

A1

**DEMANDE
DE BREVET D'INVENTION**

(21)

N° 80 04379

(54) Perfectionnements aux dispositifs en élastomère, de forme conique ou analogue, pour relier des pièces ou ensembles en mouvement relatif.

(51) Classification internationale (Int. Cl.³). B 29 H 9/10; B 29 D 3/02; F 16 J 15/54.

(22) Date de dépôt..... 27 février 1980.

(33) (32) (31) Priorité revendiquée :

(41) Date de la mise à la disposition du
public de la demande..... B.O.P.I. — « Listes » n° 35 du 28-8-1981.

(71) Déposant : HUTCHINSON-MAPA, société anonyme, résidant en France.

(72) Invention de : Jacques Bertin.

(73) Titulaire : *Idem* (71)

(74) Mandataire : Cabinet Plasseraud,
84, rue d'Amsterdam, 75009 Paris.

Perfectionnements aux dispositifs en élastomère, de forme conique ou analogue, pour relier des pièces ou ensembles en mouvement relatif.

L'invention est relative aux dispositifs établis essentiellement en élastomère, de forme conique ou analogue (notamment à génératrice incurvée, par exemple hyperbolique ou autre), destinés à relier au moins deux pièces ou ensembles en déplacement relatif. Il s'agira notamment des joints à interposer entre un arbre ou autre surface plane ou autre en déplacement relatif par rapport à un support, plus spécialement pour assurer une étanchéité. Mais l'invention ne se limite nullement à cette application et pourrait concerner, notamment, des supports à intercaler, dans un but d'amortissement ou autre, entre deux ensembles, notamment supportés l'un par l'autre.

Elle a pour but, notamment, de faciliter les conditions opératoires, et notamment le montage des dispositifs en question.

Elle consiste, principalement, à constituer essentiellement, ces dispositifs, par au moins un ressort en hélice servant au moins partiellement d'armature à l'élastomère qui l'enrobe.

Un dispositif de ce genre possède, grâce à la présence du ressort, des propriétés de déformation élastique dans divers sens, notamment dans chaque plan radial, propriétés que l'on peut mettre à profit, d'une part, pour assurer le montage du dispositif dans son support, en particulier par compression radiale en vue de sa mise en place dans des logements appropriés et, d'autre part, notamment dans l'application aux joints d'étanchéité, pour mieux maintenir la pression de contact avec la surface mobile pour laquelle doit être réalisée l'étanchéité.

Mais les dispositifs conformes à l'invention agissent aussi par leurs possibilités de flexion et de flambage, possibilités que l'on peut mettre à profit, en particulier, dans des applications à des supports destinés à être interposés entre deux pièces ou ensembles mobiles l'un par rapport à l'autre (l'un servant par exemple de base et

de support à l'autre). On peut notamment, en définissant convenablement les caractéristiques de ces dispositifs tels que les diamètres et pas du ressort, angle du cône, épaisseur du caoutchouc, etc., réaliser une rigidité susceptible d'être convenablement réglée. C'est ainsi que, dans certaines desdites applications, telles que suspensions de machines tournantes ou d'appareillages notamment à bord d'avions ou d'autres engins, on pourrait réaliser une rigidité faible pour une certaine gamme d'efforts variables appliqués à l'un desdits ensembles, de part et d'autre d'un effort normal déterminé.

L'invention consiste, mises à part ces dispositions, en certaines autres qui s'utilisent de préférence en même temps et qui apparaîtront de façon plus détaillée dans la description ci-après.

Elle vise plus particulièrement certains modes d'applications ainsi que certaines modes de réalisation desdites dispositions ; et elle vise plus particulièrement encore, et ce à titre de produits industriels nouveaux, les dispositifs du genre en question comportant application de ces dispositions, ainsi que les éléments spéciaux propres à leur établissement et les ensembles les comprenant.

Elle pourra, de toute façon, être bien comprise à l'aide du complément de description qui suit, ainsi que des dessins ci-annexés, lesquels complément et dessins sont, bien entendu, donnés surtout à titre d'indication.

La figure 1 de ces dessins montre schématiquement en coupe axiale partielle un joint pour arbre tournant, établi conformément à l'invention ;

les figures 2 et 3 illustrent semblablement et partiellement d'autres modes de réalisation ;

la figure 4 illustre en coupe le moulage d'un dispositif conforme à l'invention ;

les figures 5 à 10 montrent semblablement, en coupe axiale partielle, des dispositifs du genre de ceux des figures 1 à 3, selon d'autres variantes de l'invention ;

la figure 11 illustre en coupe axiale un dispositif conforme à l'invention interposé, notamment comme amortisseur, entre deux parties d'un ensemble, mobiles l'une par rapport à l'autre ;

la figure 12 est une courbe de flexibilité illus-

trant le fonctionnement du dispositif de la figure 11.

Selon l'invention, et plus spécialement selon ceux de ses modes d'application, ainsi que ceux des modes de réalisation, de ses parties, auxquels il semble qu'il y ait lieu d'accorder la préférence, se proposant, par exemple, tout d'abord, d'obtenir des joints élastiques en élastomère, notamment pour surfaces tournantes, on s'y prend comme suit ou de façon analogue.

On a représenté sur la figure 1 un joint de ce genre établi selon l'un des modes de réalisation possibles, de l'invention.

Un tel joint comporte essentiellement, selon une réalisation classique, un élément d'élastomère 1, à monter autour d'un arbre 2 porté par un palier 3 ou tout support y assimilable, cet élément ayant substantiellement la forme d'un corps creux de révolution, autour d'un axe X-X, engendré par une droite ou par une courbe, notamment en forme de parabole ou d'hyperbole, et d'épaisseur convenable. On sait qu'un tel joint doit, en principe, d'une part, être fixé à une extrémité, par exemple par sa grande base en 4, au support 3, et, d'autre part, venir porter par son autre extrémité, par exemple par sa petite base en 5, contre l'arbre ou autre surface tournante ou coulissante, notamment un arbre 2 établi suivant l'axe X-X, pour assurer l'étanchéité.

Dans les solutions classiques, la fixation en 4 est assurée par une armature faisant corps avec l'élastomère et fixée sur le support ou palier 3, tandis que la force tendant à maintenir le contact avec l'arbre 2 en 5 est assurée le plus souvent par un ressort à boudin monté extérieurement autour de l'extrémité, convenablement formée, du corps creux 1.

On prévoit, conformément à l'invention, l'insertion préalable, dans le corps d'élastomère 1, d'une armature s'étendant de préférence tout le long dudit corps, et constituée par au moins un ressort en hélice 6, qui se trouve donc, après moulage et vulcanisation, enrobé dans l'élastomère.

La présence de ce ressort 6 assure à l'ensemble une bonne déformabilité élastique dans les divers sens, tant

axial que transversal, c'est-à-dire radial.

Les possibilités de déformation élastique radiale sont mises à profit dans le cas d'un arbre tel que 2 :

- d'une part, pour assurer aisément la mise en place 5 du joint dans son support 3,
- et d'autre part, pour maintenir le contact élastique en 5 sur la surface tournante, par exemple l'arbre 2.

La mise en place pourra se faire par exemple en prévoyant dans le support 3 un logement 7 (figures 1 et 2), dans 10 lequel on pourra venir introduire un bourrelet de forme convenable 8 ménagé à la base correspondante du joint 1. Ce logement 7 peut par exemple se présenter au fond d'une cavité correspondante du support 3 (figure 1) ou simplement consister en une rainure (figure 2) ménagée sur une face interne 9 du 15 support 3 (rainure analogue à celles destinées à recevoir par exemple dans la pratique courante des bagues de fixation ou circlips).

Pour ladite mise en place, il suffira donc de prendre le joint, d'exercer sur la base considérée - ici la grande 20 base - un serrage tendant à diminuer son diamètre, pour l'adapter à celui de l'ouverture correspondante 9 du support 3, puis de l'introduire jusqu'à ce que le bourrelet 8 arrive au logement 7 et y pénètre. Il y demeure alors du fait de la décompression partielle dudit bourrelet et de la réaction 25 importante qui continue à s'exercer sur les surfaces en regard, par la présence du ressort.

Quant au maintien du contact entre l'extrémité 5 et l'arbre 2 ou autre, il a lieu du fait que le diamètre de la lèvre de contact 10, attenante à cette base 5, est fait, lors 30 du moulage, convenablement inférieur à celui de l'arbre 2, la mise en place de celui-ci ayant donc pour effet de tendre le dispositif 1 vers l'extérieur et de maintenir cette tension sous l'effet du ressort 6.

Il est entendu d'ailleurs que, dans ce qui précède et 35 dans ce qui va suivre, les fonctions de la grande base et de la petite base peuvent être inversées, et qu'en outre, le contact des lèvres d'étanchéité peut se faire non seulement sur des arbres ou autres surfaces cylindriques, mais également sur des surfaces planes ou autres en rotation ou coulissantes.

C'est ainsi qu'à titre d'exemple, la figure 3, qui a été divisée en deux parties A et B, montre, dans la partie A, l'étanchéité obtenue entre une surface plane rotative ou coulissante 11 sur laquelle appuie une lèvre 12 prévue sur la grande base du dispositif 1, tandis que la partie B montre le contact avec une surface plane rotative ou coulissante 13, d'une lèvre 14 sur la petite base, les deux solutions pouvant éventuellement coexister dans un même ensemble.

Dans cette application (figure 3), c'est-à-dire à des ensembles pour lesquels l'étanchéité est réalisée sur des surfaces se présentant radialement par rapport à l'axe X-X du dispositif conforme à l'invention, la pression de contact p, sur la surface à étancher, au lieu de se présenter dans le sens radial comme sur les figures 1 et 2 (auquel cas, comme on l'a dit, elle est engendrée principalement par les possibilités de déformation élastique radiale du corps 1 armaturé par le ressort 6), est ici principalement engendrée par les possibilités de déformation élastique dudit corps suivant le sens de son axe X-X et disposée parallèlement à cet axe, lesdites possibilités étant dues principalement à la déformabilité du ressort 6 suivant ledit axe et aussi au flambage des portions d'élastomère séparant les spires dudit ressort.

Il doit être entendu aussi que, à partir des exemples décrits, on peut imaginer toutes autres applications, dans lesquelles notamment les éléments mobiles pourront être rendus fixes et inversement, l'invention s'appliquant évidemment à des joints mobiles.

L'invention s'appliquerait donc également à des joints tournants, en profitant du fait que la présence du ressort comme armature tendra à s'opposer aux efforts de la force centrifuge.

En ce qui concerne la fabrication par moulage des joints conformes à l'invention, on pourra utiliser tous procédés connus. Sur la figure 4, on a illustré un mode de réalisation qui permet d'obtenir aisément plusieurs modes de réalisation à partir d'un même élément de base dont on modifie, après moulage, les extrémités par une simple opération de tranchage ou de rectification, en fonction du mode de

fonctionnement choisi.

On voit sur cette figure 4 que dans un moule approprié en au moins deux parties, schématisé seulement par une section selon un contour a,b,c,d,e,f,g,h, délimitant le volume à remplir par l'élastomère, on réalise par moulage, après mise en place du ressort 6, un corps de révolution en élastomère comprenant essentiellement le corps proprement dit 1, et, à ses extrémités, deux bases aplaties 15 et 16, à partir desquelles, après démoulage, on pourra réaliser par tranchage ou rectification, selon le cas, et des profils appropriés tels que ceux représentés en pointillés en 17 et 18, soit des bourrelets de fixation tels que ceux des figures 1 et 2, soit des lèvres d'étanchéité, telles que 10, 12, 14 (figures 1 à 3) suivant l'application prévue.

Il conviendra, lors de l'opération de moulage de l'élastomère dans un moule tel que celui de la figure 4, de prévoir des moyens pour soutenir provisoirement le ressort 6 pendant ledit moulage, afin d'éviter sa déformation sous l'effet de la pression ou pour d'autres raisons. Ces moyens peuvent être constitués par exemple en de petits éléments de soutien répartis sur la surface en regard d'une des faces du moule (par exemple celle représentée en e,f,g,h, sur la figure 4). Ces éléments de support du ressort sortiront automatiquement après moulage en étant entraînés par le moule lors de l'ouverture de celui-ci et/ou laisseront dans la pièce moulée de petits espaces vides qui ne seront pas gênants. Tous autres moyens pourront être prévus dans le même but.

Les ressorts tels que 6 pourront être de section serrée, rectangulaire, circulaire, elliptique ou autre ; ils pourront être soumis, pendant le moulage de l'élastomère, à une tension ou une compression. Ils peuvent être en acier ou en d'autres matériaux à conductibilité thermique élevée. Mais ils pourraient être aussi en matière plastique, par exemple polyamide ou polyimide.

L'épaisseur de l'élastomère de la membrane 1 peut être soit sensiblement constante, comme représenté, soit

variable entre les deux bases, selon toute loi appropriée.

Les figures 5 à 10 illustrent quelques modes de réalisation particuliers.

La figure 5 illustre une fixation par ergot 23 sur le support tel que 3 figure 1.

La figure 6 illustre le cas de joints à double étanchéité, comprenant deux cônes 1 opposés l'un à l'autre, se réunissant par leur grande base, où se trouve par exemple le bourrelet 8 de fixation sur le support 3. On pourrait semblablement établir deux cônes se réunissant par leurs petites bases, avec deux lèvres d'étanchéité respectivement sur les grandes bases.

La figure 7 montre qu'éventuellement le ressort hélicoïdal 6 pourrait ne pas être continu, mais être limité en deux éléments respectivement à proximité de la petite base et de la grande base du cône.

Il est à noter aussi que, dans les divers modes de réalisation, on pourrait utiliser, à la place d'un seul ressort, deux ressorts ou davantage convenablement combinés, de même diamètre ou de diamètres différents.

La figure 8 montre, dans l'application à l'étanchéité contre une surface plane mobile telle que 11 (cas de la figure 3A ou 3B), l'utilisation pour l'étanchéité, d'un grain de frottement, tel que 19 convenablement supporté par la base correspondante du joint, ici la petite base. A titre de variante, on a supposé, sur cette figure, que la grande base venait se loger, ici, dans un logement 7 du support 3, l'extrémité 8₁ de ladite base étant de forme appropriée à ce logement. Dans ce cas également, ce sont les forces d'extension ou de compression, des bases du joint, qui assurent le montage, tant du grain 19 dans ledit joint, que de ce dernier dans le logement 7.

La figure 9 montre que le joint conforme à l'invention peut aussi comporter éventuellement une armature 20 comme les joints connus, voire également un ressort extérieur tel qu'indiqué en pointillé en 21.

Enfin, la figure 10 montre que les joints en question peuvent comporter des lèvres multiples telles que 10₁ 10₂

10₃, par exemple deux de ces lèvres 10₁ 10₂ coopérant avec une surface plane mobile telle que 11, tandis qu'une autre 10₃ est supposée coopérer avec la face inclinée 22 d'un arbre 2.

5 Dans ce qui précède, on a envisagé l'application à des joints destinés plus spécialement à assurer une étanchéité vis-à-vis de surfaces en déplacement relatif.

Mais on peut imaginer toutes autres applications pour lesquelles les dispositifs conformes à l'invention sont in-
10 terposés entre au moins deux éléments d'un ensemble, éléments dont l'un est susceptible de subir certains déplacements, notamment sous l'effet de vibrations ou autres forces alternatives, par rapport à l'autre, en particulier de réaliser un amortissement.

15 C'est ainsi qu'on a prévu sur la figure 11, pour fixer les idées, l'insertion d'un dispositif conforme à l'invention, d'axe X-X, entre deux corps C₁ et C₂, dont l'un C₁ est par exemple fixe tandis que l'autre, par exemple encore supporté par le premier avec insertion dudit dispositif, est
20 soumis à des forces F suivant l'axe X-X de ce dernier (et éventuellement à des forces latérales F₁).

Ici également, les extrémités 4 et 5 du dispositif seront fixées dans des logements appropriés 7 et 7₁ respectivement prévus sur les deux corps C₁ et C₂ (dans ce
25 dernier, avec insertion par exemple d'une sorte de cale 23).

Grâce à un tel dispositif, on aura la possibilité, par un choix particulier du module et de l'épaisseur de l'élastomère variable ou non, ainsi que des caractéristi-
30 ques du ou des ressorts, tels que diamètre, pas variable ou non, angle du cône, etc., d'obtenir une courbe de flexibilité à rigidité très faible pour des variations de la charge à supporter, autour d'une valeur nominale F à supporter. Cette courbe peut s'obtenir grâce au choix des
35 caractéristiques et à la possibilité de flambage de l'élastomère entre les spirales du ressort.

Le double travail de flexion et de flambage permet par exemple de réaliser une courbe telle que celle de la

figure 12, où l'on a porté en abscisses les flèches f du support élastique et en ordonnées les charges F , la zone utile étant la zone a b , correspondant à la portion de courbe entre a_1 et b_1 .

5 Ces conditions peuvent être réalisées en classant de façon convenable les divers facteurs. Avantageusement, l'épaisseur e de la membrane, au moins entre les spires du ressort 6, sera choisie de l'ordre de grandeur du diamètre dudit ressort, l'enrobage donnant lieu, comme visi-
10 ble sur la figure 11, à une surface intérieure ondulée.

Voici un exemple expérimental correspondant à une charge M dont la valeur moyenne F est de l'ordre de 10kg .

- Diamètre D_1 à la grande base de l'amortisseur : 52,0 mm
- Diamètre D_2 à la petite base de l'amortisseur : 22,5 mm
- 15 - Angle A du cône : 40°
- Distance entre les spires du ressort : 5,5 mm
- Epaisseur de la membrane 1 : du même ordre de grandeur que le diamètre des spires du ressort.
- Dureté du caoutchouc voisine de 40.

20 Dans cet exemple, ce sont les spires médianes (ici au nombre de 2,5 à 3) qui assurent le maintien d'une très faible rigidité, en combinaison avec la déformation du caoutchouc, rigidité qui se maintient peu variable dans les zones a_1 b_1 de la courbe. La rigidité peut être de
25 l'ordre de 10^4N/m (Newton par mètre) et la fréquence propre à l'ensemble d'une valeur de l'ordre de 5 hertz. On obtient donc un amortissement certain pour toutes les autres fréquences.

D'une façon générale, on peut dire que la portion
30 de courbe a_1 b_1 , correspondant à la zone de faible rigidité, est presque assimilable à une droite d'angle α (celle en pointillé sur la figure 12) qui représenterait la rigidité du ressort 6 considéré à lui seul. Mais la présence du caoutchouc, notamment aux extrémités, permet
35 d'obtenir la courbe O a_1 a_2 m assurant la limite des déformations de l'ensemble à une zone déterminée (zone a b).

Ces résultats peuvent être transposés dans de

nombreux domaines d'application. En particulier, on peut envisager l'obtention de bons supports amortisseurs pour des machines tournantes ou des appareillages, notamment sur avions et autres engins de transport.

5 Il est entendu que, dans chaque cas, on agira sur les divers facteurs susvisés pour obtenir la faible rigidité requise; en particulier, l'épaisseur du caoutchouc pourrait être rendue variable entre la petite et la grande base.

10 En suite de quoi, et quel que soit le mode de réalisation adopté, on peut réaliser des dispositifs élastiques dont le fonctionnement ressort suffisamment de ce qui précède pour qu'il soit inutile d'insister à son sujet, et qui présentent, par rapport à ceux du genre en question déjà existants, de nombreux avantages, notamment :

15 - celui de simplifier les opérations de montage, grâce aux possibilités de déformation élastique contrôlées, dues à la forme du ressort,

20 - celui de supprimer, grâce encore à la pression de ce ressort, les problèmes de dilatation de l'élastomère, en particulier dans le cas où l'on utilise des silicones,

 - celui, dans le cas de joints soumis à une pression de la part du liquide à étancher, de mieux résister à la déformation sous l'effet de cette pression, le ressort s'y opposant,

25 - celui de permettre une fabrication aisée et toujours reproductible dans les mêmes conditions standard,

 - celui, dans le cas de joints tournants, de permettre de résister aux effets de la force centrifuge grâce à la réaction exercée par le ressort,

30 - et celui de se prêter à des applications particulières, telles que les applications à des supports amortisseurs.

35 Comme il va de soi, et comme il résulte d'ailleurs déjà de ce qui précède, l'invention ne se limite nullement à ceux de ses modes d'application et de réalisation qui ont été plus spécialement envisagés ; elle en embrasse, au contraire, toutes les variantes.

REVENDICATIONS

1. Dispositif en élastomère, comprenant essentiellement un corps de révolution en élastomère, engendré autour d'un axe X-X par un profil rectiligne ou incurvé, à interposer
5 entre deux pièces ou ensembles en mouvement relatif, caractérisé par le fait que le corps de révolution est combiné avec au moins un ressort en hélice servant d'armature sur au moins la majeure partie du dispositif entre ses deux bases, et enrobé dans l'élastomère.

10 2. Dispositif, plus spécialement joint d'étanchéité, selon la revendication 1, caractérisé par le fait que sa déformabilité élastique relative, conditionnée par la présence du ressort, est mise à profit pour assurer le montage d'une des bases dudit corps à l'intérieur d'au moins un logement
15 comporté par un support, ladite base comportant à cet effet une sorte de bourrelet annulaire susceptible d'être introduit dans le logement correspondant par une déformation radiale qui est ensuite partiellement relâchée.

3. Dispositif, plus spécialement joint d'étanchéité,
20 selon la revendication 1, caractérisé par le fait que sa déformabilité élastique relative, conditionnée par la présence du ressort, est mise à profit pour assurer l'existence et le maintien d'une pression contre une surface en déplacement relatif.

25 4. Dispositif selon la revendication 3, caractérisé par le fait que l'étanchéité se fait sur la surface d'un arbre d'axe confondu substantiellement avec celui du dispositif, la pression de contact étant transversale audit axe (figures 1 et 2).

30 5. Dispositif selon la revendication 3, caractérisé par le fait que l'étanchéité se fait sur une surface rotative ou en glissement relatif dans un sens transversal à l'axe du dispositif, la pression de contact étant elle-même parallèle ou oblique à cet axe (figure 3).

35 6. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé par le fait que la fixation d'une de ses bases sur un support correspondant se fait avec l'addition d'ergots ou semblables (figure 5).

7. Dispositif selon l'une quelconque des revendications

précédentes, caractérisé par le fait qu'il comporte deux cônes ou semblables réunis par une base commune où peut s'effectuer la liaison avec un support ou palier (figure 6).

5 8. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, plus généralement selon la revendication 5, caractérisé par le fait que la pression de contact s'établit à l'aide d'un grain intermédiaire de contact, dont le montage à la base correspondant au dispositif est réa-
10 lisé de préférence grâce à une pression de contact obtenue à partir du ressort (figure 8).

 9. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, caractérisé par le fait que le ressort est séparé en au moins deux parties, par exemple aux deux
15 bases respectives du dispositif.

 10. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, caractérisé par le fait que le ressort est à pas fixe ou au contraire au moins partiellement à pas variable.

20 11. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, caractérisé par le fait que l'épaisseur du caoutchouc est variable entre les deux bases du dispositif.

 12. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé par le fait que ce dispositif est moulé de façon à donner lieu à un élément type,
25 avec aux deux bases des sortes de couronnes que l'on peut ensuite modeler, par tranchage ou rectification, pour leur donner les formes correspondant aux utilisations spéciales envisagées (figure 4).

30 13. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé par le fait que le ressort est soumis à une précontrainte de tension ou de compression lors du moulage.

 14. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé par le fait que le ressort
35 est supporté, pendant le moulage, par des éléments de support attenants à la surface correspondante du moule.

 15. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé

par le fait qu'il est interposé entre deux ensembles reliés respectivement à ses deux bases grande et petite, l'un des deux ensembles étant soumis à des forces variables, notamment la pesanteur, et ledit dispositif étant utilisé en
5 particulier comme amortisseur, en opposant, selon son axe X-X, une réaction résultant principalement de la compression et de la flexion de l'ensemble de son corps élastique et du ressort, ainsi que du flambage des éléments d'élastomère séparant les spires du ressort.

10 16. Dispositif selon la revendication 15, caractérisé par le fait que, par un choix approprié de ses caractéristiques (diamètre et pas du ressort, angle du cône, épaisseur et module de l'élastomère), on fait en sorte que
15 la rigidité de l'ensemble, c'est-à-dire le rapport entre la force appliquée F et la flèche du dispositif, demeure faible pour les valeurs normales de F, c'est-à-dire qu'une variation de F autour de cette valeur normale entraîne des variations importantes de la flèche f.

20 17. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 15 et 16, caractérisé par le fait qu'il est appliqué à la suspension de machines ou d'appareils, notamment sur avions ou autres engins de transport.

FIG.1.

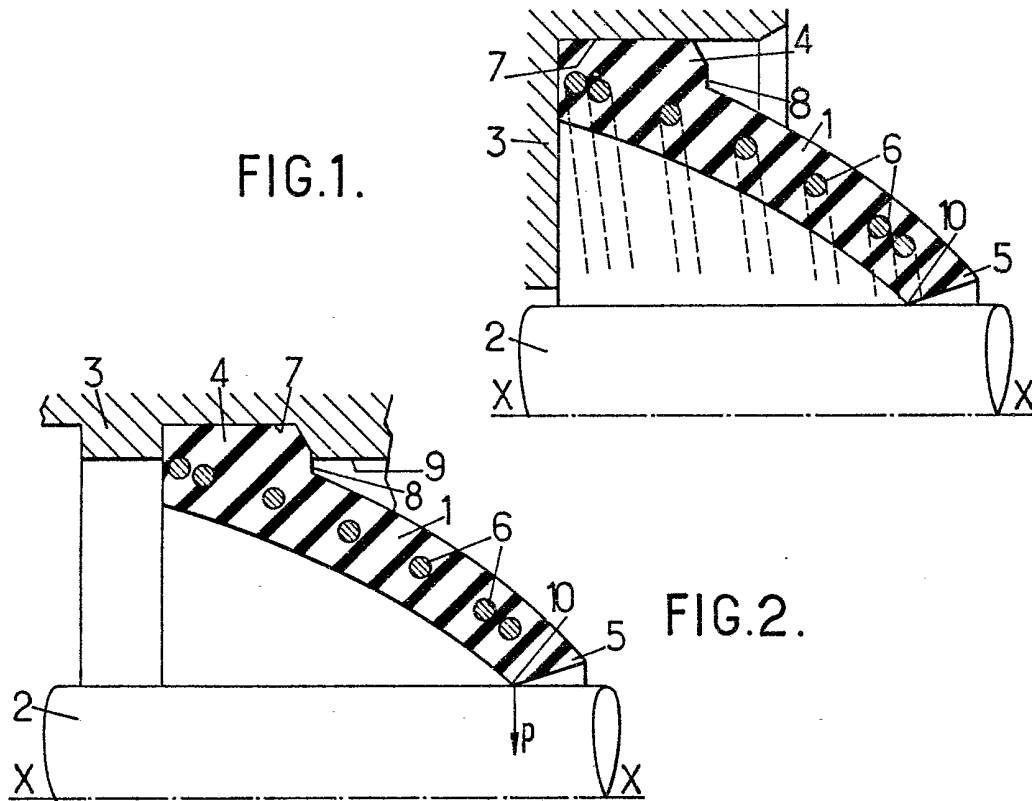


FIG.2.

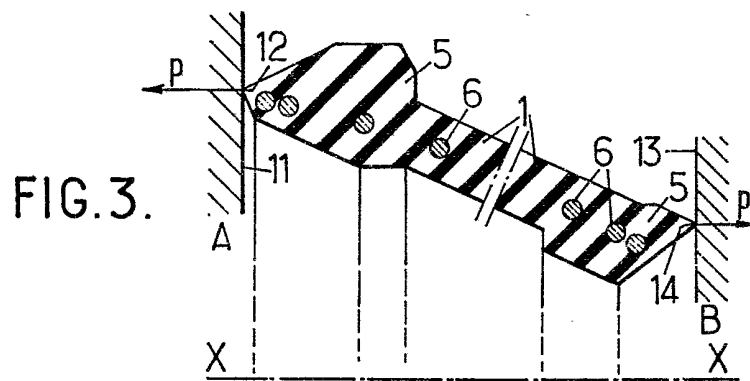


FIG.3.

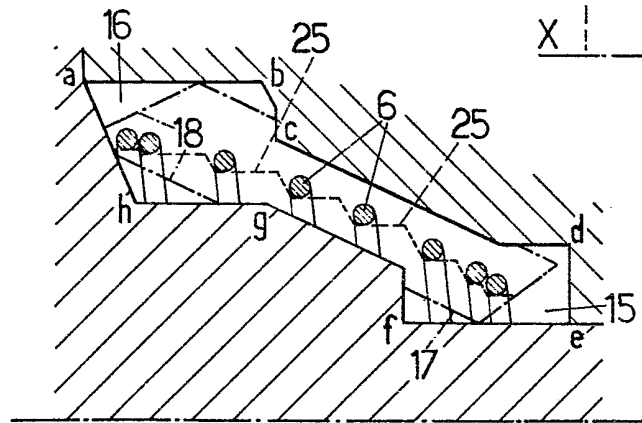


FIG.4.

FIG.5.

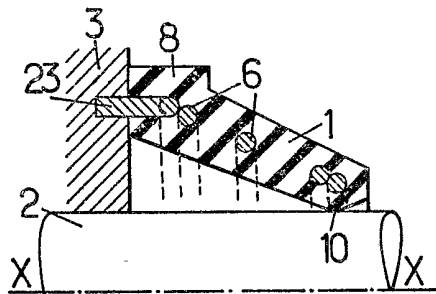


FIG.6.

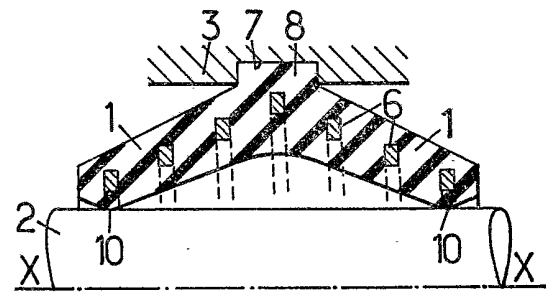


FIG.7.

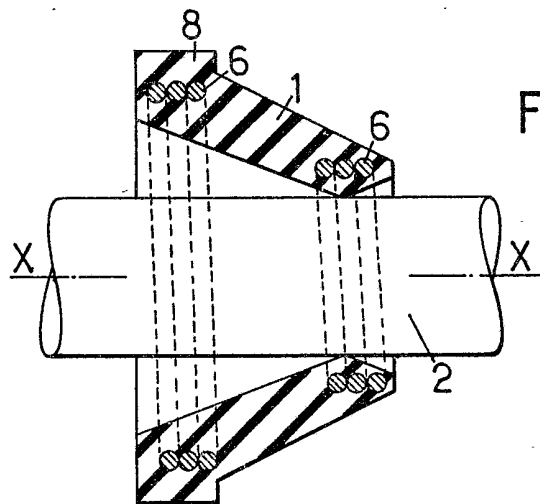


FIG.9.

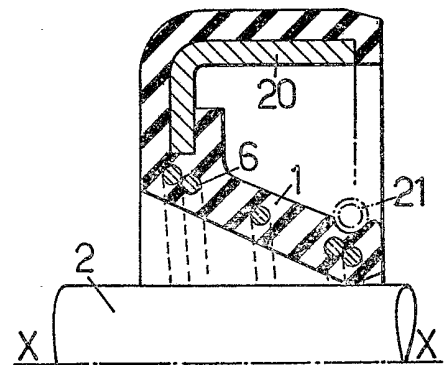


FIG.8.

