulaire des deux éléments de volant 3 et 4. Il  
15 peut aussi être avantageux pour d'autres applications que le disque de friction 694 présente des zones radiales interagissant par exemple avec un ressort 648 au moins, de sorte que le disque de friction 694 est rappelé par le ressort 648 sur des plages partielles au moins de son angle de rotation.

20 Les deux parties 631, 632 du carter sont reliées par une cage en tôle 633 qui s'étend sur la circonférence du dispositif 601. La cage en tôle 633 recouvre axialement des zones radiales 631b, 632b des parties 631, 632 du carter et est rabattue radialement vers l'intérieur sur les extrémités libres des zones radiales 631b, 632b  
25 adjacentes. Des goupilles à encoches axiales 638 sont prévues pour le blocage en rotation des deux parties 631, 632 du carter et de la cage en tôle 633, dans des évidements axiaux du bord rabattu 633b de la cage en tôle et des zones radiales 631b, 632b. Le blocage en rotation de la cage en tôle 633 et des parties 631, 632 du carter  
30 est nécessaire car, comme décrit ci-après, la cage en tôle 633 porte des butées pour limiter le débattement angulaire maximal des deux éléments de volant 3 et 4.

La zone 633b de la cage en tôle 633 dirigée radialement vers l'intérieur est prévue axialement entre la partie 632 du carter et  
35 l'élément de volant 4, et présente sur sa circonférence intérieure

des profils 633c constituant des butées qui interagissent avec des contre-butées 658 prévues sur l'élément de volant 4. La distance dans le sens circonférentiel entre les butées 633c et les contre-butées 658 détermine le débattement angulaire possible des deux éléments de volant 3 et 4. Dans l'exemple de réalisation représenté, les contre-butées 658 sont constituées par des goupilles de position, qui servent simultanément au centrage de l'embrayage à fixer sur la pièce 4a de l'élément de volant 4. Les goupilles de position 658 s'étendent axialement dans le canal annulaire ou l'interstice annulaire 668 entre les deux éléments de volant 3 et 4, dans lequel les canaux de ventilation 669 débouchent.

La friction 690 et la fixation des demi-carters par une cage en tôle 633 qui sert simultanément à limiter le débattement angulaire des deux éléments de volant 3 et 4 sont avantageusement utilisables aussi dans des dispositifs dont l'amortisseur extérieur 13 et l'amortisseur intérieur 14 sont accouplés en parallèle, comme par exemple dans une forme de réalisation selon les figures 1 et 2.

Le dispositif de transmission du couple 701 représenté aux figures 11 et 12 pour la compensation d'à-coups de torsion comprend un volant 702 divisé en deux éléments 703, 704. Les deux éléments de volant 703 et 704 sont montés en rotation relative sur un palier 15. L'élément de volant 703 constitue un carter qui délimite une chambre annulaire 730 dans laquelle est logé un amortisseur 713.

L'élément de volant 703 comprenant la chambre annulaire 730 est essentiellement constitué par deux parties de carter 731, 732 reliées radialement à l'extérieur. Les deux parties de carter 731, 732 sont des pièces de tôle façonnées, réunies sur leur circonférence extérieure par une soudure 738. Cette dernière assure simultanément l'étanchéité radiale vers l'extérieur de la chambre annulaire 730. Un soudage bout à bout par résistance ou un soudage par décharge de condensateur se prête avantageusement au soudage des deux pièces de tôle façonnées 731, 732, c'est-à-dire un soudage dans lequel les zones des deux pièces à souder en contact sont portées à la température de soudage par application d'un courant alternatif de grande intensité et de faible tension, puis réunies

sous pression.

Pour l'exécution d'un tel soudage, les deux pièces de tôle façonnées en coquille 731, 732 présentent des zones frontales ou des plans de joint 734, 735 de surface définie par rapport à l'intensité du courant de soudage. Les parties 731, 732 du carter sont en contact axial et soudées dans la zone de ces plans de joint 734, 735.

Pour le positionnement radial précis des deux parties 731, 732 du carter pendant le soudage, la partie 731 comporte radialement à l'extérieur un épaulement annulaire 731a qui entoure une surface de centrage 735a formée sur la circonférence extérieure de la partie 732. Des chanfreins axiaux 765, 766 sont usinés dans les parties 731, 732 du carter pour le positionnement précis dans le sens circonférentiel pendant le soudage. Des goupilles du dispositif de soudage peuvent pénétrer dans ces chanfreins 765, 766 pour maintenir les deux parties 731, 732 du carter dans une position angulaire relative précise pendant le soudage.

La formation du cordon de soudure provoquant un certain déplacement axial des deux coquilles en tôle 731, 732 pendant leur soudage, il peut être avantageux de prévoir entre ces coquilles des butées axiales qui n'agissent que pendant le soudage. Une telle butée 767, formée sur la coquille en tôle 732, est représentée en points et tirets sur la figure 11. L'emploi de telles butées 767 permet de moins dépendre de l'intensité de soudage, c'est-à-dire qu'on peut travailler aussi avec une intensité supérieure car la position axiale des deux parties 731, 732 du carter est déterminée par les butées 767 et non par l'intensité et la pression axiale exercée pendant le soudage sur les deux parties 731, 732 du carter.

La pièce de sortie de l'amortisseur 713 est constituée par une bride radiale 741, disposée axialement entre les deux parties 731, 732 du carter. Un enfichage axial 742 relie les zones radialement intérieures de la bride 741 au disque annulaire 727, qui est fixé par des rivets 726 sur la face frontale de l'épaulement axial 743 de l'élément de volant 704 dirigé vers la partie 731 du carter située du côté moteur.

La bride 741 porte sur sa circonférence extérieure des bras radiaux 744 qui constituent les zones de charge des accumulateurs d'énergie sous forme de ressorts à boudin 745 de l'amortisseur 713.

Les deux parties 731, 732 du carter forment radialement à l'extérieur un logement 751 en canal annulaire ou torique, dans lequel pénètrent les bras radiaux 744 de la bride 741. Le logement en canal annulaire 751 des accumulateurs d'énergie 745 est essentiellement constitué par des cavités ou empreintes axiales 752, 753 qui s'étendent suivant la circonférence dans les pièces en tôle 731, 732 du carter et dans lesquelles les zones des accumulateurs d'énergie 745 en saillie de part et d'autre de la bride 741 plongent axialement. Le logement en canal annulaire 751 est fermé radialement vers l'intérieur par une zone annulaire 749 de la bride 741, à l'exception d'un petit interstice 754.

Comme le montre la figure 11, la section des cavités axiales 752, 753 est telle que leur tracé en arc est au moins sensiblement identique à la circonférence de la section des accumulateurs d'énergie 745. Les zones extérieures des cavités 752, 753 peuvent ainsi constituer des zones d'application ou de guidage sur lesquelles les accumulateurs d'énergie 745 peuvent prendre un appui radial, au moins sous l'action de la force centrifuge.

Pour réduire l'usure sur les zones d'appui radial du logement en canal annulaire 751 des ressorts 745, il est prévu dans ce cas un ruban d'acier 781 présentant une dureté élevée, s'étendant sur la circonférence du logement en canal annulaire 751 et entourant les ressorts 745. Dans l'exemple de réalisation représenté, le ruban d'acier 781 est cylindrique et logé dans un évidement 782 formé par une saignée radiale ou un épaulement radial. Dans le dispositif 701 en rotation, les ressorts 745 prennent appui par leurs spires sur le ruban d'acier 781 sous l'action de la force centrifuge.

Des butées circonférentielles 755, 755a sont disposées dans les cavités 752, 753, de part et d'autre des bras 744, pour charger les accumulateurs d'énergie 745. Dans l'exemple de réalisation représenté, les butées circonférentielles 755, 755a présentent - suivant une direction circonférentielle - la même longueur que les bras

radiaux 744 de la bride 741. Comme le montre la figure 12, des pièces intermédiaires sont prévues entre les bras 744 et les extrémités en regard des ressorts 745, sous forme de coupelles 759 de ressort, dont la circonférence est adaptée à la section du logement en canal annulaire 751.

Radialement à l'intérieur du logement en canal annulaire 751, les demi-carters 731, 732 présentent des zones 760, 761 en regard, formant des surfaces annulaires entre lesquelles se trouve un passage annulaire 762 pour la bride 741.

10 Dans l'exemple de réalisation représenté aux figures 11 et 12, la largeur de ce passage annuaire 762 n'est que légèrement supérieure à celle des zones de la bride 741 situées dans ce passage, de sorte qu'il existe un très faible interstice 754.

Comme le montre la figure 12, quatre ressorts 745 sont prévus 15 suivant la circonférence du dispositif 701 et s'étendent chacun sur au moins 82 degrés environ de la circonférence. Les ressorts s'étendent ainsi sur au moins 90 % environ de la circonférence du dispositif 701.

Les ressorts 745 sont précintrés au moins sensiblement au rayon 20 sur lequel ils sont disposés afin de réduire leurs contraintes pendant la compression et de faciliter le montage.

Un fluide visqueux ou un lubrifiant est prévu dans la chambre annulaire 730. Le fluide visqueux doit alors remplir au moins le logement en canal annulaire 751 dans le dispositif 701 en rotation.

25 Comme le montre la figure 12, la bride 741 comprend un évidement central 771, dont le contour forme des profils radiaux 772 qui engrènent avec des profils conjugués 773 prévus sur la circonférence extérieure du disque annulaire 727 relié à l'élément de volant 4. Les profils conjugués 773 sont formés par des saillies radiales qui 30 engrènent avec des échancrures adaptées 772a de la bride 741. Les rivets 726 qui fixent la pièce 727 sur l'élément de volant 704 sont également prévus dans la zone des saillies radiales 773. Les profils 772 et les profils conjugués 773 constituant l'enfichage axial 742 permettent un alignement parfait de la bride 741 entre 35 les deux demi-carters 731, 732, de sorte que l'interstice 754 com-

pris entre le passage annulaire 762 et la bride 741 peut être très faible.

L'enfichage 742 permet aussi d'augmenter les tolérances axiales entre les différentes surfaces d'application ou d'appui des pièces.

5        Un joint 774 est prévu entre la zone radialement intérieure de la partie 732 du carter et l'élément de volant 704 pour l'étanchéité de la chambre annulaire 730. Le joint d'étanchéité 774 diffère essentiellement du joint 374 décrit en liaison avec la figure 6 en ce que le disque annulaire 775 à élasticité axiale est entièrement  
10 recouvert et encastré axialement, radialement à l'extérieur, entre une zone annulaire 732a de la partie 732 du carter et un disque annulaire 780 fixé par des rivets 732b sur la partie 732.

La zone annulaire 732a de la partie 732 du carter s'étend radialement vers l'intérieur à partir du diamètre extérieur du disque  
15 d'étanchéité élastique 775, avec formation d'un espace radial 732c entre la zone annulaire 732a et le disque d'étanchéité 775. Les faibles quantités de fluide visqueux, susceptibles de s'échapper entre la zone intérieure du disque d'étanchéité 775 et les portées d'étanchéité correspondantes 776b, peuvent être recueillies dans  
20 cet espace radial 732c, ouvert radialement vers l'intérieur, puis être refoulées de nouveau dans la chambre annulaire 730 aux vitesses de rotation plus élevées - sous l'action de la force centrifuge - entre la zone annulaire 732a et le disque d'étanchéité 775. Les zones de contact entre les zones intérieures du disque d'étanchéité  
25 775 et les portées d'étanchéité correspondantes 776b sont prévues sur la longueur axiale de l'espace radial 732c.

Un épaulement axial 791, dont la surface enveloppe radiale extérieure recouvre axialement les zones extérieures du disque d'étanchéité 775, est formé sur la zone intérieure de la partie 732 du  
30 carter.

Le demi-carter 731 en regard du moteur porte intérieurement un épaulement axial 720 sur lequel le roulement 16 portant les deux éléments de volant 703 et 704 en rotation relative est monté de la façon décrite pour la figure 6. La pièce de tôle façonnée 731 est  
35 centrée sur un siège 720b de l'épaulement 720 et prend appui axiale-

ment sur une surface radiale 720c de l'épaulement 720 prévue à la suite du siège 720b.

La liaison de la pièce de tôle façonnée ou de la partie 731 du carter et de l'épaulement axial 720 peut s'effectuer par vissage,  
5 rivetage, soudage ou matage.

L'assemblage des deux éléments de volant 703 et 704 s'effectue de la façon décrite en liaison avec les figures 1 et 2, c'est-à-dire que le roulement 16 est d'abord prémonté sur l'élément de volant 704 et le disque d'étanchéité 775 sur l'élément de volant 703. L'em-  
10 menchement du roulement 16 sur le siège 720a de l'épaulement 720 établit l'enfichage 742 et précontraint axialement le disque d'étanchéité 775 par application sur les portées d'étanchéité correspondantes 766b prévues sur l'élément de volant 704. La fixation de l'anneau d'arrêt 722, qui recouvre radialement la bague intérieure  
15 du roulement 16, sur la face frontale de l'épaulement 720 bloque axialement les deux éléments de volant 703 et 704 l'un par rapport à l'autre. La fixation de l'anneau 722 peut s'effectuer par rivetage, comme le montre la figure 6. Des vis sont toutefois utilisables aussi à la place de rivets.

20 L'amortissement hydraulique ou visqueux par refoulement ou tourbillons du liquide visqueux prévu dans le logement en canal annulaire 751 se produit de la façon décrite en liaison avec les figures 1 et 2.

Pour interdire un soudage partiel des pièces - et en particulier  
25 des pièces mobiles - en contact avec les deux pièces en tôles 731, 732 du carter et ces dernières, ou une modification de structure par un échauffement local, une isolation électrique est prévue entre ces pièces et les parties en tôle 731, 732 du carter. Les pièces menacées pendant le soudage sont en particulier les ressorts 745  
30 situés dans le logement en canal annulaire 751, la bride 741 et les coupelles de ressort 759.

Le revêtement isolant peut être prévu sur les parties 731, 732 du carter et/ou les pièces 745, 741, 759, 755, 755a en contact avec ces dernières. Le revêtement isolant peut n'être déposé que par-  
35 tiellement, c'est-à-dire uniquement sur les zones de contact entre

les parties du carter et les autres pièces.

L'isolation peut avantageusement être obtenue par phosphatation des diverses pièces. Des pièces, telles que les coupelles de ressort 759 et les butées circonférentielles 755, 755a, peuvent en  
5 outre être réalisées dans un matériau non conducteur.

Il est particulièrement avantageux de phosphater au moins les pièces en tôle et/ou la bride pour l'isolation. Les ressorts 745 sont utilement vernis, mais peuvent aussi être phosphatés.

Des couches de céramique, de matière plastique ou de graisse  
10 sont en outre utilisables pour isoler les parties 731, 732 du carter par rapport aux pièces en contact avec elles. De tels revêtements peuvent être déposés en particulier sur les parties 731, 732 du carter.

Dans la mesure où les pièces en tôle 731, 732 sont entièrement recouvertes lors de l'isolation, par phosphatation par exemple, il  
15 convient d'éliminer par usinage mécanique par exemple la couche isolante déposée dans les zones de soudage et la zone d'alimentation électrique, afin que ces zones présentent une conductivité électrique parfaite.

Lors du choix des isolants, il convient de toujours veiller à  
20 ce qu'ils soient compatibles avec le fluide visqueux introduit dans le logement en canal annulaire 751.

L'emploi d'une couche de phosphate comme couche isolante est particulièrement avantageuse, car elle réduit l'usure et assure une autolubrification.

25 La partie 731 du carter comporte en outre sur la circonférence extérieure un siège 739 sur lequel se place une couronne dentée de démarreur 740. La couronne 740 vue suivant la circonférence est reliée partiellement au moins à la partie 731 du carter par une soudure 740a. Cela est avantageux dans le cas d'une pièce 731 de carter  
30 en tôle car, par suite de l'épaisseur limitée de la partie 731, le siège 739 ne s'étend pas sur toute la largeur de la couronne dentée.

Comme le montre en outre la figure 11, l'épaisseur du matériau de la partie 731 du carter située du côté moteur est supérieure à celle de la partie 732.

35 Comme le montre la figure 13, les butées circonférentielles 755,

755a selon figure 11 peuvent être remplacées par des empreintes, telles que des poches 755c, 755d, sur les pièces en tôle façonnées 731, 732. Ces poches 755c, 755d sont avantageusement utilisables pour le positionnement des deux parties 731, 732 du carter lors du soudage. Il convient de prévoir dans ce but sur le dispositif de soudage des saillies adaptées aux poches 755c, 755d. Ces saillies peuvent constituer les électrodes injectant le courant de soudage nécessaire dans les parties 731, 732 du carter. Ces saillies peuvent en outre exercer sur les parties 731, 732 la pression axiale nécessaire pour le soudage. Il est alors particulièrement utile de prévoir ces saillies du dispositif de soudage de façon qu'elles présentent toujours un écartement prédéterminé pendant le soudage, ce qui permet d'assurer aussi une position axiale relative définie des parties 731, 732 du carter après le soudage. Cela est important pour les ressorts 745 prévus dans le logement en canal annulaire 751 et en particulier pour la distance définie à maintenir entre les deux zones 760, 761 et la bride 741 située entre ces dernières, cette distance influençant l'amortissement hydraulique ou visqueux produit par le dispositif.

Le dispositif de transmission du couple 801 représenté aux figures 14 et 15 pour la compensation d'à-coups de torsion comprend un volant 802 divisé en deux éléments 803 et 804. L'élément de volant 803 est fixé par des vis 806 sur le vilebrequin 805 d'un moteur à combustion interne non représenté. Un embrayage à friction 807 est fixé sur l'élément de volant 804. Entre le plateau de pression 808 de l'embrayage à friction 807 et l'élément de volant 804 est prévu un disque d'embrayage 809 fixé sur l'arbre primaire 810 d'une boîte de vitesses non représentée. Le plateau de pression de l'embrayage à friction 807 est chargé en direction de l'élément de volant 804 par un ressort-diaphragme 812 prenant appui en pivotement sur le couvercle 811 de l'embrayage. La manoeuvre de l'embrayage à friction 807 permet d'accoupler et de désaccoupler l'élément de volant 804 et par suite aussi le volant 802 ou le moteur à combustion interne et l'arbre primaire 810 de la boîte de vitesses. Entre l'élément de volant 803 et l'élément de volant 804 sont prévus un premier amor-

tisseur radial extérieur 813 et un second amortisseur radial intérieur 814, en parallèle avec le précédent, qui permettent un débattement angulaire des deux éléments de volant 803 et 804.

Les deux éléments de volant 803 et 804 sont montés en rotation relative sur un palier 815. Ce dernier comprend un roulement à une rangée de billes 816. La bague extérieure 817 du roulement 816 est montée dans un évidement 818 de l'élément de volant 804 et la bague intérieure 819 sur un tourillon cylindrique central 820 de l'élément de volant 803, s'éloignant axialement du vilebrequin 805 et pénétrant dans l'évidement 818. Le tourillon 820 est formé sur la pièce 803a de l'élément de volant 803 située du côté moteur.

La bague intérieure 819 du roulement est montée avec ajustement à serrage sur le tourillon 820 et encastrée entre un épaulement 821 du tourillon 820 ou la pièce 803a et un anneau d'arrêt 822 fixé sur la face frontale du tourillon 820.

Le roulement 816 est bloqué axialement par rapport à l'élément de volant 804 par encastrement axial entre un épaulement 825 de l'élément de volant 804 et un disque 827 solidarisé par des rivets 826 avec le second élément de volant 804, avec interposition de deux joints en L 823, 824.

Les deux joints 823, 824 constituent une isolation thermique qui interrompt ou au moins diminue le flux thermique entre la surface de friction 804a de l'élément de volant 804 interagissant avec le disque d'embrayage 809 et le roulement 816.

La pièce 803a de l'élément de volant 803 porte radialement à l'extérieur un épaulement annulaire axial 828 qui délimite un espace annulaire 829.

L'espace annulaire 829 est délimité radialement à l'extérieur par l'épaulement axial 828 et latéralement par les parois 831 et 832 partant de ce dernier radialement vers l'intérieur et entre lesquelles se trouvent les amortisseurs 813, 814. La paroi latérale 831 est constituée par la bride radiale 833 de la pièce 803a, qui s'étend à partir du tourillon 820. La paroi latérale 832 est constituée par un disque de recouvrement 832, pratiquement non-élastique ou rigide, qui s'étend radialement vers l'intérieur entre la bride

radiale 833 et l'élément de volant 804, et est fixé par des rivets 834 radialement à l'extérieur sur la pièce 803a ou la face frontale de l'épaulement 828.

Les deux amortisseurs 813 et 814 comportent une pièce de sortie commune 835 solidaire en rotation de l'élément de volant 804. La pièce de sortie 835 est constituée par le disque 827, qui est fixé sur la face frontale d'un épaulement axial 836 de l'élément de volant 804 dirigé vers la vilebrequin 805, et un disque 837 fixé sur ce disque 827. Comme le montre la figure 14, la zone radiale extérieure du disque 827 est bombée axialement en direction de la bride 833 de la pièce 803a et le disque 837 est fixé par des rivets 838 sur les zones extérieures 837a du disque 827, décalées axialement.

Le bombement du disque 827 forme entre ce dernier et le disque 837 auquel il est relié un espace intermédiaire axial 839 dans lequel est logée une pièce discoïde 840 qui constitue la pièce d'entrée de l'amortisseur radialement intérieur 814. Les disques 827 et 837 ainsi que la pièce discoïde 840 présentent des évidements 841, 842, 843 alignés axialement, qui peuvent être réalisés sous forme de fenêtres et dans lesquels sont logés les accumulateurs d'énergie de l'amortisseur intérieur 814 sous forme de ressorts à boudin 844. Dans l'exemple de réalisation représenté, les fenêtres 841, 842, 843 - vues suivant une direction circonférentielle ou tangentielle - ont une même longueur et contiennent les ressorts à boudin 844 précontraints, de sorte qu'un couple déterminé peut être transmis entre la pièce d'entrée 840 et la pièce de sortie 835 de l'amortisseur intérieur 814 avant le début de la compression des ressorts à boudin 844.

Le disque 837 de la pièce de sortie commune 835 en regard de la bride 833 de l'élément de volant 803 présente un diamètre intérieur 845 supérieur à celui du disque 827 qui sert à fixer le roulement 816 par rapport à l'élément de volant 804. Comme le montre la figure 15, la pièce d'entrée 840 de l'amortisseur 814 présente sur sa circonférence intérieure des bras 846 radiaux vers l'intérieur et entre lesquels sont prévues - suivant une direction circonférentielle - des butées 847 fixées sur la bride 833 de la pièce 803a. Les butées 847 sont constituées par des boulons rivés qui comportent un tenon

847a pénétrant axialement dans la chambre annulaire 829. L'application des bras 846 sur les butées 847 limite le débattement angulaire entre la pièce d'entrée 840 de l'amortisseur 814 et l'élément de volant 803.

5        Comme le montre en outre la figure 15, un débattement angulaire 849 est possible dans le sens de traction 848 et un débattement angulaire 851 dans le sens de poussée 850, entre la pièce d'entrée 840 de l'amortisseur 814 et l'élément de volant 803 ou les tenons 847a. Dans l'exemple de réalisation représenté, les angles de rotation  
10 849 et 851 sont égaux. Les butées 847 peuvent toutefois être disposées dissymétriquement par rapport à deux bras 847 voisins suivant une direction circonférentielle, de sorte que les débattements angulaires possibles dans le sens de traction et le sens de poussée sont différents. Le débattement angulaire possible de l'élément de volant  
15 803 et de la pièce d'entrée 840 dans le sens de traction 848 peut par exemple ainsi être supérieur au débattement angulaire possible de ces pièces dans le sens de poussée 850.

      Comme le montrent en outre les figures, les zones radialement extérieures 837a du disque 827 décalées axialement sont constituées  
20 par des bras radiaux 837a dont la zone intérieure est repliée axialement. Le disque 837 comporte également des bras radiaux 852 formés sur la circonférence extérieure, qui s'appliquent axialement sur les bras 837a et sont reliés à ce dernier par les rivets 838. Les bras radiaux 837a et 852 présentent la même longueur suivant une direction cir-  
25 conférentielle, de sorte que leurs surfaces latérales constituent des zones de charge 853, 854 pour les ressorts 855 de l'amortisseur extérieur 813.

      Les deux disques 827 et 837 sont reliés par des colonnettes 856 à la hauteur radiale des ressorts 844 de l'amortisseur intérieur  
30 814. Les colonnettes 856 sont rivées avec les deux disques 827, 837 et s'étendent axialement dans des évidements 857 de la pièce dis-  
coïde 840, oblongs suivant une direction circonférentielle. Les évidements oblongs 857 sont dimensionnés de façon que les ressorts 844 de l'amortisseur intérieur 813 se bloquent, c'est-à-dire que les  
35 diverses spires de ces ressorts 844 s'appliquent les unes sur les

autres sans que les colonnettes 856 puissent venir en butée sur les extrémités des évidements oblongs 857. Un choc trop brutal est ainsi évité dans le cas de forts à-coups de couple, car des ressorts en fin de course présentent une progressivité très élevée sur la dernière  
5    pièce dans laquelle les spires sont déjà pratiquement en contact, mais peuvent encore effectuer un faible déplacement axial par suite de translations radiales.

Comme le montre la figure 15, les colonnettes 856 sont disposées radialement à l'intérieur des bras 837a et 852. La pièce discoïde  
10   840 présente des échancrures 858 limitées latéralement par des bras 846, radialement à l'intérieur des bras 837a et 852 ou radialement à l'intérieur des évidements oblongs 857. Les échancrures 858 permettent le rivetage des rivets 826 qui, vus suivant le sens axial, sont disposés dans cette zone (cf. figure 15).

15       La pièce d'entrée 840 de l'amortisseur intérieur 814 est encastree axialement entre les deux disques 827 et 837 qui constituent la pièce de sortie commune 835 des deux amortisseurs 813, 814. La pièce discoïde 840 est pour ce faire réalisée comme un ressort-diaphragme et présente par suite une élasticité axiale. Dans l'état  
20   démonté, la pièce discoïde 840 présente une certaine conicité, comme un ressort-diaphragme. Lors de son montage entre les deux disques 827, 837, la pièce discoïde 840 est encastrée axialement de sorte que les garnitures de friction 859 sont serrées axialement entre les zones radiales extérieures de la pièce 840 et le disque 837,  
25   et les garnitures de friction 860 axialement entre les zones radiales intérieures de la pièce 840 et le disque 827. Pour faciliter le montage, les garnitures de friction 859 prévues radialement à l'extérieur des ressorts 844 et les garnitures de friction 860 disposées radialement à l'intérieur des ressorts 844 sont collées  
30   sur la pièce discoïde 840. Lors d'un débattement angulaire de la pièce discoïde 840 et de la pièce de sortie 835, les garnitures de friction 859, 860 produisent sur les disques 837, 827 un amortissement par frottement qui est couplé en parallèle avec l'action élastique des ressorts 844.

35       Pour le logement des ressorts 855 de l'amortisseur extérieur

813, la pièce 803a ou sa paroi 831 et le disque de recouvrement 832 présentent des cavités axiales 861, 862 dans lesquelles les zones des accumulateurs d'énergie 855 en saillie de part et d'autre de la pièce de sortie 835 plongent au moins partiellement.

5       Comme le montre la figure 14, la section des cavités axiales 861, 862 est réalisée de façon que son tracé en arc soit adapté au moins dans la zone radialement extérieure à la circonférence de la section des accumulateurs d'énergie 855. Les zones extérieures des cavités 861, 862 peuvent ainsi constituer des zones d'application  
10 ou de guidage sur lesquelles les accumulateurs d'énergie 855 peuvent prendre un appui radial, au moins sous l'action de la force centrifuge. L'adaptation des zones d'application constituées par les cavités 861, 862 à la circonférence extérieure des accumulateurs d'énergie 855 permet de réduire notablement l'usure produite par le  
15 frottement des spires des accumulateurs d'énergie 855 sur les zones radiales extérieures des cavités 861, 862, car la surface d'appui est augmentée entre les ressorts 855 et les cavités 861, 862. Les cavités 861, 862 vues suivant une direction circonférentielle sont annulaires, c'est-à-dire qu'elles s'étendent sur toute la circonférence.  
20 Cela est avantageux car par exemple les cavités 861, 862 moulées peuvent être usinées par une opération de tournage. Des butées circonférentielles 863, 864 sont disposées dans les cavités 861, 862 pour la charge des accumulateurs d'énergie 855 et constituent pour ces derniers des zones d'appui suivant une direction circonférentielle.  
25 Les butées circonférentielles 863, 864 - vues suivant une direction circonférentielle - présentent la même longueur angulaire que les bras 837a, 852 de la pièce de sortie 835. Les butées circonférentielles 863, 864 sont constituées par des pièces adaptées aux cavités 861, 862 et rivées sur la pièce 803a du volant ou le disque de recouvrement 832. Les extrémités des butées circonférentielles 863, 864 vues  
30 dans une direction circonférentielle sont aplaties pour une meilleure charge des accumulateurs d'énergie 855.

      Comme le montre la figure 15, trois ressorts 855 sont prévus sur la circonférence du dispositif 801 et s'étendent chacun sur au  
35 moins 110 degrés environ.

Les ressorts 855 de l'amortisseur extérieur et les ressorts 844 de l'amortisseur intérieur sont adaptés mutuellement de façon que le couple final ou couple maximal exercé par les ressorts extérieurs 855 au débattement angulaire total des deux éléments de volant 803 et 804 soit inférieur au couple correspondant délivré par les ressorts 844 de l'amortisseur intérieur. La constante des ressorts 844 est en outre supérieure à celle des ressorts 855.

Une bague 865 est prévue pour l'étanchéité de la chambre annulaire 829 vers l'extérieur et disposée entre l'épaule axial de la pièce 803a et la paroi latérale 832, radialement à l'intérieur des rivets 834. Dans l'exemple de réalisation représenté, la bague d'étanchéité 865 est un joint torique. Un second joint d'étanchéité 866 est prévu entre la zone radialement intérieure de la paroi latérale 832 et le disque 827 ou l'épaule axial 836 de l'élément de volant 804. Le joint d'étanchéité 866 est constitué par une pièce annulaire qui présente une zone discoïde plane radiale intérieure, encastrée entre la face frontale de l'épaule axial 836 de l'élément de volant 804 et le disque 827, et une zone tronconique extérieure, agissant comme un ressort-diaphragme et prenant appui avec précontrainte sur des zones radialement intérieures de la paroi latérale 832. Pour l'appui de la zone élastique du joint d'étanchéité 866, la zone intérieure de la paroi latérale 832 présente une saignée axiale ou un épaule axial 867 dont la surface enveloppe radiale extérieure recouvre axialement les zones extérieures du joint d'étanchéité 866.

Un fluide visqueux ou un lubrifiant est prévu dans la chambre annulaire 829. Le niveau du lubrifiant peut - dans le dispositif 801 en rotation - atteindre au moins la zone centrale ou l'axe des ressorts extérieurs 855 de l'amortisseur 813.

Un interstice annulaire 868 ouvert vers l'extérieur est en outre prévu entre la chambre annulaire 829 ou la paroi latérale 832 d'une part et l'élément de volant 804 d'autre part, et améliore encore l'effet de refroidissement en liaison avec les canaux de ventilation 869. Ces derniers sont prévus radialement à l'intérieur de la surface de friction 804a de l'élément de volant 804 pour le disque

d'embrayage 809.

Le fonctionnement du dispositif 801 est décrit ci-dessous.

Lors d'une rotation des deux éléments de volant 803 et 804 à partir de la position de repos représentée à la figure 15, dans le sens de poussée 850 par exemple, les ressorts 855 sont d'abord comprimés. Après le débattement angulaire 851 des deux éléments de volant 803 et 804, les bras radiaux 846 de la pièce d'entrée 840 de l'amortisseur intérieur 814 s'appliquent sur les butées 847, de sorte que pendant un nouveau débattement angulaire des deux éléments de volant 803, 804, les ressorts 844 de l'amortisseur intérieur 814 sont comprimés en plus des ressorts 855. La compression commune des ressorts 855 et des ressorts 844 se poursuit jusqu'à la fin de course des ressorts 844, ce qui limite le débattement angulaire des deux éléments de volant 803 et 804. Dans l'exemple de réalisation représenté, le débattement angulaire 849 est de l'ordre de 32 degrés et l'angle de blocage des ressorts 844 peut être de l'ordre de 4 degrés, de sorte qu'un débattement angulaire total de 36 degrés est possible entre les deux éléments de volant 803 et 804. Les garnitures de frottement 859, 860 produisent en outre un amortissement par frottement sur la plage de débattement angulaire où les ressorts 844 agissent. Un amortissement par frottement est produit sur la plage de débattement angulaire 849 par le frottement des ressorts 855 sur les cavités 861, 862 et le frottement de la zone extérieure précontrainte à élasticité axiale de la pièce 866 sur la paroi latérale 832. Les tourbillons ou le refoulement du fluide visqueux contenu dans la chambre annulaire 829 produisent en outre un amortissement.

Le détail d'un dispositif 901 selon figure 16 représente une bride 941 dont la circonférence extérieure présente des bras radiaux 944. Les bras 944 peuvent, de la façon décrite à l'aide des figures précédentes, charger des accumulateurs d'énergie sous forme de ressorts à boudin 945, 945a. Les accumulateurs d'énergie 945, 945a sont disposés dans un logement en canal annulaire 951, constitué par des pièces des éléments de volant 903. Le ressort 945a est chargé directement par le bras radial 944, tandis qu'une

coupelle 959 est disposée entre le ressort 945 et le bras radial 944.

Le bras 944 présente dans une direction circonférentielle des parties façonnées sous forme de tenons ou d'ergots 944a, 944b.

5        La coupelle de ressort 959 présente un évidement 959a dans lequel pénètre l'ergot 944a. L'ergot 944a et l'évidement 959a sont réalisés et disposés de sorte que pendant la charge du ressort 945 au moins, l'ergot 944a retient ou soulève la coupelle 959 et par l'intermédiaire de cette dernière l'extrémité du ressort de compres-  
10        sion 945 par rapport aux zones radialement extérieures du logement en canal annulaire 951. La zone radialement intérieure de l'ergot 944a forme dans ce but une rampe inclinée 944c qui interagit avec une zone d'appui 959b de la coupelle 959. La rampe 944c charge ou tire radialement vers l'intérieur la coupelle 959.

15        L'ergot 944b présente radialement à l'intérieur un biseau 944d qui interagit avec la spire d'extrémité du ressort 945a et charge ou refoule ce dernier radialement vers l'intérieur.

En cas d'emploi d'une coupelle de ressort 959, il est avantageux que la section de la rampe 944c au moins soit adaptée au contour  
20        de l'évidement 959a, de sorte que même en cas de rotation de la coupelle 959, une application parfaite de cette dernière est assurée sur l'ergot 944a ou le bras 944.

Des parties façonnées ou ergots 944a ou 944b peuvent avantageusement aussi être prévus sur les bras radiaux et/ou les zones radiales  
25        des brides selon les figures 1 à 15.

De tels ergots 944a, 944b présentent l'avantage que même aux vitesses de rotation élevées, au moins les extrémités, c'est-à-dire quelques spires des ressorts à boudin demeurent sans contact radial extérieur avec d'autres pièces ou zones, de sorte que ces spires  
30        peuvent se déplacer librement, c'est-à-dire ne produisent aucun amortissement par frottement.

De tels ergots 944a, 944b assurent en outre que les extrémités au moins des ressorts présentent encore une élasticité même sur les  
35        plages de vitesse de rotation où le frottement normal entre les spires des ressorts et leurs surfaces d'appui radial est tel que

les spires ne peuvent plus se déplacer élastiquement. Cela est avantageux en particulier pour amortir les vibrations à haute fréquence et faible amplitude angulaire apparaissant sur ces plages de vitesse de rotation.

5 Dans le dispositif 1001 représenté schématiquement en coupe sur la figure 17, l'élément de volant 1003 situé du côté moteur comprend deux pièces de tôle façonnées 1031, 1032 qui délimitent une chambre annulaire 1030 dans laquelle sont prévus deux amortisseurs 1013, 1014 en série. Les ressorts des deux amortisseurs 1013, 1014  
10 sont accouplés par une bride 1041. La bride 1041 et les disques latéraux 1065, 1066 prévus de part et d'autre de cette dernière sont disposés, réalisés et reliés aux pièces correspondantes de la façon décrite à l'aide de la figure 10.

La bride 1041 diffère des brides précédemment décrites ou représentées en ce que les bras radiaux 1044 contenus dans la zone radiale  
15 du canal annulaire ou du logement en canal annulaire 1051 se raccordent à des ligaments 1044a qui recouvrent les ressorts 1045 de l'amortisseur extérieur 1013 dans une direction circonférentielle. Les spires des ressorts 1045 prennent appui radialement sur les ligaments 1044a, au moins dans le dispositif 1001 en rotation. Cela peut  
20 être particulièrement avantageux, car il est particulièrement facile de donner une dureté plus élevée aux zones d'appui des ressorts 1045 sur la bride 1041. Ce résultat peut par exemple être obtenu au moyen d'une trempe par induction. Ces zones d'appui au moins peuvent en  
25 outre être munies simplement d'un revêtement réduisant l'usure, tel qu'un revêtement de nickel dur.

Les ligaments 1044 sont logés dans un évidement radial 1051a s'étendant au-delà du logement en canal annulaire 1051. L'évidement radial 1051a est limité latéralement par les pièces de tôle façonnées 1031, 1032. Les deux demi-carters ou pièces de tôle façonnées  
30 1031, 1032 comportent sur leur circonférence extérieure des zones 1031a, 1032a qui s'étendent axialement vers l'élément de volant 1004 et forment un bord entourant partiellement au moins ce dernier. Les prolongements axiaux 1031a, 1032a sont reliés à leur extrémité  
35 par un soudage 1038, tel qu'un soudage par faisceau d'électrons.

Les prolongements axiaux 1031a, 1032a permettent facilement d'augmenter le moment d'inertie de l'élément de volant 1003 sans qu'un espace radial supplémentaire soit nécessaire. Un disque 1090 prévu sur le côté de la pièce de tôle façonnée 1031 en regard du moteur  
5 porte des repères 1091, par exemple sous forme de saillies ou d'entailles, qui servent au réglage du moteur et en particulier au réglage et/ou au déclenchement de l'allumage.

La partie 1031 du carter et le disque 1090 sont reliés par des vis 1092 à un épaulement central 1020 qui porte un roulement 1016  
10 sur lequel l'élément de volant 1004 est monté en rotation par rapport à l'élément de volant 1003.

Dès épaulements axiaux 1031a, 1032a sont avantageusement utilisables aussi sur des demi-carter ou des parties de carter en fonte.

15 Dans une forme de réalisation selon figure 18 d'un dispositif 1101 selon l'invention, le logement en canal annulaire 1151 de ressorts est constitué par deux coquilles en tôle 1131a, 1132a qui entourent les accumulateurs d'énergie 1145. Les deux coquilles en tôle 1131a, 1132a définissent axialement entre elles et radialement à l'intérieur des ressorts 1145 un passage annulaire 1162, essentiellement  
20 fermé par les zones de la bride 1141 qu'il contient. Radialement à l'intérieur du passage 1162, les coquilles de tôle 1131a, 1132a présentent des zones radiales 1165, 1166 solidaires chacune d'une pièce de tôle façonnée 1131 ou 1132, par des rivetages 1155, 1155a dans  
25 l'exemple de réalisation représenté.

Des jeux d'évidements alignés axialement, pouvant recevoir des ressorts d'un amortisseur situé radialement plus à l'intérieur, peuvent être réalisés - suivant une direction circonférentielle - entre les rivetages 1155, 1155a dans les zones radiales 1165, 1166 des coquilles en tôle 1131a, 1132a et dans la zone radiale de la bride 1141  
30 située entre ces dernières. Les deux pièces de tôle façonnées 1131, 1132, qui constituent un carter pour le logement des coquilles en tôle 1131a, 1132a, sont reliées radialement à l'extérieur. La pièce de tôle façonnée 1132 présente pour ce faire sur son bord extérieur  
35 des zones monoblocs plus minces 1133, qui sont rabattues sur une

zone radiale 1134 de la pièce de tôle façonnée 1131. Des goupilles axiales 1138 sont prévues pour blocage en rotation des deux pièces de tôle façonnées 1131, 1132.

Des coquilles de tôle 1131a, 1132a sont également utilisables  
5 pour des parties de carter en fonte, qui peuvent présenter des cavités dans lesquelles sont logées au moins les zones des coquilles de tôle 1131a, 1132a entourant les accumulateurs d'énergie ou ressorts.

Dans la variante de réalisation d'une unité 1201 représentée schématiquement à la figure 19, la bride 1241 est rivée avec étanchéité directement sur l'épaulement axial 1243 de l'élément de volant  
10 1204 pour l'étanchéité de la chambre annulaire 1230 remplie partiellement au moins par un fluide visqueux, et un joint d'étanchéité 1274 est en outre prévu axialement entre la bride 1241 et la paroi latérale radiale 1232 de la chambre annulaire 1230 en regard de  
15 l'élément de volant 1204.

Une friction 1290, située à l'extérieur de la chambre annulaire 1230 remplie partiellement au moins de fluide visqueux, est prévue radialement à l'intérieur de la paroi latérale 1232 et axialement entre la bride 1241 et une zone radiale 1204a de l'élément de volant  
20 1204 située à distance axiale de ladite bride. Cette friction à sec 1290 comprend un disque de friction 1294 et des bagues de friction 1294a, 1294b de part et d'autre de ce dernier, la bague de friction 1294b étant disposée axialement entre le disque de friction 1294 et la bride 1241. Un disque de pression 1293, disposé sur le côté  
25 de la bague de friction 1294b opposé au disque de friction 1294, est chargé par un ressort-diaphragme 1292, encastré axialement entre la zone radiale 1204a et le disque de pression 1293.

Le disque de friction 1294 porte sur sa circonférence extérieure des profils radiaux 1295 engrénant avec des profils conjugués 1295a  
30 formés sur le bord radialement intérieur de la paroi 1232. Selon l'application, les profils peuvent être réalisés sans jeu ou permettre un certain jeu de rotation dans une direction circonférentielle entre le disque de friction 1294 et la paroi 1232, de sorte que la friction 1290 ne peut agir qu'après l'intervention d'un des ressorts au moins de  
35 l'amortisseur 1213.

Dans l'unité 1301 représentée schématiquement à la figure 20, un joint d'étanchéité 1374, 1374a est prévu de chaque côté de la bride 1341, radialement à l'intérieur de l'amortisseur 1313 et contigu au logement en canal annulaire 1351, et interagit pour l'étanchéité avec des zones correspondantes des pièces voisines 1332, 1331 qui délimitent le logement en canal annulaire 1351.

La bride 1341 est encastrée axialement entre deux disques 1393, 1394, radialement à l'intérieur des joints d'étanchéité 1374, 1374a et avec interposition de bagues de friction 1394a, 1394b. Le disque 1394 est solidarisé avec l'élément de volant 1304 par des colonnettes 1367. Le disque de pression 1393, disposé axialement entre la bride 1341 et la zone radiale 1304a de l'élément de volant 1304, est chargé par un ressort-diaphragme 1392, encastré axialement entre le disque de pression 1393 et la zone radiale 1304a. Le ressort-diaphragme 1392 et le disque de pression 1393 comporte radialement à l'intérieur des échancrures qui entourent partiellement au moins les colonnettes 1367, de sorte que le ressort-diaphragme 1392 et le disque de pression 1393 sont bloqués en rotation par rapport à l'élément de volant 1304.

La force de précontrainte du ressort-diaphragme 1392 détermine le couple pour lequel la bride 1341 peut tourner ou patiner par rapport à l'élément de volant 1304. Les pièces 1392 à 1394b forment ainsi, en liaison avec les zones radialement intérieures de la bride 1341, un accouplement limiteur de couple 1390.

Pour limiter le débattement angulaire de la bride 1341 et l'élément de volant 1304, la bride peut comporter sur sa zone intérieure des saillies qui - vues dans une direction circonférentielle - pénètrent entre les colonnettes 1367. La butée de ces saillies radiales de la bride 1341 sur les colonnettes 1367 permet de limiter le débattement angulaire. Pour certaines applications, il peut toutefois aussi être utile de ne prévoir aucun moyen limitant le débattement angulaire de la bride 1341 et l'élément de volant 1304. Dans ce cas, l'accouplement limiteur de couple 1390 est dimensionné de façon que son couple transmissible soit supérieur au couple nominal délivré par le moteur.

Selon une perfectionnement du dispositif représenté à la

figure 20, des accumulateurs d'énergie supplémentaires sous forme de ressorts à boudin peuvent agir entre les deux disques 1393, 1394 et la bride 1341 lors d'un débattement angulaire limité de la bride 1341 et de l'élément de volant 1304. Ces ressorts peuvent  
5 être logés dans des évidements appropriés des deux disques 1393, 1394 et de la bride 1341, lesdits évidements pouvant - suivant une direction circonférentielle - être disposés entre les colonnettes 1367. Dans le cas d'une telle réalisation du dispositif, il convient que les ressorts prévus dans la zone de l'accouplement limiteur de  
10 couple ou de la friction 1390 présentent une constante d'élasticité nettement supérieure à celle des ressorts de l'amortisseur extérieur 1313.

L'amortissement par frottement produit par la friction 1390 doit aussi être nettement supérieur à l'amortissement par frotte-  
15 ment produit sur la plage de débattement angulaire de l'amortisseur 1313 produit en particulier par les joints d'étanchéité 1374, 1374a s'appliquant sur la bride 1341.

Le dispositif 1401 représenté schématiquement à la figure 21 comprend trois amortisseurs 1413, 1413a, 1414 agissant en parallèle.  
20 Les deux demi-carters 1431, 1432 forment avec la bride 1441 située entre eux deux logements en canal annulaire 1451, 1451a qui contiennent les accumulateurs d'énergie des deux amortisseurs 1413 et 1413a. Pour loger les ressorts de l'amortisseur intérieur 1414, les deux demi-carters 1431, 1432 présentent des cavités qui délimitent  
25 un espace annulaire 1452 pratiquement ouvert radialement vers l'intérieur. La chambre annulaire 1430 délimitée par les deux demi-carters 1431, 1432 est remplie par un fluide visqueux qui s'étend au moins jusqu'aux spires extérieures des ressorts de l'amortisseur 1414, de sorte que les logements en canal annulaire 1451, 1451a sont rem-  
30 plis par le fluide visqueux.

L'amortissement visqueux ou hydraulique produit par l'amortisseur extérieur 1413 et l'amortisseur situé plus à l'intérieur ~~1413a~~  
peut varier. Un dimensionnement approprié de l'interstice entre les zones 1441a, 1441b de la bride situées radialement à l'intérieur des  
35 amortisseurs 1413, 1413a et les deux demi-carters 1431, 1432 permet

d'adapter l'amortissement visqueux produit par ces amortisseurs 1413, 1413a aux exigences particulières de l'application considérée. Le montage de coupelles sur les extrémités d'un ressort au moins de l'amortisseur extérieur 1413 et/ou de l'amortisseur 1413a situé  
5 plus loin à l'intérieur et/ou de l'amortisseur 1414 permet en outre de faire varier l'amortissement visqueux.

La variante de réalisation d'un dispositif 1501 représentée schématiquement à la figure 22 comprend deux rangées de ressorts ou amortisseurs 1513, 1513a côte à côte axialement. Les pièces de  
10 sortie des deux amortisseurs 1513, 1513a sont constituées chacune par une bride 1541, 1541a bombée en conséquence. Radialement à l'intérieur, les brides 1541, 1541a sont axialement contiguës et reliées par des rivets 1565 à l'élément de volant 1504.

Les pièces 1531, 1532 de l'élément de volant 1503 forment des  
15 zones 1551, 1551a en secteur de cercle, ouvertes radialement vers l'intérieur et dans lesquelles sont logés les ressorts des amortisseurs 1513 et 1513a. La section des zones 1551, 1551a en secteur de cercle est égale aux spires des ressorts qu'elles contiennent.

Les ressorts des amortisseurs 1513 et 1513a peuvent être réa-  
20 lisés et disposés de façon à agir successivement ou en groupe, permettant ainsi une caractéristique à plusieurs paliers. Les ressorts d'un amortisseur, 1513 par exemple, peuvent en outre intervenir avec un décalage pendant le débattement angulaire par rapport aux ressorts de l'autre amortisseur, 1513a par exemple.

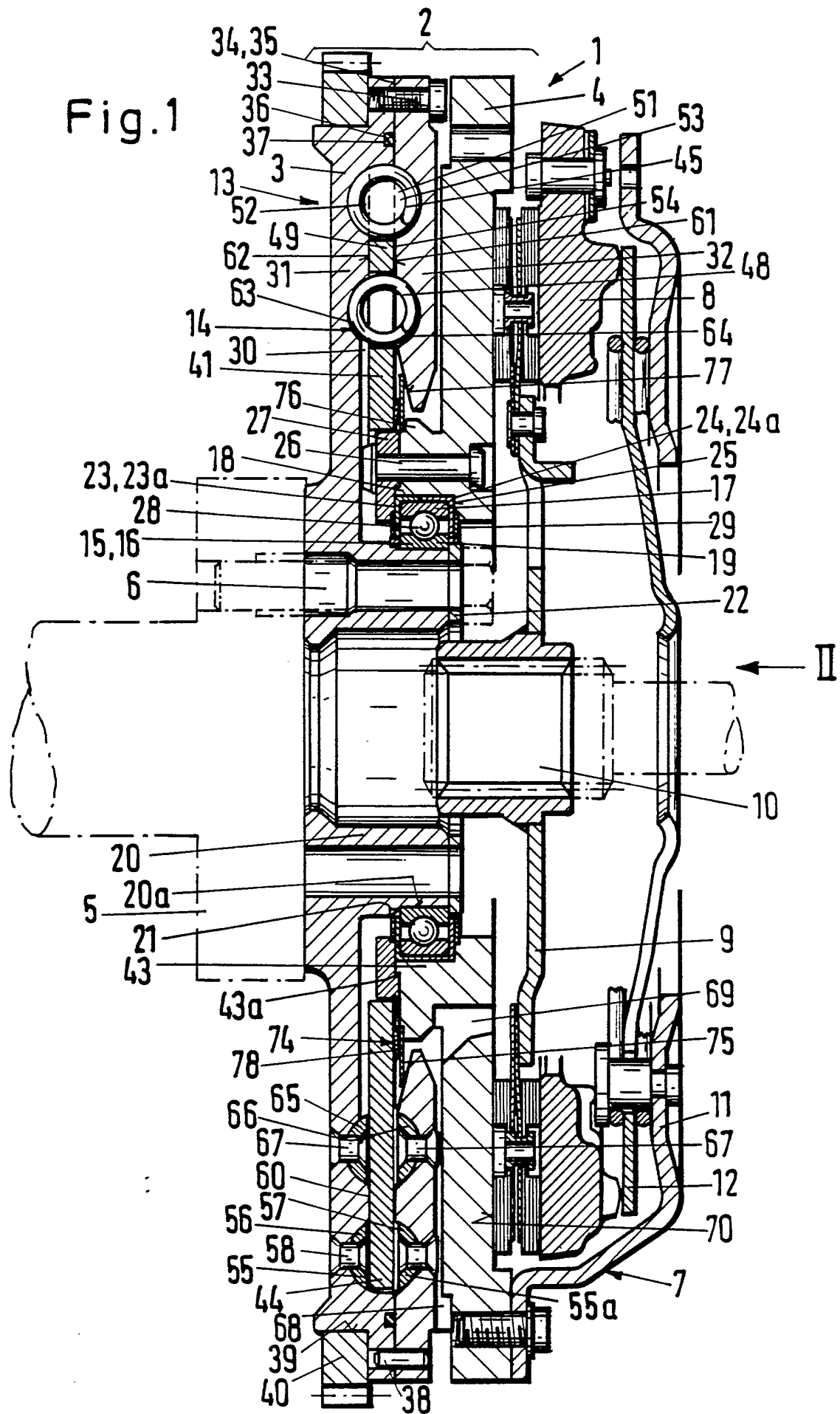
25 L'invention ne se limite pas aux exemples de réalisation représentés et décrits, mais comprend aussi des variantes pouvant résulter de la combinaison de divers éléments ou caractéristiques décrits en liaison avec les diverses formes de réalisation.

Bien entendu, diverses modifications peuvent être apportées  
30 par l'homme de l'art au principe et aux dispositifs qui viennent d'être décrits uniquement à titre d'exemples non limitatifs, sans sortir du cadre de l'invention.

REVENDICATIONS

1. Dispositif pour l'amortissement de vibrations, entre un moteur et une chaîne cinématique, comprenant un élément d'entrée (3) et un élément de sortie (4), les deux éléments (3, 4) étant mobiles en rotation l'un par rapport à l'autre et l'un au moins d'entre eux présentant des canaux annulaires de guidage (51) dans lesquels sont logés des ressorts longs (45) assurant un accouplement élastique entre les deux éléments d'entrée (3) et de sortie (4), caractérisé en ce que lesdits ressorts (45) sont précintrés à l'état non monté.
2. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que lesdits ressorts (45) sont précintrés au moins approximativement au rayon des canaux annulaires de guidage (51) dans lesquels ils sont respectivement logés.
3. Dispositif selon l'une des revendications 1 et 2, caractérisé en ce que l'accouplement élastique en rotation des éléments d'entrée (3) et de sortie (4) est obtenu par au moins deux groupes de ressorts (45, 48), le couple maximal exercé par les ressorts (45) précintrés étant inférieur au couple délivré par les ressorts (48) d'un autre groupe de ressorts situés radialement plus à l'intérieur.
4. Dispositif selon la revendication 3, caractérisé en ce que la constante des ressorts précintrés (45) est inférieure à celles des ressorts (48) situés radialement plus à l'intérieur.
5. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que des moyens (959; 944a et 944b) sont prévus pour empêcher tout contact radial extérieur au moins des extrémités des ressorts précintrés (45) avec des parties des canaux annulaires de guidage.

Fig.1



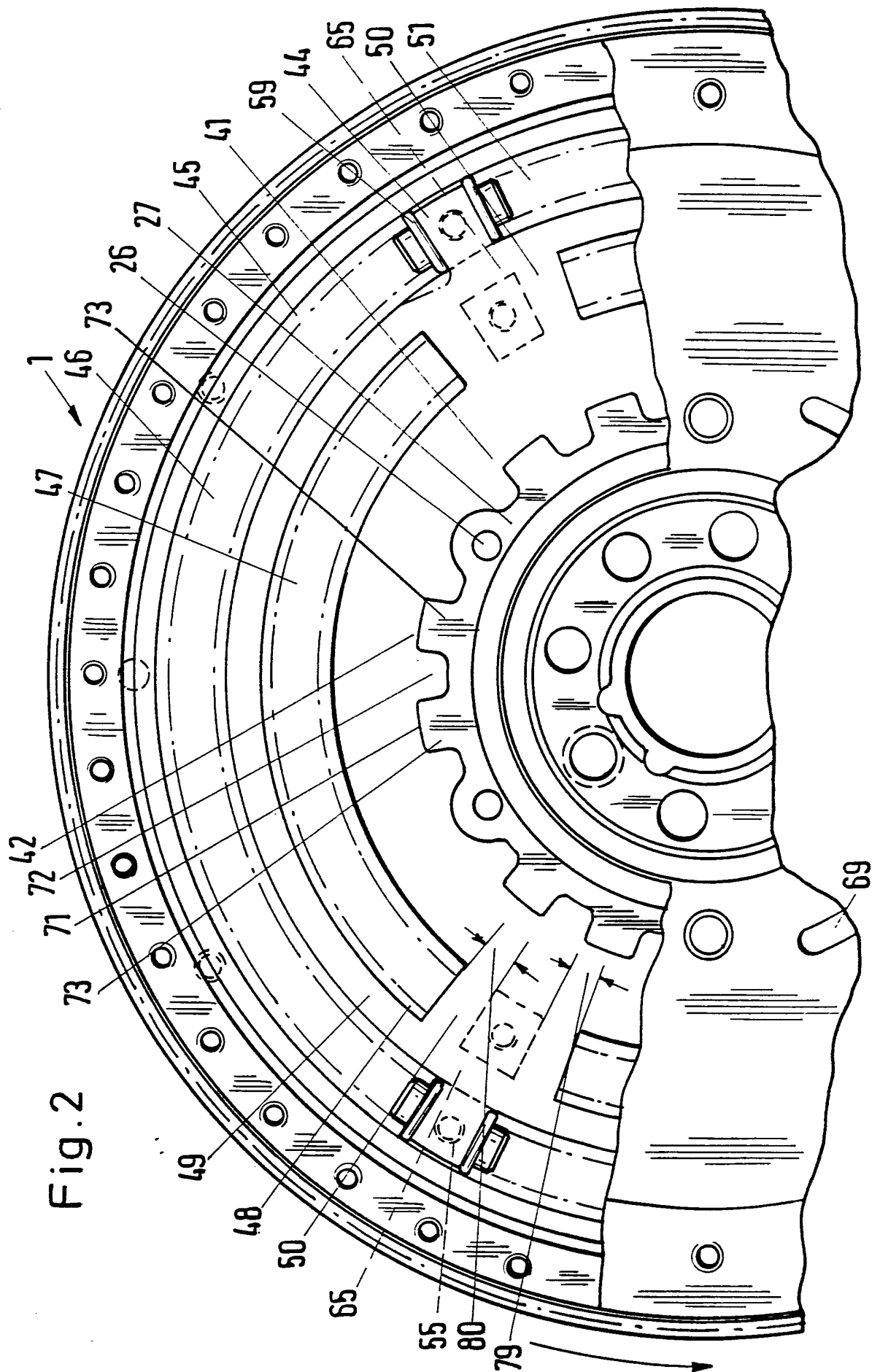


Fig. 3

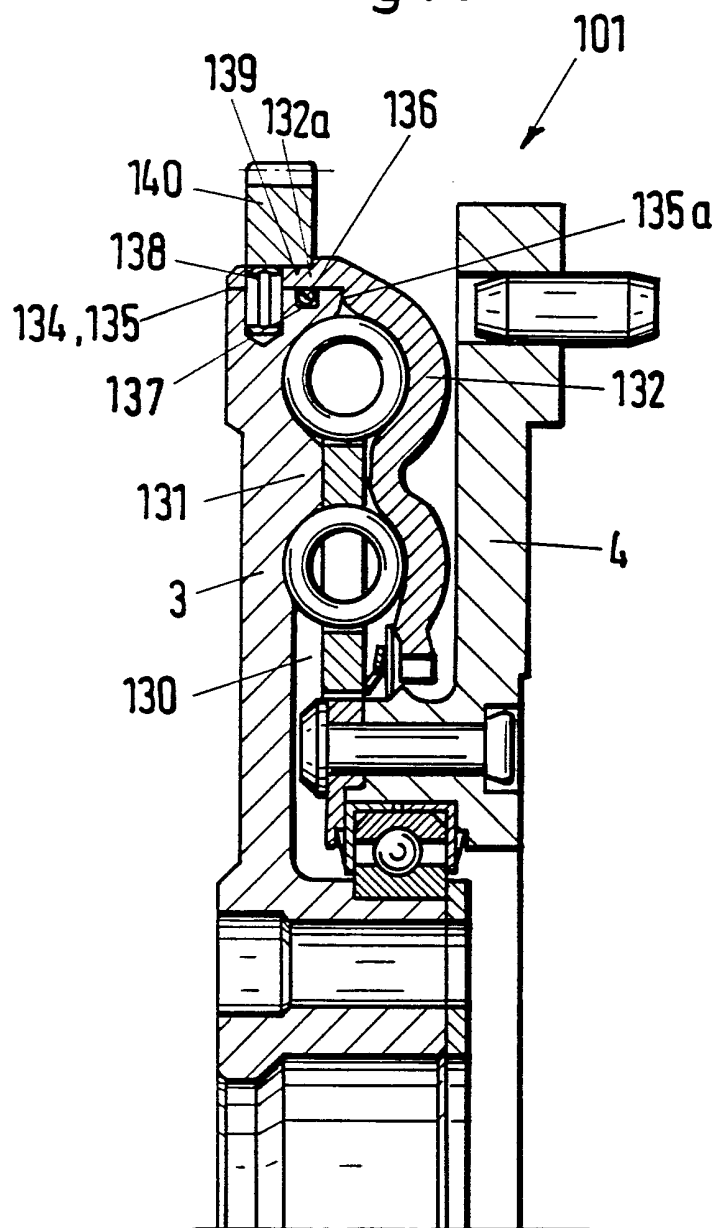


Fig. 4

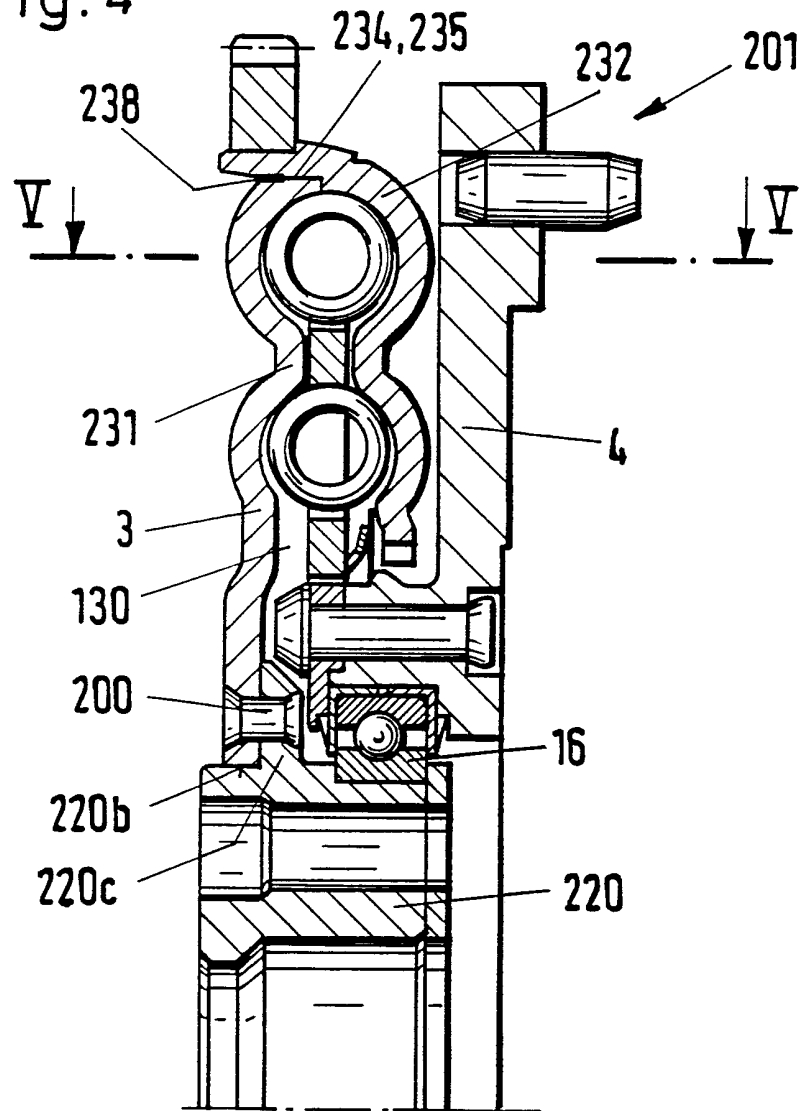


Fig. 5

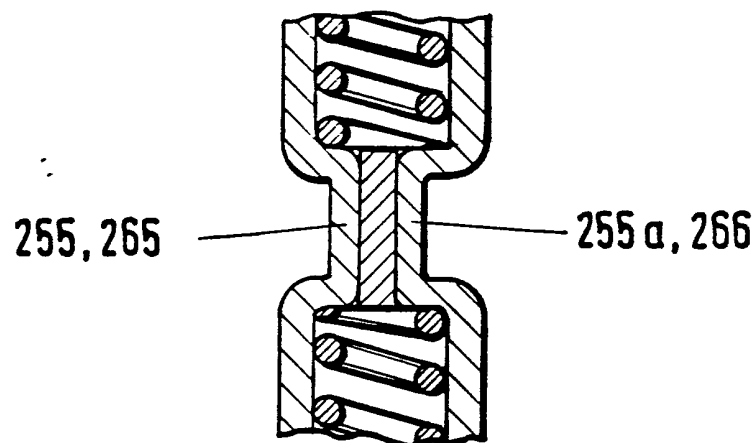


Fig.6

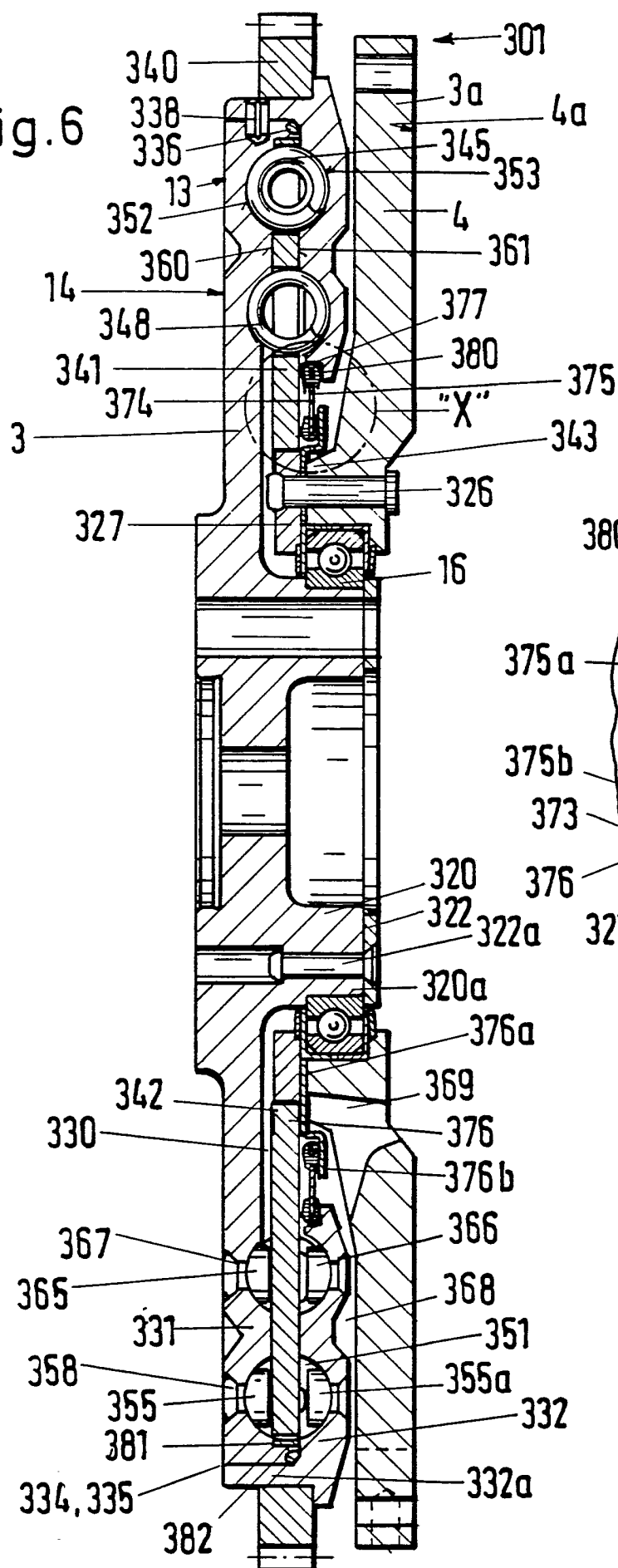
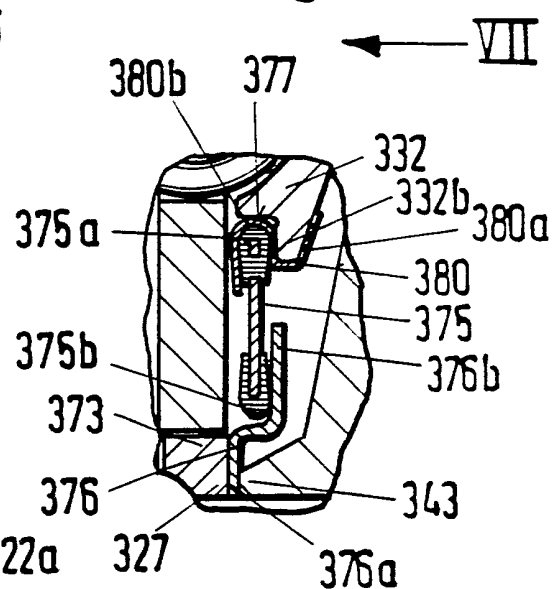


Fig.6a



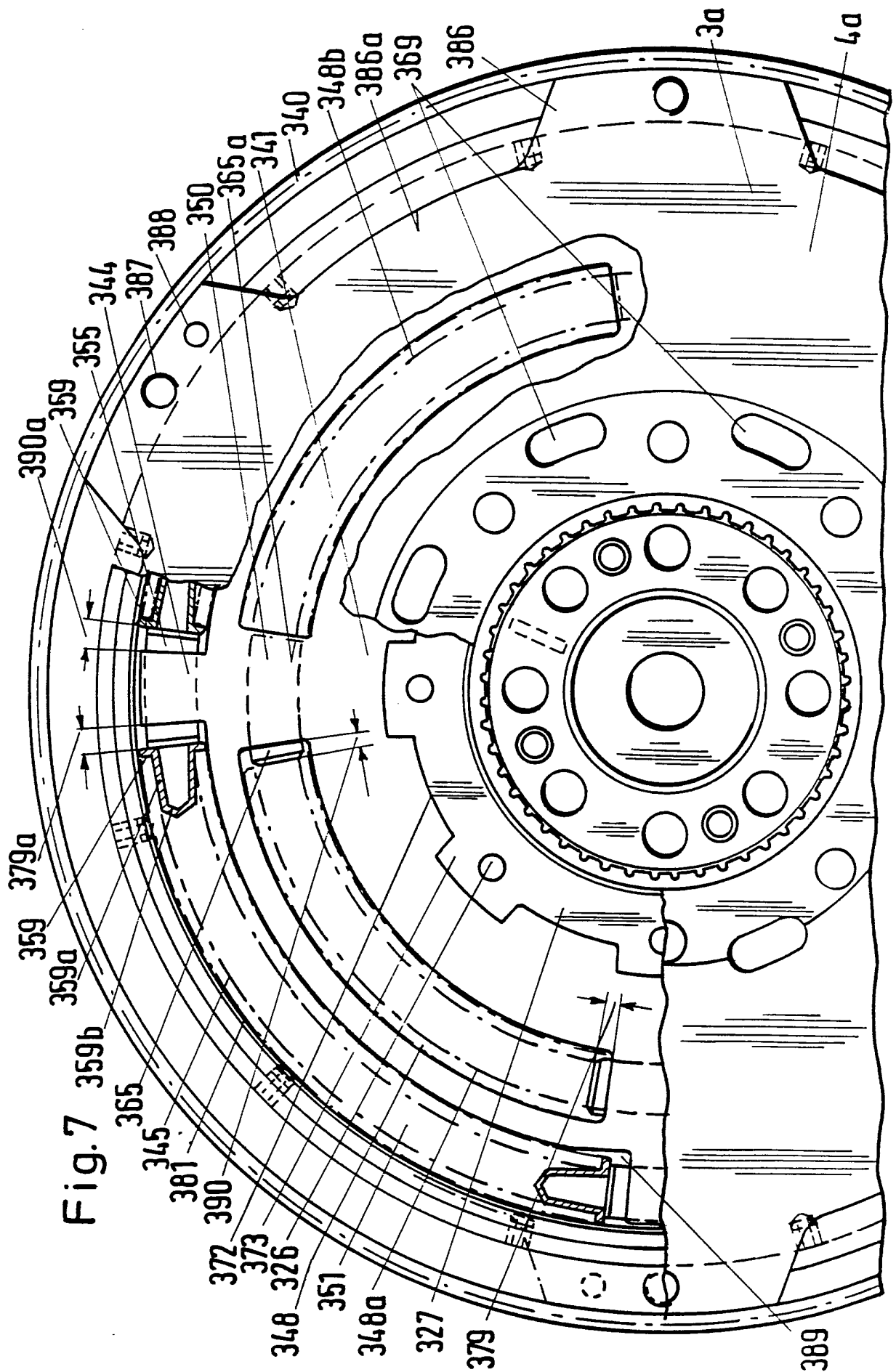


Fig. 7a

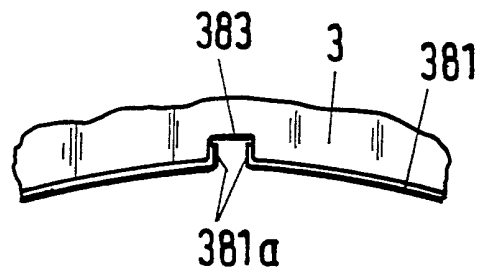


Fig. 8

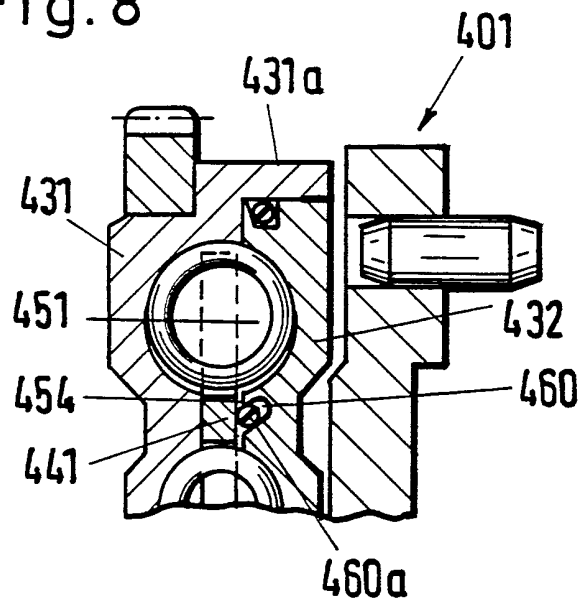


Fig. 9

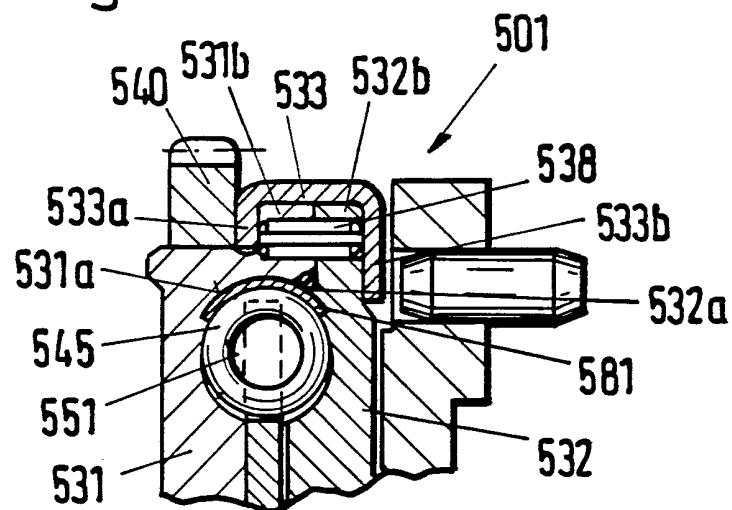


Fig. 10

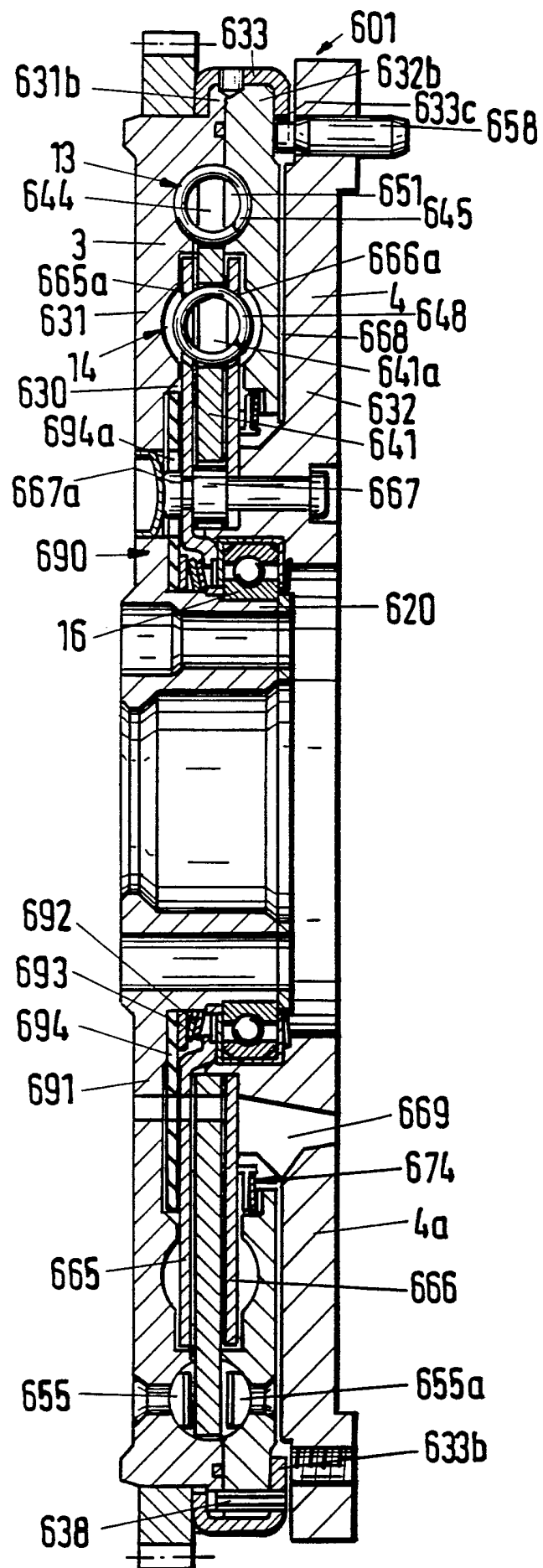


Fig. 11

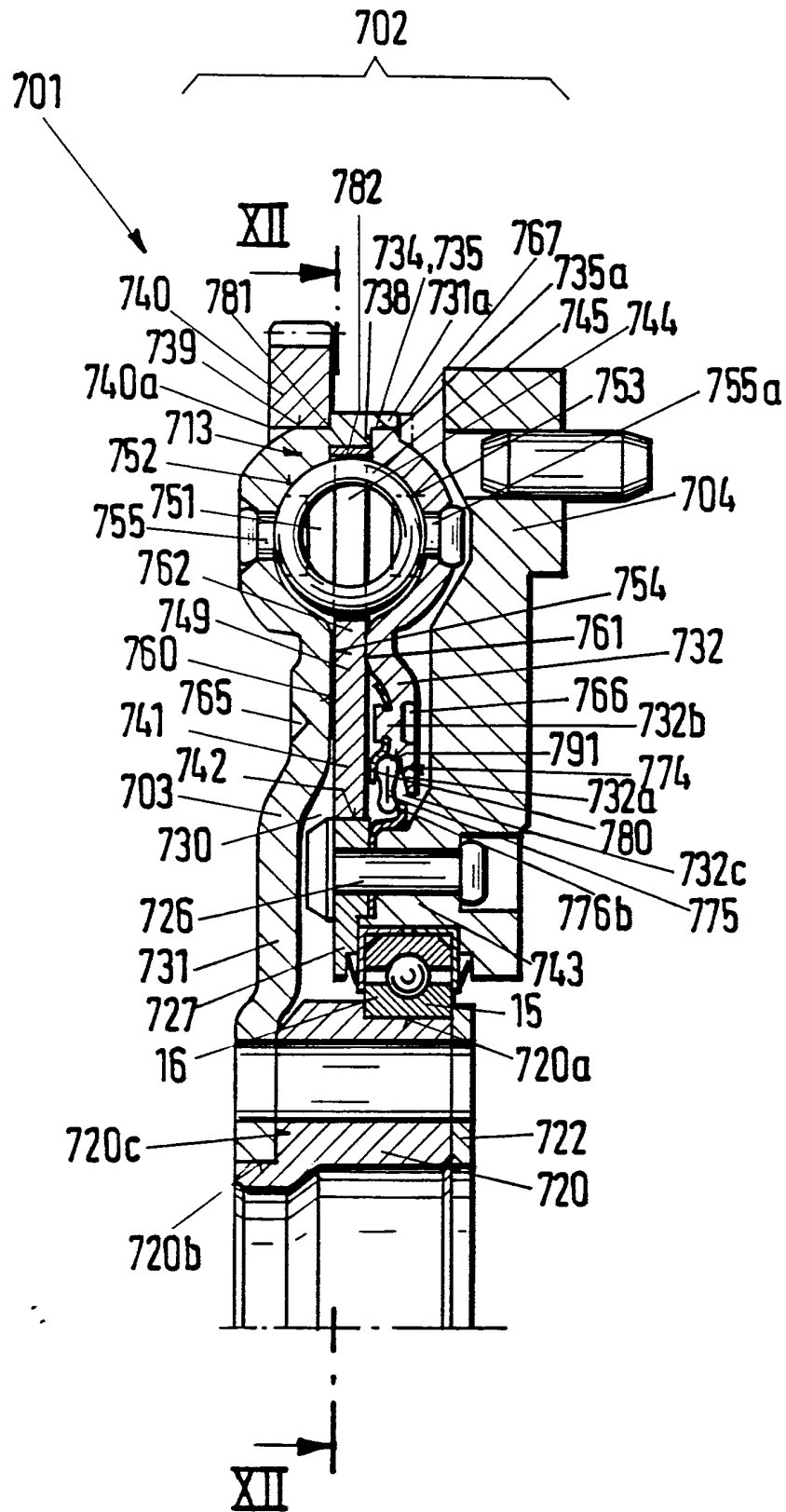
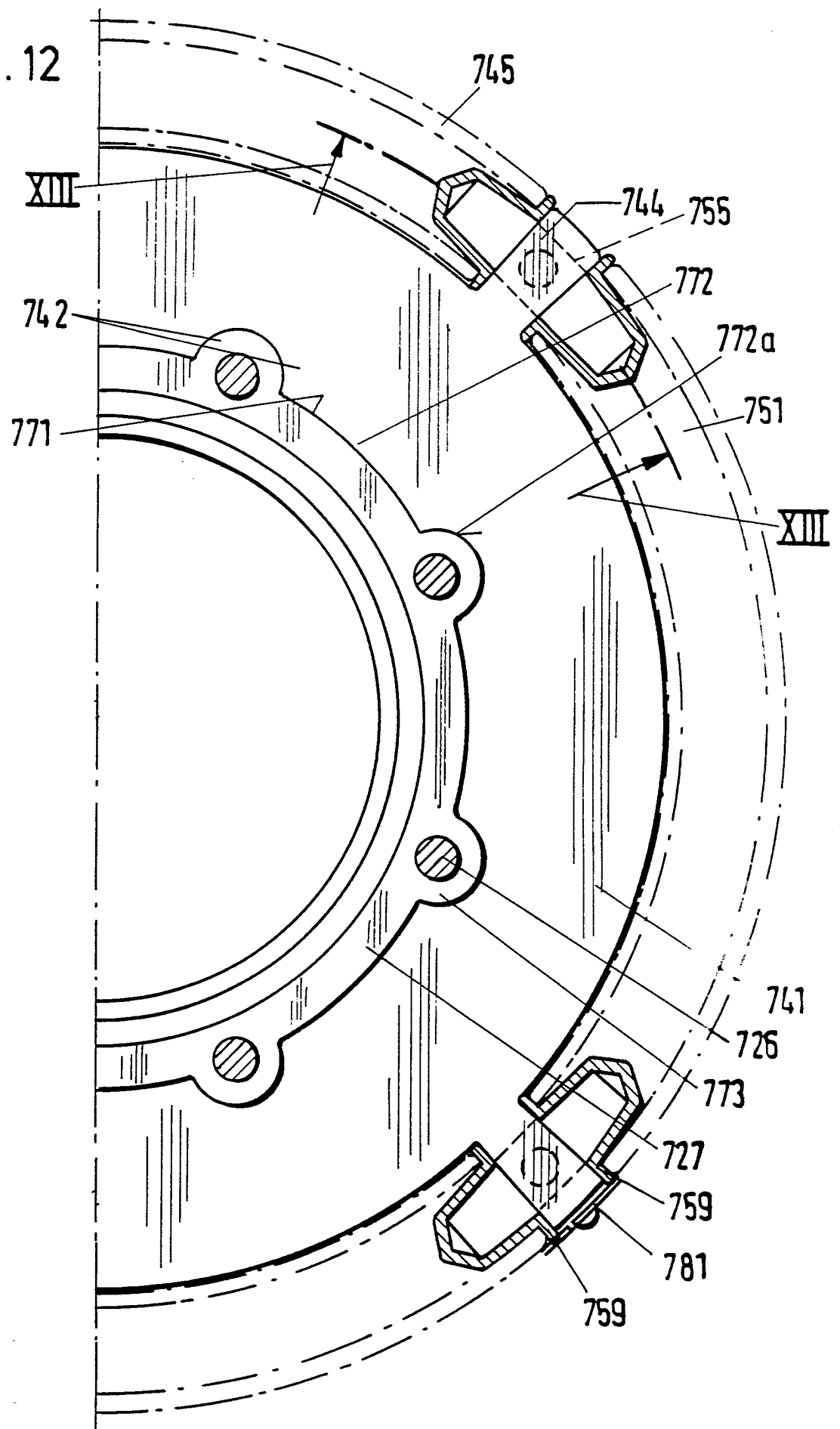


Fig. 12



731 732 755c 755d

Fig. 18 is a cross-sectional view of a device 1101. The device has a central vertical passage. At the top, there is a cap or plug 1133 with a central protrusion 1134. Below the cap, the main body of the device is shown with various internal features. A large circular opening 1131 is visible in the upper section. The body is composed of several parts, including a central shaft 1132 and a surrounding housing 1132a. The bottom of the device features a flange 1166 and a central outlet 1165. Various other components are labeled with reference numerals: 1138, 1145, 1151, 1155, 1162, and 1167.



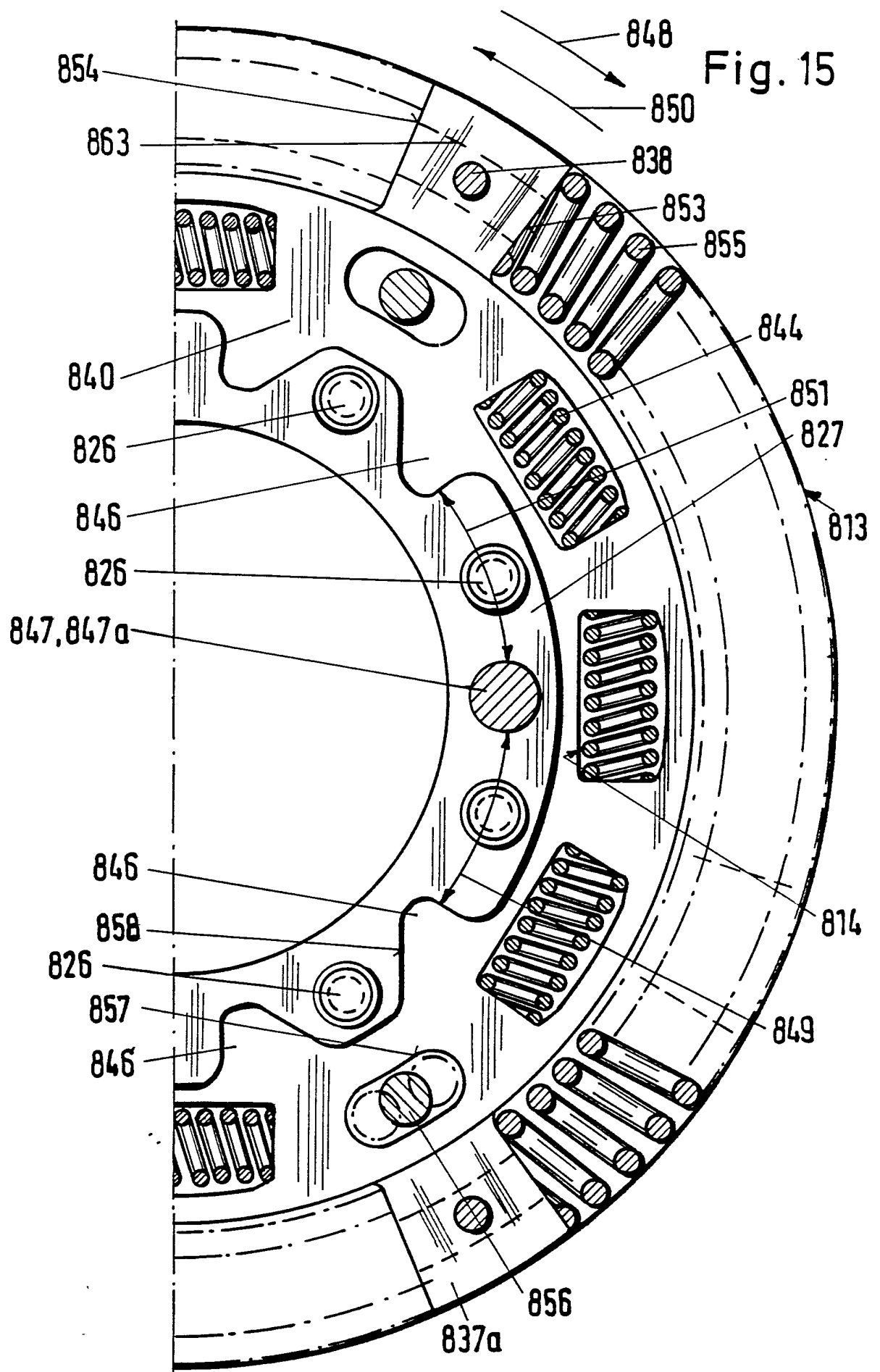


Fig. 19

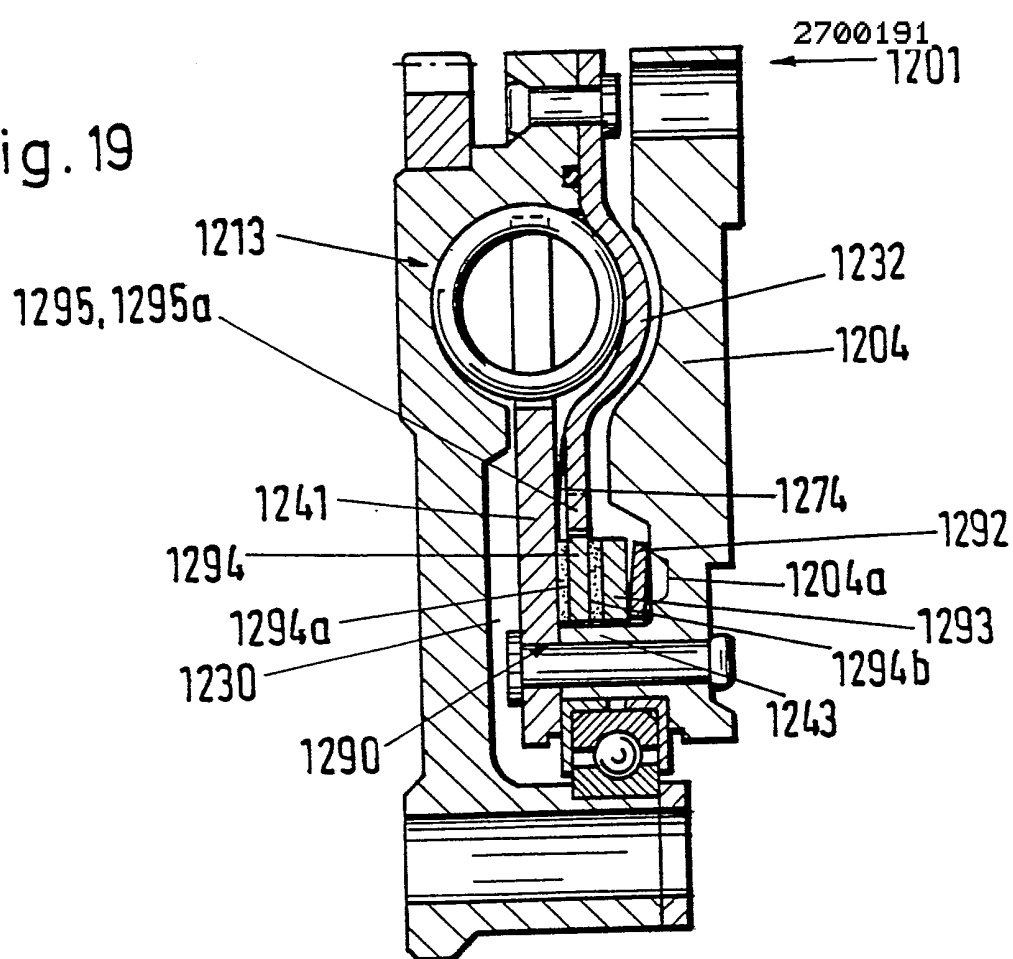


Fig. 20

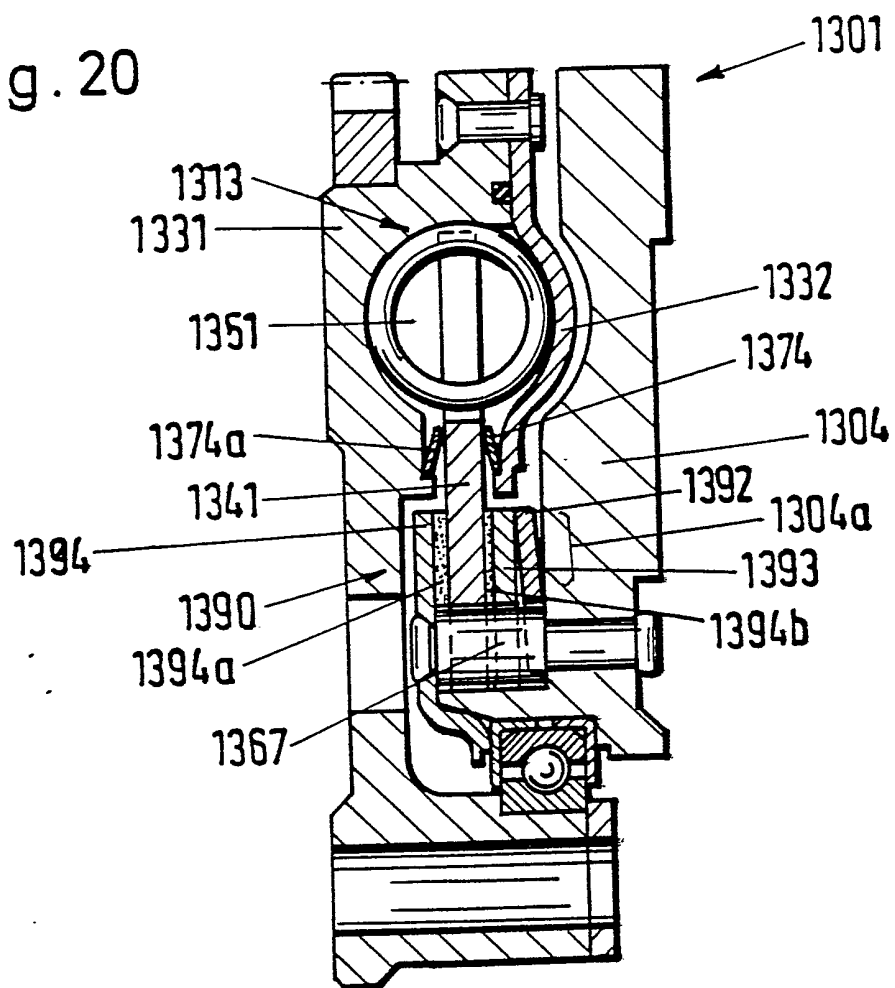


Fig.17

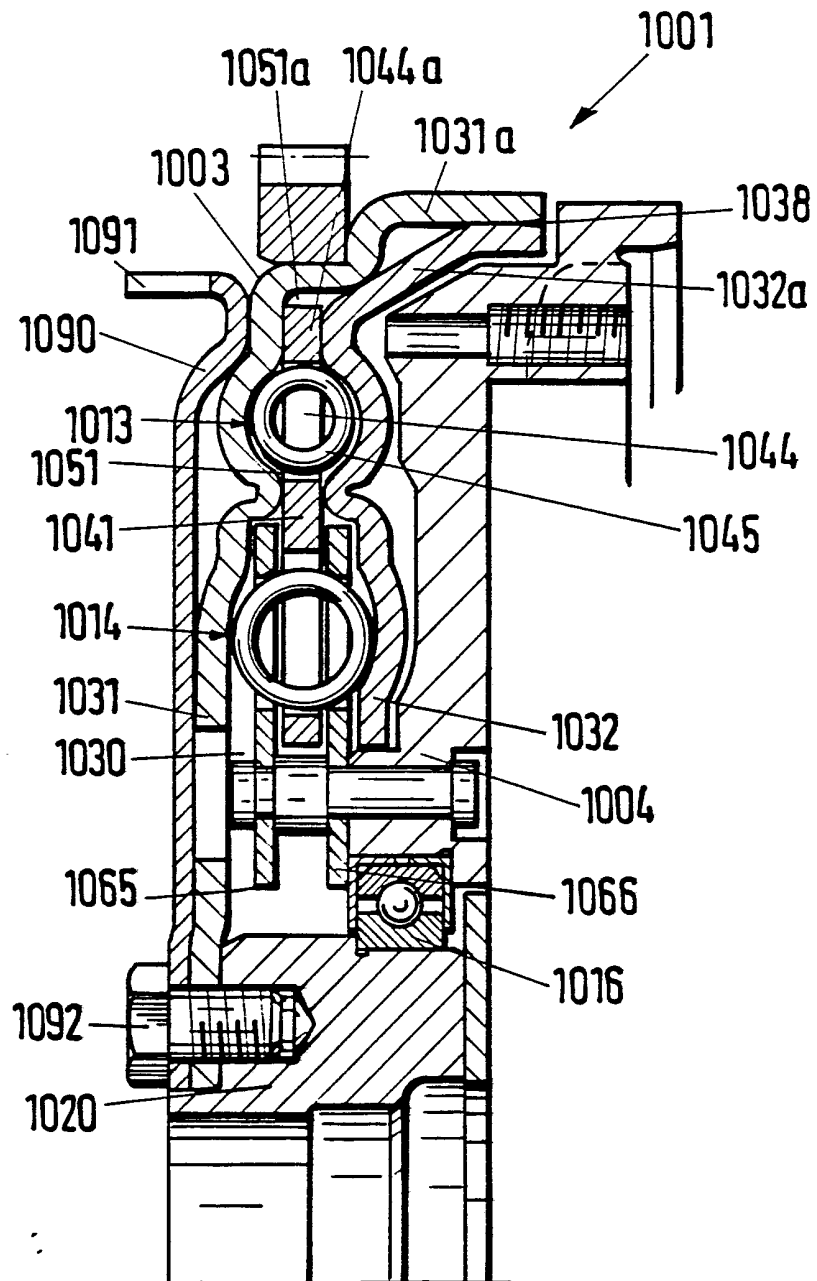


Fig. 22

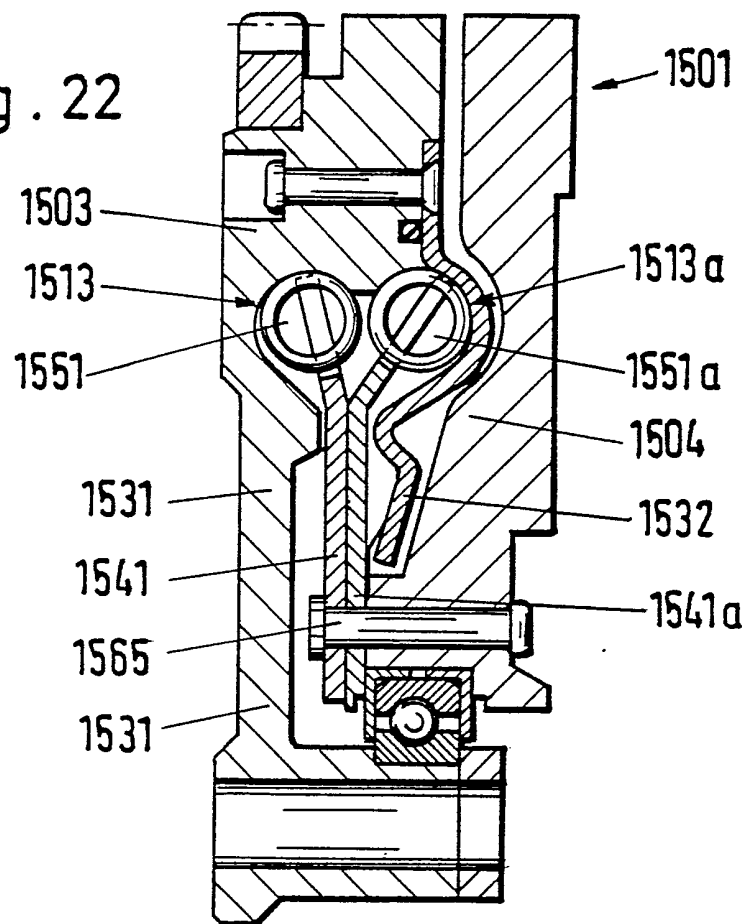


Fig. 21

