

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE  
PARIS

①1 N° de publication :  
(à utiliser que pour les  
commandes de reproduction)

**2 596 128**

②1 N° d'enregistrement national :

**86 03999**

⑤1 Int Cl<sup>4</sup> : F 16 H 25/22; B 25 J 17/02.

①2

## DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②2 Date de dépôt : 20 mars 1986.

③0 Priorité :

④3 Date de la mise à disposition du public de la  
demande : BOPI « Brevets » n° 39 du 25 septembre 1987.

⑥0 Références à d'autres documents nationaux appa-  
rentés :

⑦1 Demandeur(s) : SOCIETE D'APPLICATIONS GENERALES  
D'ELECTRICITE ET DE MECANIQUE SAGEM, société  
anonyme. — FR.

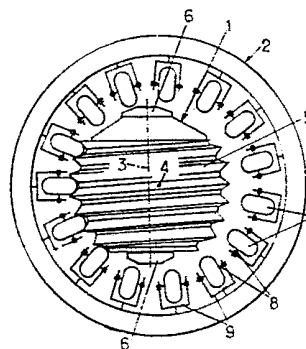
⑦2 Inventeur(s) : Olivier Ruas, Jean-Paul Yonnet et Rémy  
Letscher.

⑦3 Titulaire(s) :

⑦4 Mandataire(s) : Cabinet Plasseraud.

⑤4 Dispositif de transmission d'un mouvement de rotation du type réducteur de vitesse et articulation motorisée en  
faisant application.

⑤7 L'invention concerne un dispositif de transmission de  
mouvement de rotation du type réducteur de vitesse compor-  
tant une couronne 7 à denture intérieure 7 et un organe  
tournant 1 en forme de tonneau à filetage hélicoïdal disposé à  
l'intérieur de la couronne dentée 2 de manière à engrener avec  
celle-ci, les axes de rotation de la couronne 2 et de l'organe  
tournant 1 étant orthogonaux et non concourants.



FR 2 596 128 - A1

Dispositif de transmission d'un mouvement de rotation du type réducteur de vitesse et articulation motorisée en faisant application.

5           La présente invention concerne des perfectionnements apportés aux dispositifs de transmission de mouvement du type à réduction de la vitesse de rotation et, plus particulièrement, elle concerne les dispositifs du type à vis sans fin comportant un premier organe tournant qui est muni d'un filetage sans fin s'enroulant  
10           autour de l'axe de rotation dudit premier organe tournant et qui engrène avec la denture d'un second organe tournant en forme d'engrenage dont l'axe de rotation est sensiblement perpendiculaire à l'axe de rotation du  
15           premier organe tournant. L'invention concerne également une articulation motorisée mettant en oeuvre un dispositif de transmission de mouvement perfectionné.

          Dans les transmissions de mouvement à vis sans fin habituellement réalisées, la vis sans fin est constituée sous forme d'un organe allongé disposé à l'extérieur de l'engrenage et sensiblement tangentielllement à celui-ci, l'engrenage étant muni d'une denture extérieure. Un tel agencement se révèle relativement encombrant du fait de la position extérieure (par rapport à l'engrenage) de la vis sans fin.  
20           25

          L'invention a essentiellement pour but de proposer une transmission à vis sans fin qui conserve les propriétés démultiplicatrices avantageuses des agencements connus, tout en abandonnant leur encombrement excessif.  
30

          A ces fins, un dispositif de transmission de mouvement conforme à l'invention se caractérise :

          - en ce que le second organe tournant est un engrenage en forme de couronne ou analogue à denture intérieure.  
35

- en ce que le premier organe tournant possède une surface convexe en forme de tonneau ou analogue avec un contour convexe en arc de cercle dont le rayon de courbure correspond à celui de la surface intérieure de la couronne dentée et supportant extérieurement le filetage sans fin (vis sans fin en tonneau),

- en ce que la vis sans fin en tonneau est située intérieurement à la couronne dentée de manière à engrener avec celle-ci, les deux axes de rotation respectifs de la couronne dentée et de la vis sans fin en tonneau n'étant pas concourants, et

- en ce que le filet sans fin porté par la vis sans fin en tonneau présente une inclinaison d'hélice variable depuis le milieu de la vis sans fin (inclinaison minimale) jusqu'aux extrémités de la vis sans fin (inclinaisons maximales).

Un tel dispositif de transmission de mouvement est donc réalisable sous une forme compacte, car sa plus grande dimension correspond sensiblement au diamètre de la couronne dentée, alors que dans les transmissions à vis sans fin extérieure classiques la plus grande dimension correspond sensiblement à la somme des diamètres de la couronne dentée et de la vis sans fin.

En outre, un tel dispositif présente les mêmes avantages que les transmissions à vis sans fin du type globique, avec une coopération simultanée de plusieurs filets du filetage sans fin et de plusieurs éléments de denture de la couronne dentée qui autorise la transmission d'efforts plus importants.

Dans un mode de réalisation préféré, agencé pour réduire au minimum les frottements, on prévoit que la denture de la couronne est constituée par un ensemble d'éléments roulants répartis circonférentiellement sur la couronne ; ces éléments roulants peuvent être des galets montés fou en rotation sur un axe et s'étendant approximativement radialement.

De façon avantageuse, le support de l'axe de chaque galet est monté sur la couronne de manière à pouvoir pivoter sur lui-même, ce qui permet aux galets de suivre au mieux le profil du filetage sans fin et de participer avec une efficacité maximale à la transmission des efforts entre la vis sans fin et la couronne. Il en résulte une meilleure répartition des efforts entre les différents galets qui coopèrent simultanément avec le filetage sans fin.

Toujours dans le but de réduire au maximum les frottements entre les pièces coopérantes en mouvement relatif, il peut être prévu que chaque galet comprenne deux disques ou demi-galets coaxiaux, de sensiblement même diamètre et assemblés de manière à pouvoir tourner fous, indépendamment l'un de l'autre, sur leur axe commun de rotation. Grâce à cet agencement, du fait que les deux points de contact d'un galet avec les deux parois de la gorge du filetage sont situés sur des rayons différents, les deux demi-galets correspondants peuvent tourner à des vitesses de rotation différentes qui correspondent exactement aux vitesses relatives de déplacement du galet par rapport aux deux parois en question, sans qu'il en résulte un quelconque glissement du galet sur l'une au moins de ces parois. L'interposition de roulements entre l'axe et les demi-galets d'une part, et entre les deux demi-galets d'autre part, contribue à réduire les frottements.

Dans un mode de réalisation particulièrement compact, la vis sans fin en tonneau est l'organe entraînant, la couronne dentée étant entraînée, et la vis sans fin en tonneau renferme le générateur de mouvement de rotation. Dans ce cas, il est bien entendu avantageux, compte tenu de la facilité d'établir un câblage avec l'extérieur, que le générateur de mouvement de rotation soit un moteur électrique à stator intérieur solidaire

d'un arbre fixe et à rotor extérieur conformé extérieurement en tonneau et apte à tourner autour dudit arbre fixe. Dans un agencement intéressant car simple à mettre en oeuvre, l'arbre fixe est supporté par deux bras fixes et ces deux bras fixes sont agencés, ou bien le bâti auquel appartiennent ces deux bras est agencé de manière à supporter à rotation la couronne dentée, les fils électriques d'alimentation du moteur électrique passant par au moins l'un de ces bras.

Grâce aux dispositions conformes à l'invention qui viennent d'être exposées, il est facile de réaliser un dispositif de transmission de mouvement de rotation, à démultiplication de la vitesse de rotation, qui soit de structure moins encombrante que les transmissions à vis sans fin classiques, qui présente les avantages des transmissions à vis sans fin du type globique et enfin qui se prête sans difficultés à une intégration des moyens moteurs d'entraînement de la vis sans fin en tonneau, en particulier lorsque ces moyens moteurs sont électriques, à l'intérieur même de la vis sans fin en tonneau. D'où la possibilité de réaliser un dispositif de transmission de mouvement motoréducteur particulièrement compact.

Un tel dispositif motoréducteur, en raison même de sa structure et de sa compacité, se prête particulièrement à la réalisation, selon un second aspect de l'invention, d'une articulation motorisée, notamment d'une articulation motorisée entre deux parties mutuellement mobiles d'un bras de machine automatique ou de robot industriel.

L'invention sera mieux comprise à la lecture de la description détaillée qui suit d'un mode de réalisation préféré donné uniquement à titre d'exemple non limitatif ; dans cette description on se réfère aux dessins annexés sur lesquels :

- la figure 1 est une vue de face, très schématique, d'un dispositif de transmission de mouvement agencé conformément à l'invention,

5 - la figure 2 est une vue en coupe schématique, à plus grande échelle, d'un organe composant du dispositif de la figure 1,

- la figure 3 est une vue en coupe, à encore plus grande échelle, d'une des pièces de l'organe de la figure 2, et

10 - la figure 4 est une vue schématique, en coupe, d'un motoréducteur électrique agencé conformément à l'invention, le dispositif de transmission de mouvement étant montré de côté par rapport à la vue de la figure 1.

15 En se référant tout d'abord à la figure 1, le dispositif de transmission de mouvement de rotation conforme à l'invention comprend essentiellement un organe 1 muni d'un filetage sans fin et une couronne 2 à denture interne engrenant avec l'organe 1.

20 L'organe 1 est un corps bombé de révolution présentant approximativement la forme d'un tonneau (ci-après dénommé "vis sans fin en tonneau") dont le contour bombé est circulaire et présente sensiblement la même courbure que la courbure intérieure de la couronne 2. Le  
25 diamètre de la vis sans fin en tonneau 1 est sensiblement inférieur au diamètre intérieur de la couronne 2 et, afin que la vis sans fin engrène avec la couronne 2, l'axe 3 de la vis sans fin en tonneau 1 est décalé (vers la gauche sur la figure 1) par rapport à l'axe 4 de la  
30 couronne 2, lesquels axes 3 et 4 ne sont donc pas concourants et sont sensiblement orthogonaux l'un à l'autre.

Sur la surface externe du tonneau est usiné un filelet ou une gorge 5 dont le pas angulaire est constant  
35 par rapport au centre de courbure de la surface externe du tonneau. Autrement dit, un point guidé dans un plan

vertical, qui demeure en contact avec le filet lorsque le tonneau tourne autour de son axe 3 avec une vitesse angulaire de rotation constante, se déplace dans un plan vertical à une vitesse angulaire constante autour du centre de courbure correspondant au contour de la surface du tonneau parcouru par le point considéré.

Si  $\alpha_p$  est le pas angulaire susmentionné, le point considéré se déplace d'un pas angulaire pour une rotation de  $360^\circ$  de la vis sans fin en tonneau. Le rapport de réduction est donc

$$n = \frac{360^\circ}{\alpha_p}$$

La vis sans fin en tonneau 1 est supportée à rotation entre les extrémités de deux bras fixes 6, dont un exemple de réalisation sera donné plus loin, en liaison avec la figure 4.

Afin de réduire au minimum les frottements entre la vis sans fin en tonneau 1 et la couronne 2, cette dernière comporte, non pas une denture classique, mais un ensemble de galets 7 répartis sur sa périphérie et distants circonférentiellement les uns des autres d'une valeur correspondant au pas du filet 5 ou à un multiple entier de ce pas. A la figure 1, ce multiple entier est 2.

Afin d'éviter tout jeu entre les galets 7 et le filet 5 et par là même afin de supprimer tout à-coup dans la transmission du mouvement, chaque galet est en contact en deux points avec respectivement les deux parois délimitant la gorge du filetage avec laquelle il coopère. Pour que ce double contact soit assuré durant toute la coopération mécanique d'un galet avec le filetage, on prévoit tout d'abord une variation de l'angle d'hélice entre une valeur minimale dans la zone équatoriale de la vis sans fin en tonneau jusqu'à une valeur maximale vers les pôles : par exemple cette variation d'inclinaison est d'environ  $\pm 1^\circ$  pour une vis en tonneau

d'un diamètre d'environ 80 mm et un rapport de démultiplication de 30.

Toujours dans le but de réduire au minimum les frottements, il est nécessaire, alors, de prévoir un agencement particulier pour les galets, comme représenté aux figures 2 et 3.

Chaque galet 7 est monté fou sur un arbre de rotation 8 soutenu par un support en fourche 9 (comme représenté à la figure 1) ou par un support simple 10 (comme représenté à la figure 2). Le support (9 ou 10) est lui même fixé à pivotement sur la couronne 2 par l'intermédiaire d'un arbre radial 11.

Du fait, d'une part de la non sphéricité de la surface externe de la vis sans fin en tonneau 1 et, d'autre part de l'inclinaison variable du filet de vis 5, les deux points de contact de chaque galet 7 avec respectivement les deux parois délimitant la gorge dans laquelle il est engagé ne sont pas disposés symétriquement par rapport au plan médian du galet ; ces deux points se déplacent radialement au cours de la rotation de vis sans fin et de la rotation de la couronne, si bien que les deux contacts du galet avec le filetage s'effectuent sur des rayons qui ne sont pas égaux (points de contact situés non symétriquement) sauf dans la zone équatoriale de la vis sans fin. Afin d'éviter tout frottement dû à des glissements du galet sur le filetage, chaque galet 7 est divisé selon son plan médian et est constitué par la juxtaposition de deux demi-galets 12 montés sur le même axe 8 et susceptibles d'avoir des vitesses de rotation respectives différentes l'une de l'autre. Pour assurer cette indépendance des rotations, des billes 13, maintenues par des cages 14, sont prévues d'une part entre chaque demi-galet 12 et l'axe 8 et, d'autre part entre les deux faces en regard des deux demi-galets 12.

Le dispositif de transmission de mouvement qui vient d'être décrit se prête particulièrement bien à la réalisation d'un ensemble motoréducteur, par exemple du type électrique, comme représenté à la figure 4.

5 La vis sans fin en tonneau 1 est supportée à rotation par deux bras 6 qui constituent deux pièces saillantes, diamétralement opposées, d'une pièce annulaire 15, fixe et solidaire d'un bâti par exemple, dont la périphérie externe est agencée en chemin de roulement pour  
10 un système de roulement à billes 17. La couronne 2 entoure non seulement la vis sans fin en tonneau 1, mais aussi la pièce annulaire 15 sur laquelle elle prend appui et autour de laquelle elle tourne par l'intermédiaire des roulements à bille 17.

15 La vis sans fin en tonneau 1 est agencée sous forme d'un moteur électrique dont le stator 18 intérieur comprend les enroulements 19 portés par un arbre 20 s'étendant entre les deux bras 6 et dont le rotor 21 extérieur supporte intérieurement les pôles 22 et présente  
20 extérieurement la forme en tonneau requise avec le filetage sans fin. Le rotor extérieur 21 est porté à rotation par l'arbre 20, par l'intermédiaire de palier 23 (par exemple à billes ou à rouleaux). Les fils d'alimentation 24 des bobinages du stator sont acheminés par  
25 exemple par des passages appropriés pratiqués dans l'arbre 20. Pour certaines applications nécessitant une détection de l'angle de rotation du rotor, on peut associer au rotor un dispositif de détection de position angulaire 25 (resolver).

30 Enfin, un cache de protection 26 de forme appropriée prend appui sur le bord périphérique, tourné vers l'extérieur, de la couronne 2.

Le dispositif qui vient d'être décrit en référence avec la figure 4 est spécialement avantageux par sa compacité et il peut trouver une application intéressante dans la réalisation d'une articulation motorisée.  
35

par exemple pour un bras de robot industriel.

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 particulièrement envisagés ;  
5 elle en embrasse, au contraire, toutes les variantes.

REVENDEICATIONS

1. Dispositif de transmission d'un mouvement de rotation du type réducteur de vitesse de rotation, comportant un premier organe tournant (1) qui est muni d'un filetage sans fin (5) s'enroulant autour de l'axe de rotation (3) dudit premier organe tournant et qui engrène avec la denture d'un second organe tournant en forme d'engrenage (2) dont l'axe de rotation (4) est sensiblement perpendiculaire à l'axe de rotation (3) du premier organe tournant, caractérisé

- en ce que le second organe tournant (2) est un engrenage en forme de couronne ou analogue à denture intérieure,

- en ce que le premier organe tournant (1) possède une surface convexe en forme de tonneau ou analogue avec un contour convexe en arc de cercle dont le rayon de courbure correspond à celui de la surface intérieure de la couronne dentée et supportant extérieurement le filetage sans fin (vis sans fin en tonneau),

- en ce que la vis sans fin en tonneau (1) est située intérieurement à la couronne dentée (2) de manière à engrener avec celle-ci, les deux axes de rotation respectifs (4,3) de la couronne dentée et de la vis sans fin en tonneau n'étant pas concourants, et

- en ce que le filet sans fin (5) porté par la vis sans fin en tonneau (1) présente une inclinaison d'hélice variable depuis le milieu de la vis sans fin (inclinaison minimale) jusqu'aux extrémités de la vis sans fin (inclinaison maximale).

2. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que la denture de la couronne est constituée par un ensemble d'éléments roulants (7) répartis circonférentiellement sur la couronne (2).

3. Dispositif selon la revendication 2, caractérisé en ce que les éléments roulants sont des galets (7) montés fou en rotation sur un axe (8) et s'étendant

approximativement radialement.

4. Dispositif selon la revendication 3, caractérisé en ce que le support (9,10) de l'axe (8) de chaque galet (7) est monté sur la couronne de manière à  
5 pouvoir pivoter sur lui-même.

5. Dispositif selon la revendication 3 ou 4, caractérisé en ce que chaque galet (7) comprend deux disques ou demi-galets (12) coaxiaux, de sensiblement même diamètre et assemblés de manière à pouvoir tourner  
10 fous, indépendamment l'un de l'autre, sur leur axe commun de rotation (8).

6. Dispositif selon la revendication 5, caractérisé en ce que des roulements (13) sont interposées d'une part entre chaque demi-galet (12) et l'axe de  
15 rotation commun (8) et d'autre part entre les deux demi-galets (12).

7. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que la vis sans fin en tonneau (1) est l'organe entraînant, la couronne dentée  
20 (2) étant entraînée, et en ce que la vis sans fin en tonneau (1) renferme le générateur de mouvement de rotation.

8. Dispositif selon la revendication 7, caractérisé en ce que le générateur de mouvement de rotation  
25 est un moteur électrique à stator (18) intérieur solide d'un arbre fixe (20) et à rotor (21) extérieur conformé extérieurement en tonneau et apte à tourner autour dudit arbre fixe (20).

9. Dispositif selon la revendication 8, caractérisé en ce que l'arbre fixe (20) est supporté par deux  
30 bras fixes (6) et en ce que ces deux bras fixes sont agencés, ou bien le bâti (15) auquel appartient ces deux bras (6) est agencé de manière à supporter à rotation de la couronne dentée (2), les fils électriques (24) d'alimentation du moteur électrique passant par au moins l'un  
35 de ces bras (6).

10. Articulation motorisée, notamment pour bras de machine automatique ou de robot, caractérisée en ce qu'elle est agencée selon l'une quelconque des revendications 7 à 9.

FIG.4.

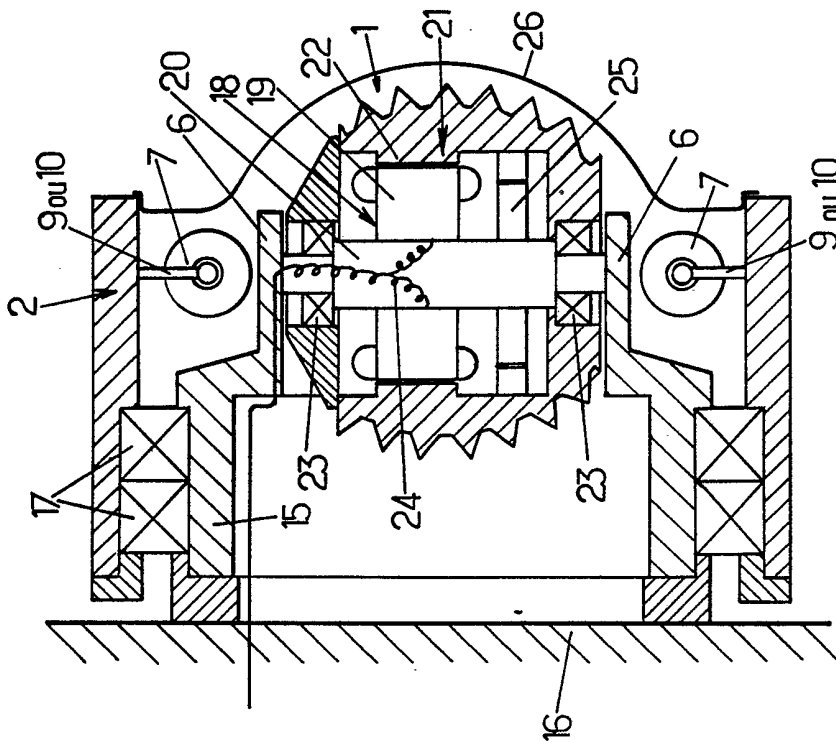
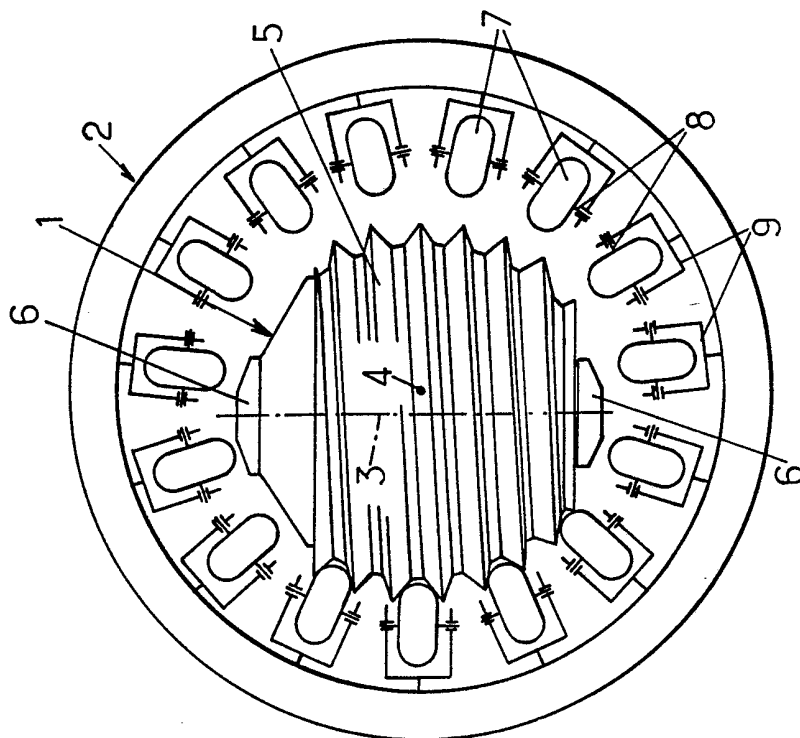


FIG.1.



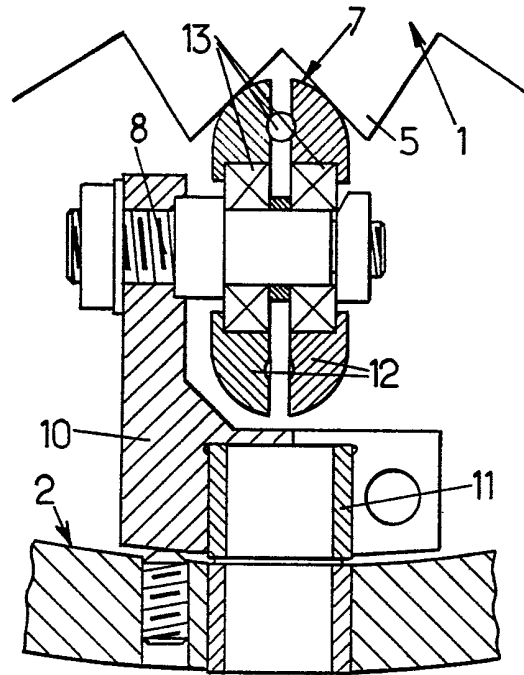


FIG. 2 .

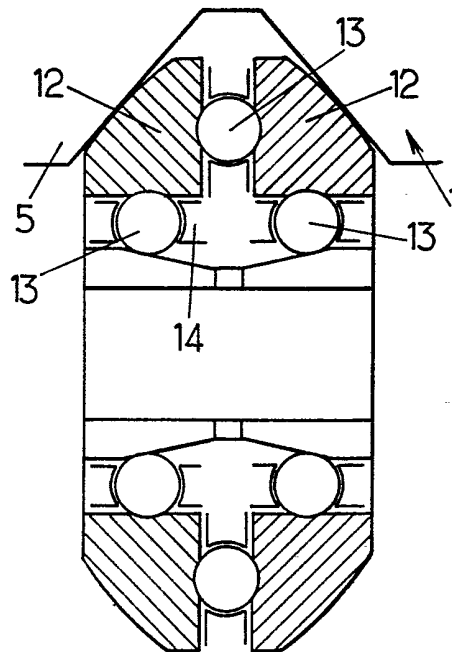


FIG. 3.