

19 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

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

2 614 965

21 N° d'enregistrement national :

87 06535

51 Int Cl⁴ : F 16 H 13/08.

12

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A

22 Date de dépôt : 6 mai 1987.

30 Priorité :

43 Date de la mise à disposition du public de la
demande : BOPI « Brevets » n° 45 du 10 novembre 1988.

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

71 Demandeur(s) : FUMINIER Claude Barthélemy. — F

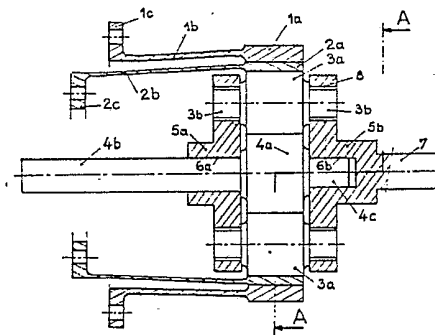
72 Inventeur(s) : Claude Barthélemy Fuminier.

73 Titulaire(s) :

74 Mandataire(s) :

54 Réducteur sans jeu.

57 Le réducteur selon l'invention est du type à corps tubu-
laire déformable 2a avec contact par adhérence sur un corps
tubulaire élastique 1a, l'élément moteur étant constitué d'un
système planétaire à trois galets lisses 3a, 4a.



FR 2 614 965 - A1

La présente invention concerne un réducteur sans jeu, à faible inertie et grand rapport de réduction plus particulièrement destiné à la robotique où la précision des mouvements comme leur temps de réponse exigent ces qualités.

5 Les réducteurs à engrenages, quels que soient leurs principes, possèdent un jeu de fonctionnement nécessaire à la lubrification. Même les systèmes de rattrapage de jeu, s'il en est, sont tenus, pour ces mêmes raisons, à des conditions de jeu minimum.

On connaît des réducteurs à dentures où un corps tubulaire
10 flexible à embout denté engrène dans une couronne rigide, principe qui autorise de grands rapports de réduction avec un seul train d'engrenages. Un tel dispositif est illustré par le document FR 1.536.096. Il présente trois inconvénients majeurs :

1 - Il subsiste un jeu résiduel dans les dentures.

15 2 - Le corps tubulaire flexible doit être capable d'une grande déformation pour assurer la pénétration puis le retrait des dentures du corps flexible de la couronne rigide. On ne peut assurer une telle déformation qu'avec un corps tubulaire flexible de grande longueur et de faible épaisseur, ce qui diminue sensiblement
20 la rigidité de la transmission.

3 - L'organe d'entrée, généralement un roulement à billes pseudo-elliptique, qui assure la pénétration et le recul des dentures est un élément massif, de grand diamètre, qui possède de ce fait une grande inertie.

25 Le réducteur selon l'invention, qui élimine ces inconvénients, comporte :

- Un corps tubulaire mince ayant à une extrémité un moyen de fixation, par exemple une bride, et à l'autre extrémité une partie renforcée qui constitue une bague élastique dont l'alésage
30 sert de piste de roulement. L'élasticité de la partie avec piste de roulement assure le serrage des éléments constitutifs du réducteur dont la description va suivre.

- Un deuxième corps tubulaire de géométrie analogue, monté à l'intérieur du précédent. La périphérie de la partie renforcée élastique est au contact de la piste de roulement du précédent corps tubulaire. Son diamètre est inférieur à celui de l'alésage dans lequel elle prend appui. L'alésage de ce deuxième corps tubulaire sert également de piste de roulement dans son extrémité renforcée.

40 - Un galet central cylindrique éventuellement prolongé

d'un arbre d'entraînement dont l'axe de rotation se confond avec les axes des précédents corps tubulaires.

- Deux galets satellites cylindriques de même diamètre montés diamétralement opposés par rapport au galet central et dont les axes sont parallèles à celui du galet central ; une des génératrices de chacun de ces deux galets est en contact avec une génératrice du galet central tandis que la génératrice diamétralement opposée porte sur la piste intérieure de roulement du deuxième corps tubulaire. Pour assurer leur guidage, ces deux galets sont prolongés d'un embout cylindrique sur chacune de leurs faces, avec des joues de guidage latéral.

- Un porte-satellites constitué de deux flasques reliés rigidement entre eux de façon à constituer un ensemble monobloc rigide dont la fonction est d'assurer en permanence le parallélisme des axes de satellites avec l'axe du galet central ainsi que le centrage latéral des galets. Le porte-satellites peut être porté par l'arbre d'entraînement au travers d'un roulement. Dans ce cas, les logements des embouts des galets satellites sont ovalisés radialement. L'un des flasques peut être adapté pour recevoir le mouvement moteur en lieu et place de l'arbre d'entraînement du galet central. La transmission de mouvement se fait par adhérence, donc sans jeu. Les éléments moteurs sont de faible dimension en regard des éléments de sortie ; ils ont une faible inertie. Les dessins annexés illustrent l'invention :

La figure 1 est un schéma en coupe d'un mode de réalisation de l'invention.

La figure 2 est une coupe transversale de la figure 1 selon les plans de coupe AA.

En se reportant à la figure 1, on voit qu'un réducteur selon l'invention se compose d'un corps tubulaire avec une partie mince 1b complétée à une extrémité d'un quelconque moyen de fixation, par exemple une bride telle que 1c et à l'autre extrémité d'une bague renforcée en épaisseur 1a. A l'intérieur de ce corps tubulaire, un corps tubulaire semblable, avec une partie mince 2b, un élément de fixation 2c, une bague 2a. A l'intérieur de ce deuxième corps tubulaire, un galet central 4a qui est au contact de deux galets satellites diamétralement opposés 3a tels que les axes des galets 3a et 4a se trouvent dans un même plan. Les galets satellites 3a sont guidés par un porte-satellites 5a, 5b qui maintient ces galets par leurs embouts 3b et les joues latérales des

galets 3a, 4a. Le galet central est prolongé par un arbre de commande 4b et éventuellement par un embout de centrage 4c.

Les flasques 5a et 5b du porte-satellites sont reliés entre eux de façon rigide, par exemple par des chandelles boulonnées 9 placées dans les espaces laissés libres par les galets 3a. Le porte-satellites peut aussi être de construction monobloc ou en éléments soudés. Dans le cas de construction monobloc, la mise en place des galets satellites se fait par un évidement radial au niveau des embouts 3b. Le porte-satellites pourra être centré sur le galet central par des portées 6a et 6 b. Dans cette éventualité les guidages 8 des embouts 3b seront ovalisés radialement pour assurer la bonne portance des galets 3a sur 4a sans contact radial des embouts 3b contre les flasques 5a, 5b. Les embouts 3b conservent alors leur contact tangentiel contre le porte-satellites afin de bien maintenir les trois axes des galets dans un même plan. On pourra prolonger le porte-satellites d'un arbre moteur 7 par lequel se fera l'entrée de mouvement du réducteur. L'arbre 4b est alors supprimé ou réduit à un embout de centrage tel que 4c.

Afin d'augmenter l'élasticité radiale et de diminuer l'inertie, le galet 4a pourra être creux ; l'embout 4c est supprimé. Dans une autre variante avec entrée de mouvement en 7, le galet 4a peut être ramené à un simple élément tubulaire logé entre les flasques 5a, 5b.

Les pièces étant démontées, sans déformation flexible, le diamètre intérieur de la bague 1a est supérieur au diamètre extérieur de la bague 2a. La somme des diamètres du galet central 4a et de ses deux satellites 3a est supérieure au diamètre intérieur 2a. Enfin, quand les galets sont emmanchés dans la bague 2a par déformation flexible, la cote du grand diamètre extérieur de la pseudo-ellipse 2a est légèrement supérieure à celle de l'alésage de 1a, si bien que 2a doit être monté à force dans 1a. Les valeurs des déformations diamétrales de 1a et 2a sont évidemment prédéterminées pour les meilleures conditions de fonctionnement. Dans une variante où le contact 1a-2a serait denté, l'emmanchement au montage se ferait alors juste pour juste.

La section de la bague 1a est nettement supérieure à celle de la bague 1b. Sa déformation flexible par ovalisation crée un effort radial qui la plaque contre la bague 1b et plaque celle-ci contre les galets planétaires 3a et ces mêmes galets contre le galet central 4a. Cet effort radial donne à l'ensemble l'adhérence

nécessaire pour assurer la transmission des efforts tangentiels résultants des couples d'entraînement et de sortie. La bague 2a n'ayant pas de rôle actif en matière d'effort radial, son épaisseur est réduite au minimum compatible.

5 Si le galet 4a est entraîné en rotation, par exemple par un moteur, au travers de l'arbre 4b, il entraînera les galets satellites qui rouleront à l'intérieur de la bague 2a. En supposant fixe la bague 1a par immobilisation de sa bride 1c, la bague 2a roulera dans 1a et le mouvement de sortie en 2c se trouvera réduit
10 par le double étage de réduction : celui du réducteur planétaire constitué par le galet 4a et ses satellites 3a et enfin celui du réducteur à bagues flexibles 2a, 1a. Si l'entrée de mouvement se fait par l'arbre 7, seul l'étage 2a, 1a assure la réduction de
15 vitesse. Le rapport de réduction est fonction du rapport des diamètres en contact 1a/2a. Si 1a est en valeur très proche de 2a, le rapport de réduction est très élevé.

Les parties amincies 1b et 2b assurent la liaison entre les éléments non déformés 1c, 2c et les éléments déformés élastiquement 1a et 2a. Les parties 1b et 2b sont normalement cylindriques et la figure 1 fait apparaître la déformation de leurs génératrices au droit du plan axial des galets. Ces parties 1b et 2b,
20 au lieu d'être cylindriques à l'origine peuvent être d'un profil quelconque, par exemple conique, ondulé, d'épaisseur constante ou variable le long de la génératrice. Des évidements peuvent être
25 prévus dans ces parties.

La bague 1a, élastique, possède une faible flexibilité : juste celle nécessaire pour compenser les tolérances de fabrication et l'usure en assurant un serrage calculé pour la juste transmission des couples. Il en résulte que la partie amincie 1b peut
30 être relativement courte et épaisse, donc très rigide. La bague 2a doit être suffisamment élastique pour être au contact de 1a sous l'effet des galets 3a. La déformation de cette bague est fonction du rapport de réduction ; pour les grands rapports de réduction où l'alésage de 1a est à peine supérieur au diamètre extérieur de
35 2a, cette déformation est faible ; la partie 2b peut dans ce cas être courte et épaisse, à l'avantage de sa rigidité.

Les éléments de fixation 1c, 2c, peuvent être des brides comme dessiné en figure 1 ou tout autre moyen de liaison, par exemple fixation par pincement, par soudure, liaison par clavettes
40 éléments cannelés ou dentés.

De la même façon que l'on peut intervertir les éléments d'entrée et retenir pour l'entrée du mouvement à grande vitesse les arbres 4b ou 7, on peut intervertir l'élément de sortie à petite vitesse et la partie fixe : 1c et 2c peuvent être indifféremment fixes ou tournants. Dans le cas d'utilisation du réducteur en différentiel, 1c et 2c sont tous deux tournants.

Les deux galets 3a sont égaux en diamètre. Les galets 3a et 4a peuvent être de diamètres égaux ou différents. Le nombre des galets 3a n'est pas limité à deux : on peut aussi bien en prévoir trois ou plus selon une répartition angulaire qui ne sera pas forcément égale. Le centrage axial des galets est assuré par les flasques du porte-satellites. On peut aussi prévoir des boudins sur les bords des galets 3a ou 4a ou de la bague 2a ou encore un boudin unique dans un ou plusieurs des éléments tournants en contact avec, en vis-à-vis, le sillon de guidage correspondant.

Les figures 1 et 2 représentent une vue schématique du réducteur. En pratique, on prévoira des centrages de liaison axiaux et radiaux entre les différents éléments constitutifs par des roulements classiques, à billes, à aiguilles ou autres. Ainsi les embouts 3b pivoteront sur des roulements de préférence à aiguilles dont la cage extérieure sera montée sans jeu tangentiel mais avec éventuellement un jeu radial. On interposera des coussinets ou des roulements aux contacts 6a et 6b ; enfin l'arbre de commandé 4b ou 7 pivotera sur des roulements prenant appui sur les éléments 1c ou/et 2c.

Les différents éléments du réducteur pourront être montés comme sur la figure 1 ou assemblés de façon différente, par exemple la bride 2c opposée à 1c par rapport aux galets. De même pour 4b et 7 qui pourront être montés à l'envers.

Le porte-satellites 5a, 5b pourra être remplacé par une simple cage analogue à celle des roulements à rouleaux. Les galets 3a pourront être creux, comme il l'a été dit pour le galet 4a. Dans cette variante à galets creux (3a ou/et 4a), la bague 1a peut être parfaitement rigide, sans partie amincie 1b, le serrage radial étant assuré par le(s) galet(s) creux.

Dans une autre variante, les galets satellites 3a pourront être remplacés par des billes.

REVENDEICATIONS

- 1 - Réducteur de vitesse sans jeu, à faible inertie, constitué d'une bague cylindrique fixe, élastique 1a reliée à l'élément fixe 1c par un corps tubulaire déformable radialement 1b et d'une bague cylindrique de sortie de mouvement 2a intérieure à la
5 précédente, d'épaisseur moindre, reliée à l'élément de sortie 2c par un corps tubulaire déformable radialement 2b, caractérisé en ce que l'entraînement se fait par adhérence, les génératrices en contact des bagues 1a et 2a étant serrées à force l'une contre l'autre.
- 10 2 - Réducteur selon la revendication 1 caractérisé en ce que l'élément d'entraînement et de serrage de la bague 2a contre la bague 1a, roulant à l'intérieur de la bague 2a, est constitué par un galet lisse moteur central 4a attelé à deux galets satellites lisses 3a, les axes de ces galets situés dans un même plan,
15 ces galets étant tels que la somme de leurs diamètres est supérieure au diamètre de la piste intérieure de roulement de la bague 2a qui se trouve ainsi déformée par ovalisation, sa piste extérieure venant plaquer contre la bague 1a, le déformant elle-même radialement, provoquant ainsi un effort de serrage radial de l'ensemble des
20 éléments roulants.
- 3 - Réducteur selon les revendications 1 et 2 caractérisé en ce que l'élasticité de la bague extérieure 1a permet de compenser les tolérances de fabrication et l'usure des pistes de roulement des éléments de transmission du mouvement de rotation sans varia-
25 tion sensible de l'effort de serrage radial qu'elle exerce sur ceux-ci.
- 4 - Réducteur selon la revendication 2 caractérisé en ce que les galets satellites 3a sont maintenus et guidés au travers de leurs embouts 3b par un porte-satellites rigide 5a, 5b, ce
30 porte-satellites pouvant être centré au travers de roulements sur les portées 4b, 4c du galet central par des portées 6a, 6b en ovalisant radialement le logement 8 des embouts 3b pour ménager les capacités de compensation d'usure et de tolérance sans qu'il y ait jamais contact radial des embouts 3b sur le porte-satellites.
- 35 5 - Réducteur selon les revendications 2 et 4 caractérisé en ce que l'entrée du mouvement peut se faire par le porte-satellites au travers d'un embout 7.
- 6 - Réducteur selon les revendications 1, 2 et 3 caractérisé en ce que les pistes de roulement des bagues et galets peuvent

être coniques au lieu de cylindriques, la génératrice du cône étant rectiligne ou incurvée, ceci de façon à répartir également les pressions de contact le long des génératrices des éléments roulants.

5 7 - Réducteur selon les revendications 1 et 2 caractérisé en ce que les galets 3a et 4a peuvent être creux et à la limite réduits à un simple tube autorisant par leur élasticité propre à remplacer la bague flexible 1a par une bague rigide où la partie 1b devient superflue.

10 8 - Réducteur selon les revendications 1, 2 et 4 caractérisé en ce que le porte-satellites 5a, 5b est remplacé par une simple cage analogue à celle des roulements à rouleaux.

15 9 - Réducteur selon les revendications 1, 2 et 3 caractérisé en ce que le nombre de galets satellites peut être supérieur à deux, dans une disposition angulaire pas forcément régulière.

 10 - Réducteur selon les revendications 1, 2 et 3 caractérisé en ce que les galets satellites peuvent être remplacés par des billes.

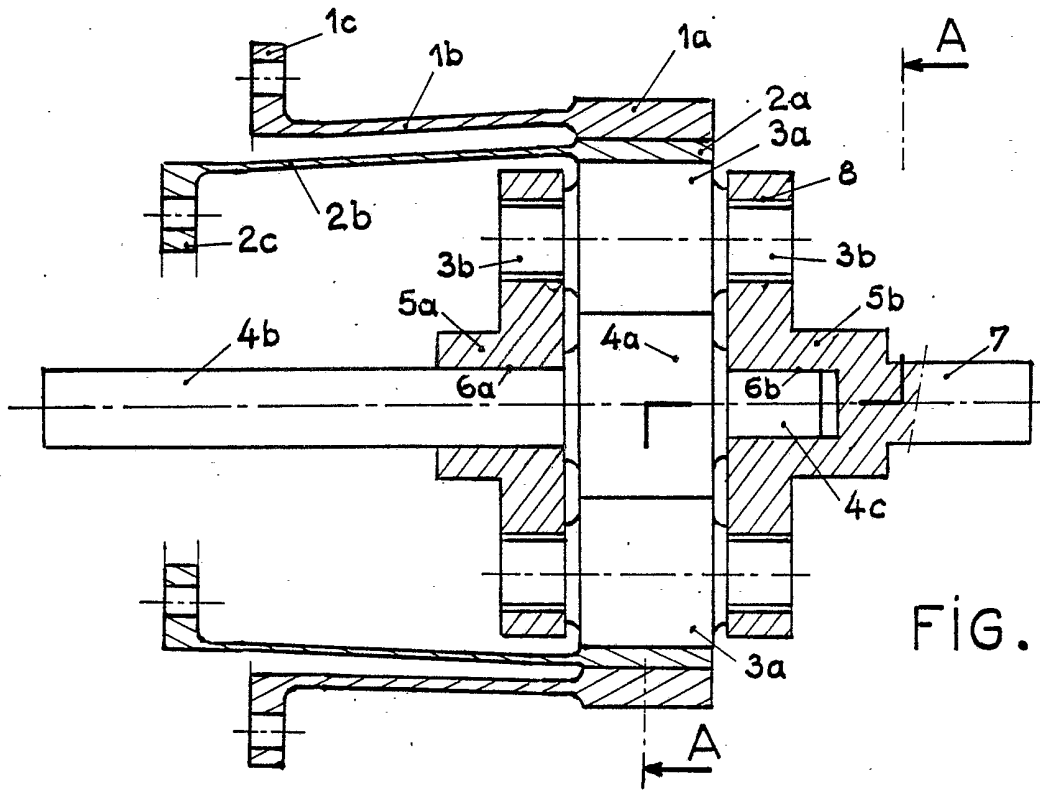


FIG. 1

Coupe AA

FIG. 2

