

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

①1 N° de publication :

2 839 352

(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

②1 N° d'enregistrement national :

02 05558

⑤1 Int Cl⁷ : F 16 H 25/24, B 64 C 13/28

①2

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②2 Date de dépôt : 03.05.02.

③0 Priorité :

④3 Date de mise à la disposition du public de la demande : 07.11.03 Bulletin 03/45.

⑤6 Liste des documents cités dans le rapport de recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du présent fascicule*

⑥0 Références à d'autres documents nationaux apparentés :

⑦1 Demandeur(s) : RATIER FIGEAC — FR.

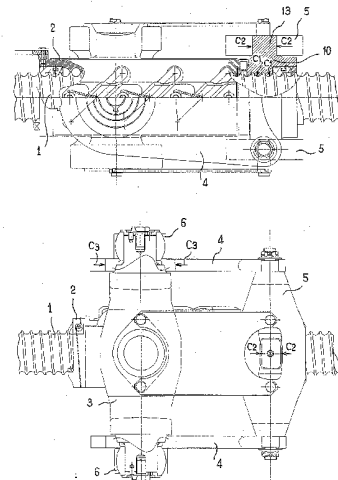
⑦2 Inventeur(s) : BOUSQUET JACQUES.

⑦3 Titulaire(s) :

⑦4 Mandataire(s) : CABINET FEDIT LORIOT.

⑤4 SYSTEME VIS-ECROU A RECIRCULATION D'ORGANES ROULANTS, NOTAMMENT A BILLES, ET A ECROU DE SECURITE, NOTAMMENT POUR APPLICATION AERONAUTIQUE.

⑤7 Ce système vis-écrou à organes roulants, notamment à billes ou à rouleaux, comporte une vis (1) tournant dans un écrou primaire (2), ainsi qu'une voie de sécurité comportant un écrou de sécurité (10) lié à l'écrou primaire (2) par des liaisons de sécurité (4, 5), l'écrou de sécurité (10) tournant sur la vis primaire (1) avec un jeu sensiblement sans frottement en fonctionnement normal et assurant un couple de friction sur la vis (1) en cas de défaillance de l'écrou primaire (1) ou de la voie de sécurité; au moins un capteur de position (C1, C2, C3) est disposé sur l'écrou de sécurité (10) ou sur les liaisons de sécurité (4, 5) pour détecter un déplacement anormal entre des pièces de la voie primaire (1, 3) et des pièces de la voie de sécurité (10, 4, 5).



FR 2 839 352 - A1



Système vis-écrou à recirculation d'organes roulants, notamment à billes, et à écrou de sécurité, notamment pour application aéronautique

5 La présente invention concerne un ensemble de sécurité pour un système vis-écrou à recirculation d'organes roulants, du type comportant une vis et un écrou entre les filetages coopérants desquels circulent des organes roulants maintenus ou non par une cage, les organes roulants étant ramenés en permanence entre les filetages par un passage de recirculation.
10 Les organes roulants sont par exemple des billes, mais pourraient être des rouleaux.

Le domaine des vis à billes (c'est-à-dire où ledit organe roulant est une bille) est aujourd'hui bien connu et utilisé largement dans l'industrie lorsqu'on veut transformer un mouvement de rotation en translation avec un
15 rendement de l'ordre de 95%. Les applications sont multiples dans les machines-outils pour déplacer les axes, dans l'aéronautique pour mouvoir des surfaces assurant le pilotage de l'avion, dans les missiles, dans les satellites, etc.

Il arrive qu'une défaillance de l'écrou à billes ou à rouleaux, par exemple une perte de billes, ne soit pas détectée et puisse entraîner la désolidarisation de l'écrou et de la vis.
20

Pour certaines applications, telles que les machines-outils par exemple, il est connu par US 2 855 790 ou FR 2 714 703, de prévoir un système de sécurité qui bloque immédiatement la translation entre la vis et
25 l'écrou en cas de défaillance de l'écrou à billes.

Pour d'autres applications, notamment les applications à l'aéronautique qui sont principalement concernées ici, il est nécessaire de prévoir une solution de repli en cas de défaillance de l'écrou à billes primaire, et un écrou secondaire ou écrou de sécurité est prévu pour prendre
30 le relais du premier en cas de nécessité.

Il est très important pour la sécurité de pouvoir détecter rapidement le passage sur la voie de sécurité (voie secondaire ou encore dite "fail-safe"), car la durée de vie de l'écrou de sécurité au niveau du filetage coopérant avec la vis est limitée.

La Demanderesse a déjà proposé dans les demandes FR 01 13 160 et FR 01 14 801 des améliorations des écrous de sécurités connus, introduisant par un dispositif de contre-écrou de sécurité un frottement très supérieur au frottement normal de l'écrou à billes primaire, ce frottement permettant d'alerter le pilote de la survenue d'une défaillance.

Le but de l'invention est de proposer un autre moyen, le plus fiable possible, de détecter la survenue d'une défaillance et le passage sur la voie de sécurité.

Selon l'invention, de façon à fiabiliser la détection de toute anomalie, on intègre au niveau de l'écrou de sécurité ou des pièces adjacentes des capteurs de position détectant instantanément tout contact ou mouvement anormal des pièces de sécurité par rapport à la voie primaire. Autrement dit, l'invention concerne un système vis-écrou à organes roulants, notamment à billes ou à rouleaux, comportant une vis primaire tournant dans un écrou primaire, ainsi qu'une voie de sécurité comportant un écrou de sécurité positionné par rapport à l'écrou primaire par des pions de cisaillement de façon à éviter tout contact en fonctionnement normal entre la vis et l'écrou de sécurité, et assurant un couple de friction en cas de défaillance de l'écrou primaire ou de ses attaches dès la rupture des pions sous charge; caractérisé en ce qu'au moins un capteur de position est disposé sur l'écrou de sécurité ou sur la voie de sécurité pour détecter un déplacement anormal entre des pièces de la voie primaire et des pièces de la voie de sécurité.

Avantageusement, les capteurs de position intégrés sur l'écrou de sécurité entre la voie primaire et la voie de sécurité détectent tout mouvement relatif à partir d'un seuil déterminé pour éviter tout signal intempestif.

L'architecture et le nombre de capteurs sont choisis pour fiabiliser l'information et éviter tout signal d'anomalie erroné. Avantageusement, au moins un capteur de position est disposé dans l'écrou de sécurité pour observer l'évolution des jeux des filets. Avantageusement également, au moins un capteur de position est disposé entre des tourillons de l'écrou de sécurité et les liaisons de sécurité. En fait, il est avantageux de prévoir divers capteurs en divers endroits et de corrélérer leurs signaux.

Les capteurs sont avantageusement des capteurs de type inductif, notamment de type LVDT ou DPI.

L'invention sera mieux comprise et d'autres avantages et caractéristiques seront mis en évidence à la lecture de la description suivante, se référant aux dessins annexés sur lesquels :

- 5 - la figure 1 est une vue latérale avec coupe et arrachement partiel, d'une vis à billes intégrée dans un vérin de commande de plan horizontal d'avion ;
- la figure 2 est une vue de dessus du vérin de la figure 1 ;
- la figure 3 est une vue de détail de l'implantation d'un capteur pour surveiller le jeu entre l'écrou de sécurité et la vis ;
- 10 - les figures 4 et 5 sont des vues analogues aux figures 1 et 2 de détail de l'implantation de capteurs de proximité inductifs (DPI) pour surveiller le jeu entre l'écrou de sécurité et la poutre de sécurité.

Les figures 1 et 2 montrent un exemple d'implantation d'un écrou de sécurité dans un dispositif de vis-écrou destiné à un vérin de commande de plan horizontal d'avion. Le dispositif comporte une vis motorisée 1 à filetage hélicoïdal coopérant avec un écrou primaire 2 lui-même pourvu d'un filetage hélicoïdal, les deux filetages hélicoïdaux formant ensemble un canal hélicoïdal de section circulaire dans lequel sont logées des billes. Des canaux de recirculation des billes sont prévus pour ramener les billes d'une position en aval du canal hélicoïdal à une position en amont, ou vice versa.

L'écrou à billes 2 est rendu solidaire des bras d'attache du plan horizontal de l'empennage auquel le dispositif est destiné par le cardan 3 et les rotules 6. L'écrou de sécurité 10 axialement décalé sur la vis, est positionné par rapport à l'écrou à billes 2 par les pions 7 et est capable de transférer les charges auxquelles il peut être soumis en cas de défaillance de l'écrou principal aux bras d'attache du plan horizontal par l'intermédiaire des tourillons 13, des poutres de sécurités 5 et plaques de transfert 4.

L'écrou de sécurité 10 a un filetage intérieur hélicoïdal 11 destiné à coopérer avec le filetage 12 de la vis 1 avec un jeu axial X et radial Y (cf. figure 3). Ces jeux, généralement de l'ordre de 0,5 mm, évitent tout contact pendant la phase de fonctionnement normal de l'ensemble vis - écrou à billes. Ils tiennent compte de l'usure des billes et des profils ainsi que des déformations billes/profils sous charge maximale de fonctionnement ainsi que de charges statiques limites et ultimes.

En cas de défaillance de l'écrou à billes, que ce soit pour pertes de billes, rupture des tourillons de l'écrou à billes ou rupture des tourillons de cardan, l'écrou de sécurité 10 va venir en contact avec la vis à billes 1 après rupture des pions 7 par cisaillement et créer un couple de frottement supérieur à iso-charge au couple de fonctionnement de l'ensemble vis à billes. Ce surcouple n'est pas franchement détecté par le dispositif classique travaillant sur la position du vérin et pouvant détecter une anomalie entre la position commandée et la position réelle. De plus, le seuil de détection de position est inférieur aux petits mouvements commandés (pas de corrélation franche entre le surcouple et l'erreur de position).

C'est pourquoi l'invention fiabilise la détection de toute anomalie, en intégrant au niveau de l'écrou de sécurité ou des pièces adjacentes des capteurs de position détectant instantanément tout contact ou mouvement anormal des pièces de sécurité par rapport à la voie primaire.

La figure 3 représente un exemple de capteur 20 prévu dans les filets de l'écrou de sécurité 10. Ce capteur 20 est placé de façon à pouvoir mesurer une diminution ou une augmentation du jeu (le jeu initial de 0,5 mm passe par exemple à 0 ou à 1 mm) selon la direction de déplacement relatif des pièces liées aux efforts extérieurs, significative d'une défaillance de la voie primaire. Dans la position représentée sur la figure 3, le capteur de position 20 ne peut mesurer la modification du jeu que dans un sens, par exemple celui correspondant à la traction et doit donc être doublé par un capteur homologue 20' mesurant la modification du jeu dans l'autre sens, correspondant à la compression. Afin d'éviter les fausses alertes, les capteurs prévoient un seuil de détection minimal, par exemple égal à la moitié du jeu minimal $J + P$ (J représentant le jeu fonctionnel et P le jeu de protection).

Le jeu fonctionnel J intègre le seuil de détection du capteur. Selon le type de capteur, le signal de sortie peut être linéaire ou traité comme un seuil franc à partir d'un certain niveau.

Pour obtenir une fiabilité élevée, les capteurs sont de préférence inductifs sans contact (si les matériaux présentent des propriétés magnétiques adaptées) ou des capteurs linéaires de déplacement de type LVDT (linear variable differential transformer), comme représenté sur la figure 3 qui montre la partie émergente 21 du noyau mobile du capteur.

Les capteurs peuvent être installés à différents endroits. Plusieurs implantations possibles ont été représentées sur les figures 1, 2 et 4.

Les capteurs C1 sont placés au niveau des filets de l'écrou de sécurité et détectent le déplacement relatif entre la vis à billes 1 et l'écrou de sécurité
5 10, lié par exemple à la perte de toutes les billes de l'écrou à billes.

Les capteurs C2 sont placés entre le tourillon 13 de l'écrou de sécurité 10 et la poutre de sécurité 5 et détectent le déplacement relatif entre l'attache primaire et l'attache de sécurité, pouvant être lié à une rupture de cardan de l'attache primaire ou des tourillons de l'écrou à billes.

10 Les capteurs C3 sont placés entre la plaque de sécurité 4 et l'attache de bras et détectent un déplacement relatif entre la voie primaire et la voie de sécurité indiquant une rupture sur l'une des pièces primaires : tourillons de l'écrou à bille, cardan de la voie primaire.

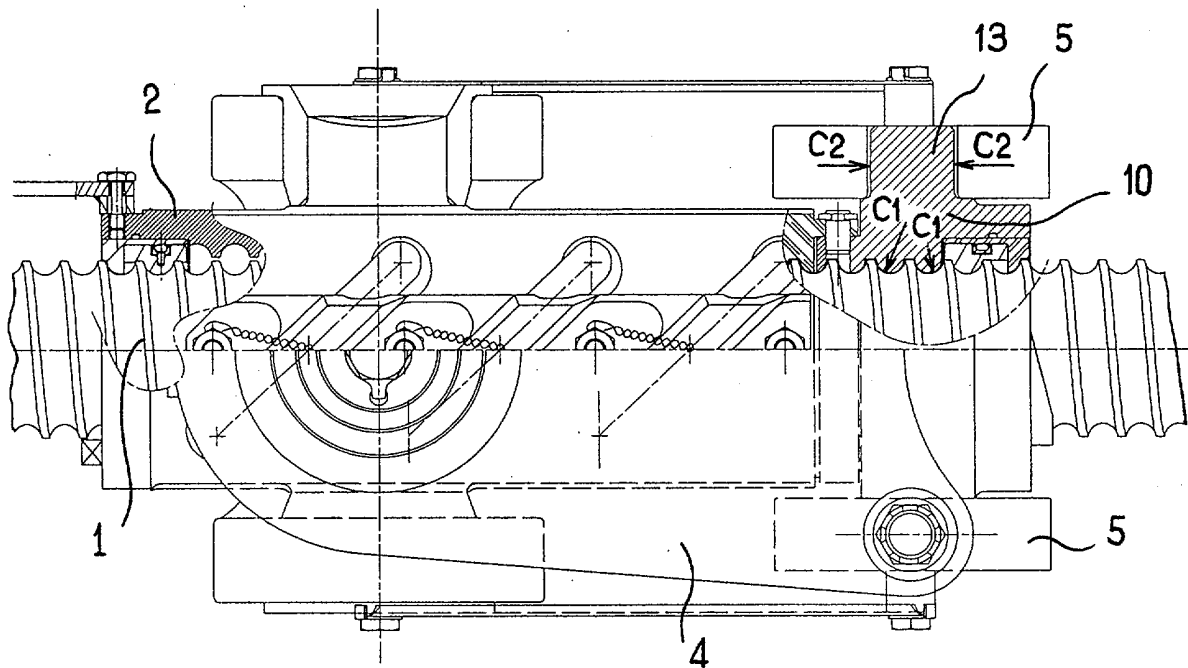
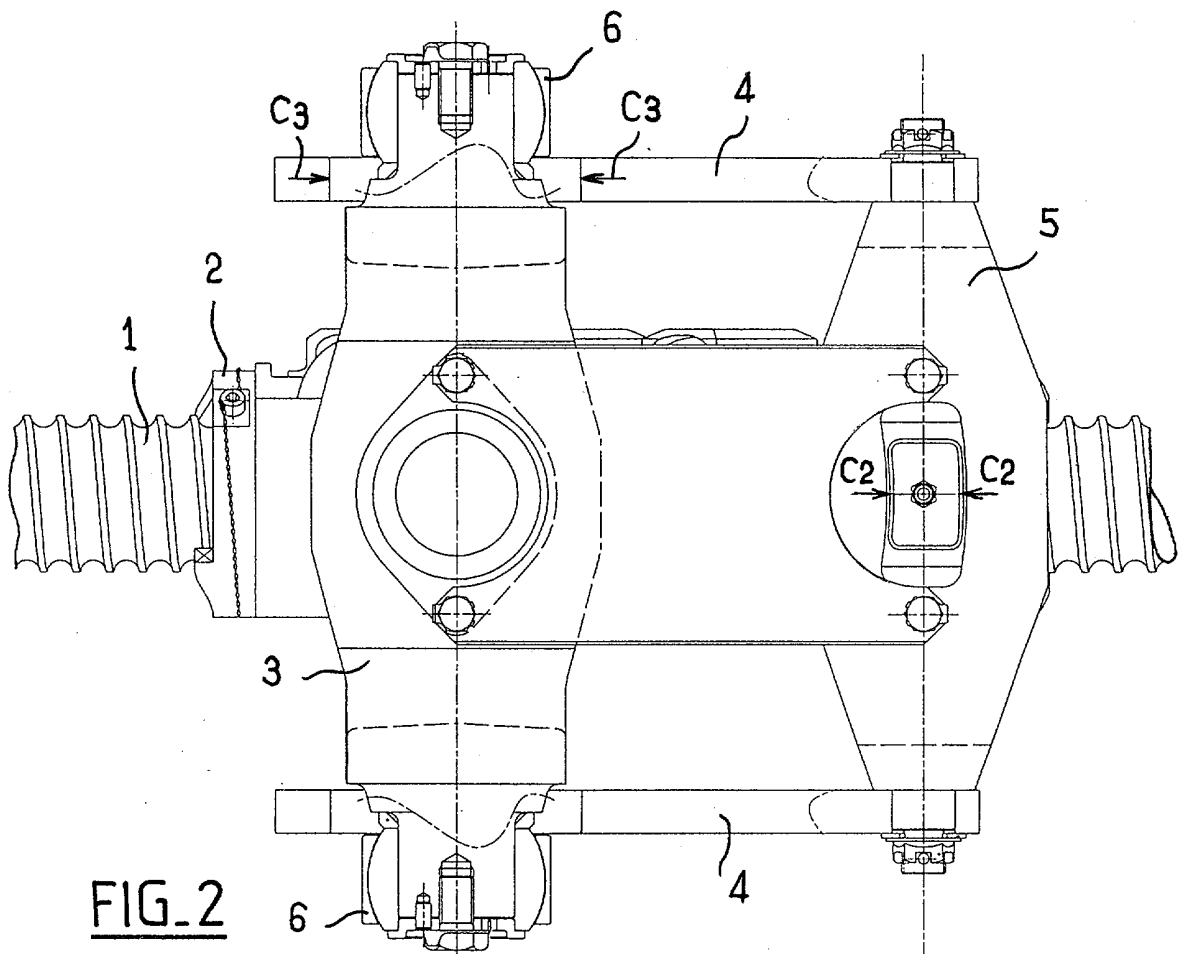
Cette multiplication des capteurs permet de corréler les divers
15 signaux et d'éliminer les fausses alertes. Par exemple, pour une seule fonction donnée, on installe trois capteurs. Lorsqu'un seul capteur délivre un signal, le système délivre après traitement un signal "vérifier le capteur N". Lorsqu'au moins deux signaux identiques sont délivrés, le système délivre après traitement le signal "attention : passage sur voie de sécurité ;
20 vérifier après atterrissage".

Les figures 4 et 5 représentent un exemple de capteurs inductifs de proximité (DPI) 21 mesurant le déplacement relatif sous un sens de chargement donné entre l'écrou de sécurité et la ou les poutres de sécurité 5. Le signal de sortie des DPI est modifié lors du chargement de l'écrou de sécurité 10 par variation de l'entrefer "e" entre les capteurs 21 fixés à la
25 poutre (5) et les cibles 22 liées au tourillon 13 de l'écrou de sécurité 10. Comme expliqué plus haut, on a multiplié les capteurs 21 (dans l'exemple représenté, 3 capteurs au-dessus et 3 capteurs au-dessous, disposés en arc) et leurs cibles 22.

30

REVENDEICATIONS

1. Système vis-écrou à organes roulants, notamment à billes ou à rouleaux, comportant une vis (1) tournant dans un écrou primaire (2),
5 ainsi qu'une voie de sécurité comportant un écrou de sécurité (10) positionné par rapport à l'écrou primaire (2) par des pions de cisaillement (7) de façon à éviter tout contact en fonctionnement normal entre la vis (1) et l'écrou de sécurité (10), et assurant un
10 couple de friction en cas de défaillance de l'écrou primaire ou de ses attaches dès la rupture des pions (7) sous charge ; caractérisé en ce qu'au moins un capteur de position (20, 21, C1, C2, C3) est disposé sur l'écrou de sécurité (10) ou sur les liaisons de sécurité (4, 5) pour détecter un déplacement anormal entre des pièces de la voie primaire (1, 2, 3) et des pièces de la voie de sécurité (10, 4, 5).
15
2. Système vis-écrou selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'un capteur de position (20, C1) est disposé dans l'écrou de sécurité pour observer l'évolution des jeux (X, Y) des filets.
- 20 3. Système vis-écrou selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'au moins un capteur de position (21, C2) est disposé entre des tourillons (13) de l'écrou de sécurité (10) et les liaisons de sécurité (4, 5).
4. Système vis-écrou selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que les signaux des capteurs (C1, C2, C3) placés en
25 différents endroits sont corrélés.
5. Système vis-écrou selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que les capteurs (20, 21, C1, C2, C3) sont choisis
30 parmi les capteurs à induction, notamment LVDT ou DPI
6. Système vis-écrou selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisé en ce qu'il s'agit d'un système aéronautique.

FIG. 1FIG. 2

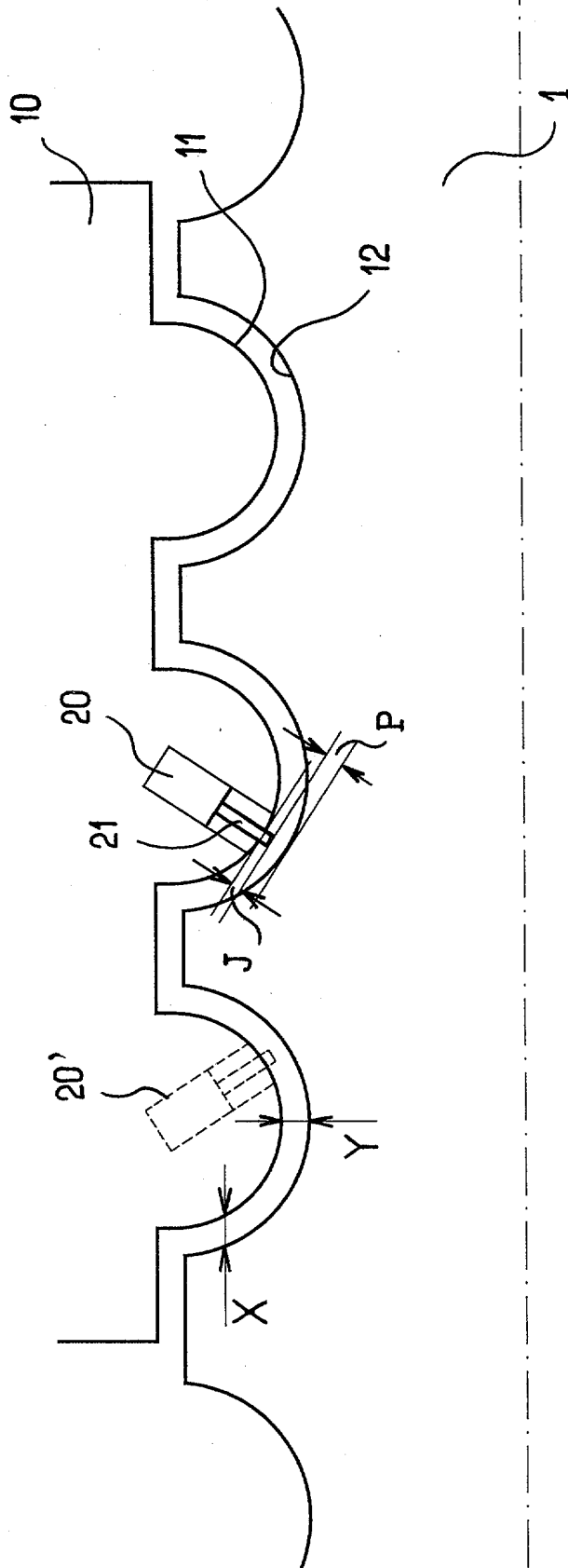
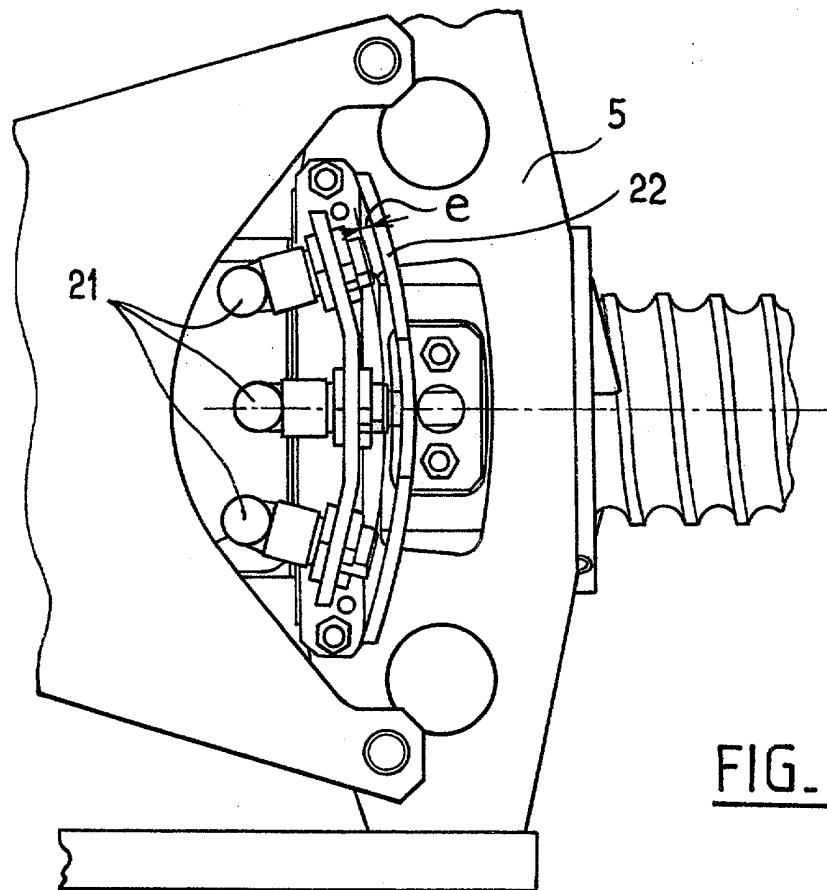
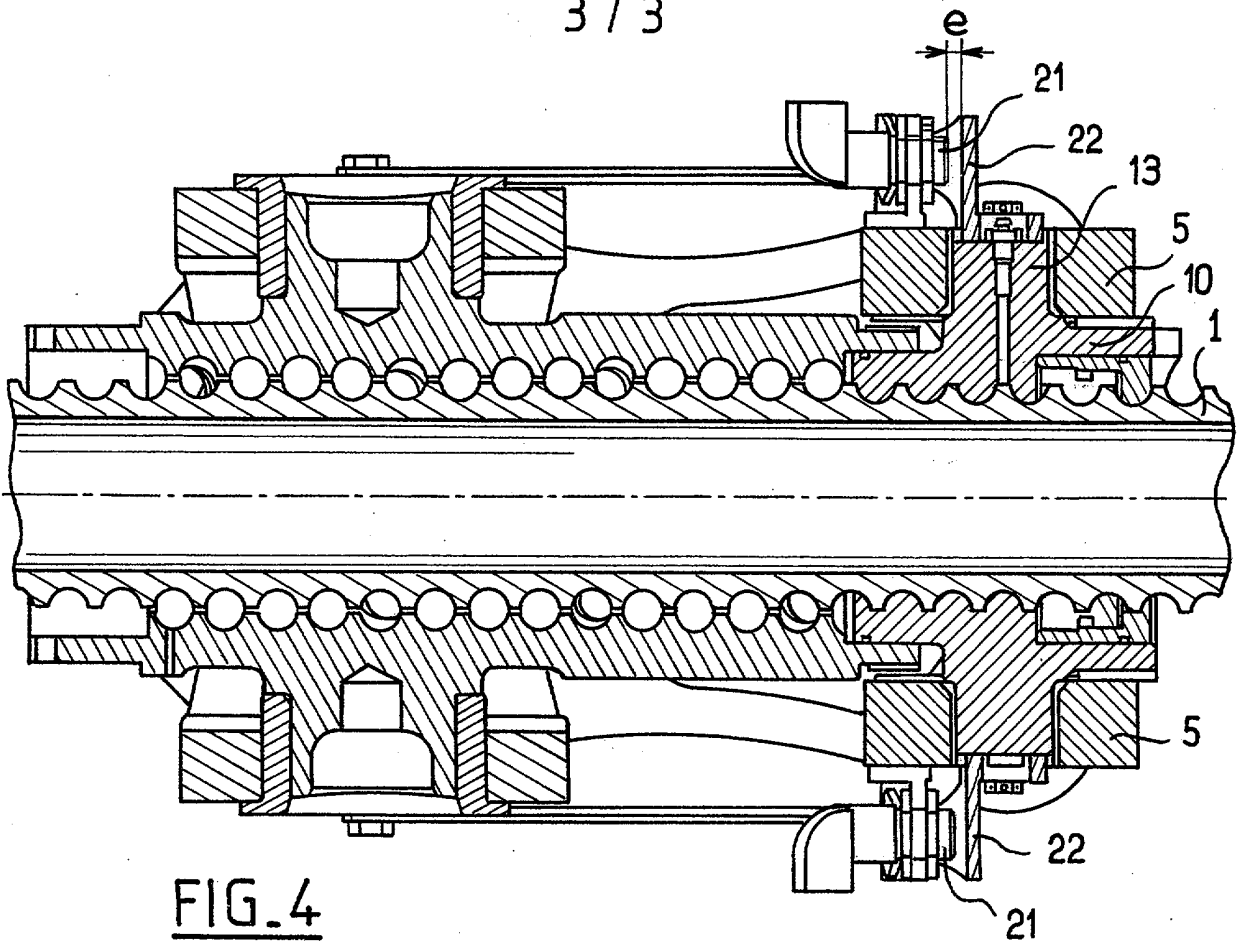


FIG. 3



**RAPPORT DE RECHERCHE
PRÉLIMINAIRE**

établi sur la base des dernières revendications
déposées avant le commencement de la recherche

FA 619777
FR 0205558

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
D,A	US 2 855 790 A (SMITH IRA D) 14 octobre 1958 (1958-10-14) * le document en entier * ---	1	F16H25/24 B64C13/28
D,A	FR 2 714 703 A (MAGNETIC ELEKTROMOTOREN AG) 7 juillet 1995 (1995-07-07) * le document en entier * ---	1	
A	DE 94 05 353 U (WOLF FRANK) 1 juin 1994 (1994-06-01) * page 3, ligne 18 - ligne 29 * ---	1	
A	DE 296 00 722 U (DEWERT ANTRIEBS SYSTEMTECH) 3 juillet 1997 (1997-07-03) * revendication 4; figures 3,4 * -----	1	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (Int.CL.7)
			F16H B64C
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
14 janvier 2003		Van Prooijen, T	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS			
X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant			

1

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 0205558 FA 619777**

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche préliminaire visé ci-dessus.

Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du 14-01-2003

Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 2855790	A	14-10-1958	AUCUN	
FR 2714703	A	07-07-1995	CH 688010 A5	15-04-1997
			DE 9420384 U1	13-04-1995
			FR 2714703 A3	07-07-1995
			IT MI940869 U1	05-07-1995
DE 9405353	U	01-06-1994	DE 9405353 U1	01-06-1994
DE 29600722	U	03-07-1997	DE 29600722 U1	03-07-1997