

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle  
Bureau international



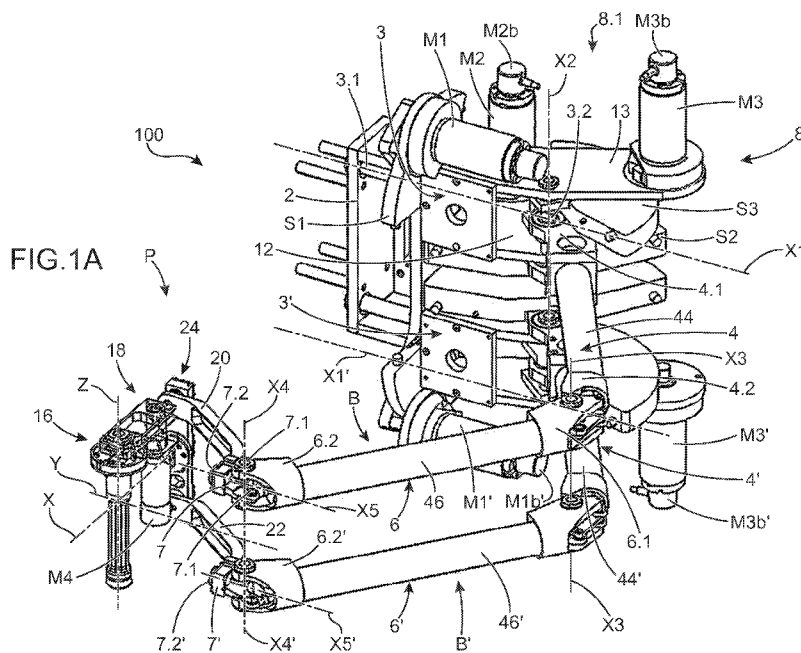
(10) Numéro de publication internationale  
**WO 2011/039341 A1**

(43) Date de la publication internationale  
7 avril 2011 (07.04.2011)

- (51) Classification internationale des brevets :  
B25J 13/02 (2006.01) B25J 3/04 (2006.01)
- (21) Numéro de la demande internationale :  
PCT/EP2010/064623
- (22) Date de dépôt international :  
1 octobre 2010 (01.10.2010)
- (25) Langue de dépôt : français
- (26) Langue de publication : français
- (30) Données relatives à la priorité :  
09 56901 2 octobre 2009 (02.10.2009) FR  
09 58006 13 novembre 2009 (13.11.2009) FR
- (71) Déposant (pour tous les États désignés sauf US) :  
Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives [FR/FR]; 25 rue Leblanc, Bâtiment "Le Ponant D", F-75015 Paris (FR).
- (72) Inventeurs; et  
(75) Inventeurs/Déposants (pour US seulement) :  
GOSELIN, Florian [FR/FR]; 114 avenue Victor Hugo, F-92170 Vanves (FR). FERLAY, Fabien [FR/FR]; Quartier les Sespions, F-26770 Taulignan (FR).
- (74) Mandataire : ILGART, Jean-Christophe; Brevaalex, 95, rue d'Amsterdam, F-75378 Paris Cedex 8 (FR).
- (81) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de protection nationale disponible) : AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de protection régionale disponible) : ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), européen (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).
- Publiée :  
— avec rapport de recherche internationale (Art. 21(3))

(54) Title : ROBOT OR HAPTIC INTERFACE STRUCTURE HAVING PARALLEL ARMS

(54) Titre : STRUCTURE DE ROBOT OU D'INTERFACE HAPTIQUE A BRAS EN PARALLELE



(57) Abstract : The invention relates to a robot or haptic interface structure having six degrees of freedom and comprising a base (2), two parallel arms (B, B'), and a wrist joint (P), said arms (B, B') being pivotably mounted between a base (2) and a wrist joint (P), said arms (B, B') comprising a shoulder joint (3, 3'), an arm (4, 4'), and a forearm (6, 6') supporting the wrist joint (P), said wrist joint (P) comprising: a connecting segment (24) on which a handle holder (18) is articulated about a first rotational axis (X); a handle (16) rotatably articulated onto the handle holder (18) about a second rotational axis (Z), said handle (16) being capable of rotatably moving about the first axis (X), the second axis (Z), and a third axis (Y); and means for reducing the rotation of said wrist joint (16) about at least the first rotational axis (X) relative to the rotation of the connecting segment (24) is moreover hinged to the connecting segment (24).

(57) Abrégé :

[Suite sur la page suivante]

WO 2011/039341 A1

---

Structure à six degrés de liberté pour robot ou interface haptique comportant une base (2), deux branches en parallèle (B, B' ) et un poignet (P), lesdites branches (B, B' ) étant montées articulées entre une base (2) et un poignet (P), lesdites branches (B, B') comportant une épaule (3, 3'), un bras (4, 4') et un avant-bras (6, 6') portant le poignet (P), ledit poignet (P) comportant un segment de liaison (24) sur lequel est articulé un porte-poignée (18) autour d'un premier axe de rotation (X), une poignée (16) articulée en rotation sur le porte-poignée (18) autour d'un deuxième axe de rotation (Z), ladite poignée (16) pouvant se déplacer en rotation autour du premier axe (X), du deuxième axe (Z) et d'un troisième axe (Y), des moyens de démultiplication de la rotation de ladite poignée (16) autour d'au moins le premier axe de rotation (X) par rapport à la rotation du segment de liaison (24).

**STRUCTURE DE ROBOT OU D'INTERFACE HAPTIQUE  
A BRAS EN PARALLELE**

**DESCRIPTION**

**5    DOMAINE TECHNIQUE ET ART ANTÉRIEUR**

La présente invention se rapporte à une structure de robot ou d'interface haptique à bras en parallèle, à un robot et à une interface haptique à six degrés de liberté comportant au moins une telle structure.

Une interface haptique permet à un individu d'interagir avec un environnement virtuel ou de commander un robot à distance, en appliquant une réaction à l'utilisateur.

15            Cette interface est généralement manipulée par la main.

Afin de rendre l'interface haptique la plus générique possible, on cherche à avoir six degrés de liberté, trois degrés de liberté en translation et trois degrés de liberté en rotation, afin de pouvoir manipuler l'environnement virtuel ou le robot distant dans toutes les directions.

On cherche en outre à réduire les configurations dans lesquelles des singularités pourraient apparaître, i.e. des configurations dans lesquelles il y a des disparitions locales des degrés de liberté ou apparition de mouvements incontrôlés.

Enfin, on souhaite avoir un comportement le plus homogène possible dans toutes les directions.

Il existe deux types d'architectures de robots ou d'interfaces haptiques :

5 - l'architecture série, constituée d'une chaîne unique articulée de plusieurs corps disposés entre une base fixe et la poignée saisie par l'utilisateur. Cette architecture permet de disposer d'un grand espace de travail, cependant elle offre une dynamique limitée car chaque corps articulé porte les corps en aval,

10 - l'architecture parallèle composée de plusieurs branches articulées disposées entre une base fixe et une plate forme mobile portant elle-même la poignée manipulée par l'utilisateur. Cette architecture offre une bonne dynamique mais son espace de travail est limité.

Un bon compromis est obtenu avec une architecture mixte comprenant un étage à architecture parallèle constitué de deux branches articulées formées chacune d'une épaule, d'un bras et d'un avant-bras, ces deux branches étant disposées entre une base fixe et un poignet, portant lui-même en série la poignée manipulée par l'utilisateur.

Cette architecture offre à la fois un grand espace de travail et une bonne dynamique.

25 Cependant, dans les structures parallèles ou mixtes de l'état de la technique, les mouvements de rotation ne sont pas suffisamment découplés des mouvements de translation, i.e. on n'obtient pas de mouvement de rotation purs ou quasiment purs.

30 En outre, l'espace de travail est limité du fait des risques de collisions entre les branches.

Ces inconvénients existent également dans les structures de robot de l'état de la technique.

C'est par conséquent un but de la présente invention d'offrir une structure de robot ou  
5 d'interface haptique offrant un espace de travail important.

### **EXPOSÉ DE L'INVENTION**

Le but précédemment énoncé est atteint par une architecture à deux branches en parallèle montées  
10 articulées sur une base et portant un poignet, le poignet comportant un segment de liaison sur lequel est articulé un porte-poignée sur lequel est articulée une poignée, la poignée étant mobile en rotation autour de trois axes orthogonaux, dans laquelle des moyens  
15 d'amplification des mouvements de rotation de la poignée par rapport au segment de liaison sont prévus, le segment de liaison étant lui-même articulé sur les branches.

En d'autres termes, on démultiplie  
20 sélectivement la rotation de la poignée par rapport au segment de liaison, ce qui permet de réduire les risques de collisions entre les branches, et augmente l'espace de travail.

De manière avantageuse, on prévoit un  
25 dispositif de maintien en orientation du premier axe de rotation du poignet entre les branches du dispositif et le poignet, ce qui permet de rejeter les singularités en dehors de l'espace de travail.

Dans un mode de réalisation avantageux, on  
30 obtient une diminution, voire une suppression des

couplages entre les mouvements de rotation et de translation.

Pour cela, l'architecture du poignet est telle qu'elle permet aux trois axes de rotation de la poignée d'être concourants.

Par exemple, le poignet comporte deux supports articulés sur les branches de la structure, ces deux éléments étant de forme courbée, dégagant ainsi la zone où se trouve le point de concours des axes de rotation, et permettant à un opérateur de manipuler la poignée au niveau du point de concours.

La présente invention a alors principalement pour objet une structure à six degrés de liberté pour robot ou interface haptique comportant une base, deux branches en parallèle et un poignet, lesdites branches étant montées articulées par une extrémité sur la base et par une autre extrémité sur le poignet, lesdites branches comportant chacune une épaule du côté de la base, un bras et un avant-bras du côté du poignet, l'avant-bras étant articulé sur le bras, ledit poignet comportant un segment de liaison sur lequel est articulé un porte-poignée autour d'un premier axe de rotation, une poignée articulée en rotation sur le porte-poignée autour d'un deuxième axe de rotation, ladite poignée étant apte à se déplacer en rotation autour du premier axe, du deuxième axe et d'un troisième axe, ladite structure comportant également des moyens de démultiplication de la rotation dudit porte-poignée autour d'au moins le premier axe de rotation par rapport à la rotation du segment de liaison.

De manière avantageuse, au moins deux des trois axes sont orthogonaux.

Le poignet comporte avantageusement deux segments, reliant le segment de liaison aux avant-bras, le segment de liaison étant articulé en rotation sur le premier et le deuxième segment, autour de deux axes, un desdits deux axes, étant parallèle au premier axe, lesdits segments étant articulés chacun en rotation sur les avant-bras, autour de deux axes, lesdits segments ayant une forme courbée sensiblement centrée sur le deuxième axe.

Selon un premier mode de réalisation, la structure comporte des segments de maintien à l'extrémité des avant-bras et le poignet comporte également deux segments, articulés en rotation sur les segments de maintien, autour de deux axes de rotation, le segment de liaison étant articulé en rotation sur le premier et le deuxième segment, autour de deux axes parallèles au premier axe, lesdits segments ayant une forme courbée sensiblement centrée sur le deuxième axe, la structure comportant également des moyens de maintien de l'orientation de chacun des axes de rotation des segments sur les segments de maintien, de telle sorte que les angles entre des axes donnés et chacun desdits axes de rotation des segments sur les segments de maintien restent constants.

Les axes de rotation des segments sur les segments de maintien sont avantageusement maintenus chacun parallèles aux dits axes donnés.

De manière encore plus avantageuse, les axes donnés sont parallèles entre eux, et les axes de

rotation des segments sur les segments de maintien sont parallèles entre eux.

Lesdits moyens de maintien de l'orientation des axes de rotation sont par exemple du type à  
5 parallélogrammes déformables. Lesdits moyens de maintien de l'orientation peuvent alors comporter une bielle de maintien par bras et une bielle de maintien par avant-bras, formant chacune avec le bras ou l'avant-bras un parallélogramme déformable

10 Préférentiellement, le premier axe est dans le plan contenant les axes de rotation du segment de liaison sur les segments.

De manière encore plus préférentielle, le premier axe est à équidistance des axes de rotation du  
15 segment de liaison sur les segments.

Le deuxième axe est avantageusement dans le plan contenant les axes de rotation des segments sur les segments de maintien.

Le premier axe est de manière encore plus  
20 avantageuse à équidistance des axes de rotation des segments sur les segments de maintien.

De manière préférentielle, le premier axe est concourant ou sécant avec le second axe.

La position de référence de saisie et de  
25 manipulation de la poignée peut alors avantageusement être située à l'intersection du premier axe de rotation du porte-poignée et du deuxième axe de rotation de la poignée.

Dans un exemple préféré de réalisation, le  
30 premier axe est dans le plan contenant les axes de rotation du segment de liaison sur les segments et à

équidistance de ces axes, le premier axe est également à équidistance des axes de rotation des segments sur les segments de maintien, le premier axe est concourant ou sécant avec le second axe, le deuxième axe est dans  
5 le plan contenant les axes de rotation des segments sur les segments de maintien, et la position de référence de saisie et de manipulation de la poignée est située à l'intersection du premier axe de rotation du porte-poignée et du deuxième axe de rotation de la poignée.

10 Les axes de rotation des segments sur les segments de maintien et les axes de rotation du segment de liaison sur les segments sont avantageusement concourants et orthogonaux

Selon un deuxième mode de réalisation, le  
15 segment de liaison est divisé en deux parties articulées l'une par rapport à l'autre par une liaison pivot, chaque partie étant articulée sur un segment.

Selon un premier exemple selon le deuxième mode de réalisation, la liaison pivot est  
20 perpendiculaire aux axes de rotation du segment de liaison sur les segments, et est située entre lesdits axes.

Selon un deuxième exemple selon le deuxième mode de réalisation, le segment de liaison comporte un  
25 premier élément ayant sensiblement la forme d'un L, dont une branche est articulée sur l'un des segments, autour d'un des axes de rotation du segment de liaison sur les segments, concourant avec l'un des axes de rotation des segments sur les avant-bras, et l'autre  
30 branche est sensiblement parallèle au porte-poignée, et un deuxième élément de forme coudée, ledit deuxième

élément étant articulé en rotation sur le premier élément au niveau d'une première extrémité, ledit deuxième élément étant articulé en rotation sur l'autre segment, autour d'un axe concourant avec l'autre des axes de rotation des segments sur les avant-bras, les axes de rotation des segments sur les avant-bras et les axes de rotation du premier élément du segment de liaison et du deuxième élément du segment de liaison sur les segments étant concourants, et l'axe de l'articulation entre le premier élément et le deuxième élément du segment de liaison étant concourant avec l'axe de rotation d'un des segments sur les avant-bras et l'axe de rotation du premier ou deuxième élément du segment de liaison sur l'un des segments.

Avantageusement, le premier axe est concourant ou sécant avec le second axe.

Dans une variante préférée, le point de concours des premier et deuxième axes est situé à égale distance des points de concours d'une part des axes de rotation du premier élément du segment de liaison par rapport au segment et du segment par rapport à l'avant-bras, et d'autre part des axes de rotation du deuxième élément du segment de liaison par rapport au segment et du segment par rapport à l'avant-bras, et la position de référence pour la saisie et la manipulation de la poignée est placée à l'intersection du premier axe de rotation et du deuxième axe de rotation.

Quel que soit le mode de réalisation, la poignée peut être articulée sur le porte-poignée au niveau d'une de ses extrémités.

Selon le deuxième exemple selon le deuxième mode de réalisation, l'articulation du premier et du deuxième élément du segment de liaison peut être en regard de l'extrémité libre de la poignée. En variant, 5 l'articulation du premier et du deuxième élément du segment de liaison peut être en regard de l'extrémité de la poignée articulée sur le porte-poignée.

Les moyens de démultiplication sont avantageusement formés par un cabestan à câble.

10 Par exemple, le cabestan à câble comporte au moins une première poulie fixée sur l'un des segments, et montée apte à pivoter sur le segment de liaison, son axe étant confondu avec l'axe de l'articulation du segment de liaison sur ledit segment, 15 et une deuxième poulie fixée sur le porte-poignée et montée apte à pivoter sur le segment de liaison, son axe étant confondu avec le premier axe de rotation, un câble étant enroulé autour des dites poulies, le rapport de diamètre entre les deux poulies et le 20 cheminement du câble, fixant le rapport de démultiplication desdits moyens de démultiplication

Dans une variante particulièrement adaptée au premier mode de réalisation, le cabestan comporte également deux poulies fixées chacune sur un des 25 segments, et montées aptes à pivoter sur le segment de liaison, leur axe étant confondu avec un axe de l'articulation du segment de liaison sur ledit segment, un câble reliant chacune des dites poulies à la poulie fixée sur le porte-poignée.

30 Dans un autre exemple de réalisation, les moyens de démultiplication sont formés par des

engrenages ou des galets frottants. Les engrenages ou les galets frottants peuvent comporter au moins un premier engrenage ou galet fixé sur l'un des segments et monté apte à pivoter sur le segment de liaison, son  
5 axe étant confondu avec l'axe de l'articulation du segment de liaison sur ledit segment et un deuxième engrenage ou galet fixé sur le porte-poignée et monté apte à pivoter sur le segment de liaison, son axe étant confondu avec le premier axe de rotation, le rapport de  
10 diamètre entre les deux engrenages ou galets fixant le rapport de démultiplication desdits moyens de démultiplication.

De manière avantageuse, le rapport de démultiplication est compris entre et 1 et 2. Le  
15 rapport de démultiplication est proche de ou égal à 1,5. De manière encore plus avantageuse, le rapport de démultiplication est égal à la racine carrée de 2 ou le rapport de démultiplication est égal à 1,4771.

Avantageusement, un moteur est monté dans  
20 le porte-poignée apte à entraîner la poignée autour du deuxième axe.

La structure selon l'invention peut comporter deux moteurs portés par la base pour agir sur les épaules autour de quatrièmes axes, deux moteurs  
25 portés par les épaules pour agir sur les bras autour de cinquièmes axes de rotation, et deux moteurs portés par les épaules pour agir sur les avant-bras autour des sixièmes axes, par l'intermédiaire de bielles d'actionnement parallèles aux bras.

Le ou les moteurs comportent avantageusement chacun un volant d'inertie à l'extrémité de leur arbre.

La présente invention a également pour  
5 objet une interface haptique comportant au moins une structure selon la présente invention

La présente invention a également pour objet un robot comportant au moins une structure selon la présente invention

#### 10 **BRÈVE DESCRIPTION DES DESSINS**

La présente invention sera mieux comprise à l'aide de la description qui va suivre et des dessins en annexe, sur lesquels :

- la figure 1A est une vue en perspective  
15 d'un premier mode de réalisation d'une structure selon la présente invention,

- la figure 1B est une vue identique à celle de la figure 1A dans laquelle le bras et l'avant-bras du robot sont présentés en coupe afin de voir  
20 leurs mécanismes internes,

- la figure 2A est une vue agrandie du poignet de la structure de la figure 1A,

- la figure 2A bis est une vue en perspective d'une première variante du poignet de la  
25 structure de la figure 1A,

- la figure 2A ter est une vue en perspective d'une seconde variante du poignet de la structure de la figure 1A,

- la figure 2B est une vue agrandie du porte-poignée et de la poignée de la figure 2A, dans  
30

laquelle certaines pièces sont montrées en coupe pour voir le mécanisme d'actionnement de la poignée,

- la figure 3 est une vue en perspective d'un deuxième mode de réalisation d'une structure selon la présente invention,

- la figure 4 est une vue en perspective d'une variante du deuxième mode de réalisation,

- la figure 5 est une vue en perspective d'une autre variante du deuxième mode de réalisation.

## 10 **EXPOSÉ DÉTAILLÉ DE MODES DE RÉALISATION PARTICULIERS**

Dans la présente demande, des axes sont dits « concourant » lorsqu'ils sont sécants.

Sur les figures 1A et 1B, on peut voir un mode de réalisation préféré d'une structure 100 d'interface haptique ou de robot selon la présente invention.

La structure 100 comporte une base 2, deux branches en parallèle B, B' et un poignet P.

Dans la description qui va suivre, certains éléments seront désignés par des termes correspondant au corps humain à des fins de clarté, ces éléments jouant des fonctions sensiblement équivalentes dans le cas d'une structure de robot.

La base 2, formée par un cadre constitué de plaques rigides dans l'exemple représenté, est destinée à être fixée, par exemple à une table de travail.

Les deux branches sont sensiblement identiques ou symétriques, nous ne décrirons en détail que la branche B.

La branche B comporte une épaule 3 articulée à une première de ses extrémités 3.1 sur la

base 2 autour d'un axe X1, un bras 4 articulé autour d'un axe X2 à une première de ses extrémités 4.1 sur une seconde extrémité 3.2 de l'épaule 3, un avant-bras 6 articulé autour d'un axe X3 à une première de ses extrémités 6.1 sur une deuxième extrémité 4.2 du bras 4 et un segment de maintien 7 articulé autour d'un axe X4 à une première de ses extrémités 7.1 sur une seconde extrémité 6.2 de l'avant-bras 6.

Les axes X1 et X2 sont non parallèles et avantageusement perpendiculaires. Les axes X2, X3 et X4 sont avantageusement parallèles.

Le poignet P est monté articulé sur une deuxième extrémité longitudinale 7.2 du segment de maintien 7.

La structure 100 comporte, entre la base 2 et le poignet P, des moyens d'actionnement 8 pour assurer le déplacement des branches B, B', et fournir un effort de contre-réaction dans le cas d'une interface haptique.

Ces moyens 8 sont répartis entre les articulations de la branche B et les articulations de la branche B', et sont similaires, seuls ceux 8.1 appliqués à la branche B seront décrits en détail.

Les moyens d'actionnement 8.1 comportent un premier moteur électrique M1 apte à appliquer un mouvement de rotation ou à résister au mouvement de rotation de l'épaule 3 par rapport à la base autour de l'axe X1 sensiblement horizontal dans la représentation de la figure 1A.

La transmission de la rotation de l'arbre du moteur M1 à l'épaule 3 est obtenue au moyen d'un

secteur angulaire S1 entraîné suivant le principe de cabestan à câble par une poulie solidaire en rotation de l'arbre du moteur M1, le secteur angulaire S1 étant solidaire de l'épaule 3.

5 Ce dispositif est bien connu de l'homme de l'art et le câble n'a pas été représenté par souci de lisibilité de la figure.

De manière avantageuse, les poulies moteurs sont spiralées pour mieux accrocher le câble et mieux  
10 le guider lors de l'actionnement du robot ou de l'interface haptique.

Cependant, il est bien entendu que ces poulies pourraient être lisses.

De même, de façon avantageuse, des moyens  
15 de rattrapage de jeu du câble, utilisant par exemple des pions de renvoi et des ressorts, peuvent être introduits sur le secteur S1, sur les autres secteurs angulaires qui seront décrits dans la suite de la description. Ce type de dispositif est connu de l'homme  
20 de l'art et ne sera pas détaillé.

Les moyens d'actionnement 8.1 comportent également un deuxième moteur M2 destiné à déplacer le bras 4 par rapport à l'épaule 3 ou à résister à son déplacement autour de l'axe X2.

25 Le moteur M2 est monté sur la platine 12 faisant partie de l'épaule 3, celui-ci est donc déplacé lorsque le moteur M1 est activé.

Comme pour le moteur M1, la transmission de la rotation de l'arbre du moteur M2 au bras 4  
30 s'effectue par l'intermédiaire d'un secteur S2 entraîné

par l'arbre du moteur M2 à l'aide d'un dispositif de type cabestan à câble.

Les moyens d'actionnement 8.1 comportent encore un troisième moteur M3 destiné à déplacer  
5 l'avant-bras 6 indépendamment du bras 4 autour de l'axe X3 parallèle à l'axe X2. Comme pour les moteurs M1 et M2, le mouvement de rotation ou le couple résistant d'une poulie M3.1 (visible sur la figure 1B) liée à l'arbre du moteur M3 est transmis au secteur angulaire  
10 S3 articulé en rotation autour de l'axe X2 par rapport à l'épaule 3 par un dispositif de type cabestan à câble. Par soucis de lisibilité des figures le câble cheminant sur le secteur S3 et sur la poulie M3.1 n'est pas représenté, de même que les câbles des autres  
15 dispositifs d'actionnement liés aux autres moteurs.

Ce mouvement de rotation est transmis à l'avant-bras par l'intermédiaire d'une bielle 14 dont l'une des extrémités 14.1 est liée au secteur S3 par une articulation de rotation S3.1 et l'autre extrémité  
20 14.2 est liée à l'avant-bras par une articulation de rotation 6.3, de telle sorte que la bielle d'actionnement 14 reste parallèle au bras 4, formant avec celui-ci un parallélogramme déformable.

Ce type de dispositif est bien connu de  
25 l'homme de l'art et ne sera pas détaillé plus avant ici.

Comme on peut le voir sur la figure 1B, dans l'exemple représenté et ceci de manière particulièrement avantageuse, la branche B comporte un  
30 ensemble de bielles 15a, 15b destinées à maintenir l'axe X5 de l'articulation de rotation entre le segment

7 et le poignet P à orientation constante par rapport à l'axe X1 de l'articulation de rotation entre la base 2 et l'épaule 3, et de manière avantageuse parallèle à cet axe.

5 Une première extrémité 15a.1 de la bielle 15a est articulée en rotation autour d'un axe parallèle à X2 par rapport à la platine 12 de l'épaule 3 au niveau d'une extrémité 12.1.

10 Une seconde extrémité 15a.2 de la bielle 15a est articulée en rotation autour d'un axe parallèle à X3 autour d'une première extrémité 115.1 d'une pièce de renvoi 115 elle-même articulée autour de l'axe X3 par rapport au bras 4 et à l'avant-bras 6. Une première extrémité 15b.1 de la bielle 15b est articulée en rotation autour d'un axe parallèle à X3 autour d'une seconde extrémité 115.2 de la pièce de renvoi 115. Une seconde extrémité 15b.2 de la bielle 15b est articulée en rotation autour d'un axe parallèle à l'axe X4 autour d'une extrémité 7.3 du segment de maintien 7.

20 Les axes de toutes ces articulations sont donc parallèles à l'axe X3 et les distances entre l'axe X4 et l'axe de l'articulation reliant les extrémités 7.3 du segment 7 et 15b.2 de la bielle 15b, entre l'axe X3 et l'axe de l'articulation reliant les extrémités 25 15b.1 de la bielle 15b et 115.2 de la pièce de renvoi 115, entre l'axe X3 et l'axe de l'articulation reliant les extrémités 15a.2 de la bielle 15a et 115.1 de la pièce de renvoi 115 et entre l'axe X2 et l'axe de l'articulation reliant les extrémités 15a.1 de la bielle 15a et 12.1 de la platine 12 sont égales, de sorte que les ensembles constitués d'une part de la 30

platine 12, de la bielle 15a, de la pièce de renvoi 115 et du bras 4 et d'autre part de la pièce de renvoi 115, de la bielle 15b, du segment 7 et de l'avant-bras 6 constituent deux parallélogrammes en série permettant de maintenir constant l'angle entre les axes X5 et X1.

Avantageusement, les axes X1 et X5 sont maintenus parallèles.

Les moyens d'actionnement 8.2 de la branche B' sont similaires aux moyens 8.1.

Ils comportent un moteur M1' pour déplacer ou résister au déplacement de l'épaule 3' par rapport à la base 2 autour d'un axe X1', un moteur M2' pour déplacer ou résister au déplacement du bras 4' par rapport à l'épaule 3' autour d'un axe X2' et un moteur M3' pour déplacer ou résister au déplacement de l'avant-bras 6' par rapport au bras 4' autour d'un axe X3' via un dispositif de type parallélogramme constitué du bras 4', du secteur S3', de la bielle d'actionnement 14' et de la portion de l'avant-bras 6' disposée entre l'axe X3' et l'articulation 6.3'.

Les moyens de maintien de l'angle entre les axes X1' et X5' de la branche B' sont également similaires à ceux de la branche B.

Les ensembles constitués d'une part de la platine 12', de la bielle 15a', de la pièce de renvoi 115' et du bras 4' et d'autre part de la pièce de renvoi 115', de la bielle 15b', du segment 7' et de l'avant-bras 6' constituent deux parallélogrammes en série permettant de maintenir constant l'angle entre les axes X5' et X1'.

Avantageusement, les axes X1' et X5' sont maintenus parallèles.

Ainsi, les axes X1 et X1' étant avantageusement parallèles, les axes X5 et X5' le sont également.

De manière également avantageuse, on prévoit de faire passer les bielles d'actionnement 14, 14' et de maintien 15a, 15b, 15a', 15b' de l'orientation des segments 7, 7' à l'intérieur de tubes 44, 46, 44', 46' formant le corps du bras et de l'avant-bras, ce qui permet de rendre le dispositif plus sûr, puisque les risques de blessure par coincement des doigts entre les bras, avant-bras et les bielles sont réduits.

Par ailleurs, les moyens d'actionnement M1, M2, M3 de la branche B comme ceux M1', M2', M3' de la branche B' et l'actionneur M4 de la poignée, qui sera décrit ci-dessous, sont pourvus de dispositifs de mesure ou capteurs M1b, M2b, M3b, M1b', M2b', M3b', M4b destinés à mesurer leurs rotations, donc les mouvements des segments qu'ils entraînent ou auxquels ils s'opposent, de manière à apporter une réponse de commande adaptée.

Il est bien entendu que la transmission de la rotation des moteurs aux secteurs actionnant les branches peut être réalisée par tout autre moyen adapté, comme par exemple des systèmes d'engrenages, de courroies ou de galets frottants.

Il est également entendu que l'actionnement peut être obtenu par tout type de moteurs adapté, comme par exemple des moteurs électriques à courant continu,

des moteurs synchrones autopilotés, des moteurs asynchrones ou encore des actionneurs pneumatiques ou hydrauliques.

On peut encore utiliser pour opposer une  
5 résistance aux mouvements de l'utilisateur des systèmes freinant, comme par exemple des freins à poudre, des freins à fluides électro ou magnéto rhéologiques ou des freins à disques.

Des moteurs peuvent également être combinés  
10 aux freins sur les différents axes du robot. Ce type d'association est connu de l'homme de l'art et ne sera pas détaillé ici.

Il est enfin entendu que les dispositifs de mesure des mouvements des moteurs peuvent être de tout  
15 type adapté, comme par exemple des codeurs optiques, des potentiomètres, des capteurs à effet Hall, des capteurs magnéto-optiques.

Des dispositifs de mesure de l'un quelconque de ces types pourraient également être  
20 intégrés directement au niveau des articulations le long des axes X1, X1' entre la base 2 et les épaules 3, 3', le long des axes X2, X2' entre les épaules 3, 3' et les bras 4, 4', le long des axes X3, X3' entre les bras 4, 4' et les avant-bras 6, 6', ces dispositifs de  
25 mesure venant en remplacement ou en complément de ceux des moteurs M1, M2, M3, M1', M2', M3'.

De manière avantageuse, des volants d'inertie sont prévus sur les arbres des moteurs pour améliorer la stabilité de leur commande, et  
30 donc améliorer les performances en effort du robot ou de l'interface haptique.

Nous allons maintenant décrire en détail le poignet P selon la présente invention.

Le poignet P est monté articulé sur les extrémités 7.2 et 7.2' des segments de maintien 7 et 7'.

5 Plus particulièrement, le poignet P est monté mobile en rotation sur les extrémités 7.2 et 7.2' autour d'un axe X5, X5' respectivement, non parallèle et avantageusement perpendiculaire à l'axe X4, respectivement X4'.

10 Le poignet P comporte une poignée 16 destinée à être saisie par l'opérateur, dans le cas d'une interface haptique, un porte-poignée 18 sur lequel est montée la poignée 16, un segment de liaison 24 sur lequel est monté le porte-poignée 18 et deux  
15 segments 20, 22 pour relier le segment de liaison 24 aux segments de maintien 7, 7'.

Dans le cas d'un robot, on désignera également par poignée la partie destinée à interagir avec l'extérieur, par exemple un moyen de préhension,  
20 tel qu'une pince ou une ventouse.

La poignée peut être un stylo, un manche à balai, par exemple du type joystick, une boule, une pince, etc. selon les applications envisagées, dont on peut citer les jeux, les dispositifs de simulation,  
25 notamment d'assemblage, de maintenance ou de formation au geste technique ou au poste de travail, la télémanipulation, la télé-opération ou le déplacement à distance, par exemple dans le domaine nucléaire, le domaine de l'aérospatial ou le domaine médical.

30 La poignée 16 est mobile en rotation autour de trois axes X, Y et Z.

Dans l'exemple représenté, l'axe Z est confondu avec l'axe de la poignée, celui-ci est vertical dans la représentation de la figure 2A.

Les axes X et Y sont contenus dans un plan  
5 avantageusement orthogonal à l'axe Z, situé entre les deux segments de maintien 7, 7' entre les deux branches.

L'axe X est situé dans la zone médiane entre les deux axes de rotation X6, X6' autour desquels  
10 le segment de liaison 24 est articulé sur les segments 20, 22.

L'axe Y est situé dans la zone médiane entre les deux axes X5, X5', autour desquels chaque segment 20, 22 est articulé sur les segments de  
15 maintien 7, 7'.

Sur la figures 2A et 2B, on peut voir en détail le poignet de la figure 1. Les figures 2A bis et 2A ter représentent des variantes de réalisation du poignet.

Sur la figure 2A, le segment de maintien 24  
20 a une forme de plaque reliant les deux extrémités 20.2, 22.2 des segments 20, 22, opposées à celles reliées aux segments de maintien 7, 7' et le porte-poignée a une forme de L monté en porte-à-faux sur le segment de  
25 liaison 24 et à l'extrémité duquel la poignée est montée.

Dans le mode de réalisation représenté sur la figure 2A, la pièce en L 26 comporte une branche sensiblement orthogonale à l'axe Z et la poignée est  
30 reliée à la deuxième branche de la pièce en L par une de ses extrémités longitudinales 16.1.

Le segment de liaison 24 est monté articulé autour des deux axes de rotation X6, X6' par deux liaisons pivots sur les extrémités 20.2, 22.2 des segments 20, 22.

5 La pièce en L 26 comporte une petite branche 26.1 articulée en rotation autour de l'axe X sur le segment de liaison entre les deux liaisons pivots d'axes X6 et X6', avantageusement à mi-distance de ces axes.

10 De manière avantageuse, la poignée 16 est montée à l'extrémité libre de la grande branche 26.2 de la pièce en L, ce qui permet à l'opérateur de saisir aisément la poignée à pleine main ou avec les doigts.

15 Il est bien entendu que l'on pourrait prévoir que l'ensemble poignée et porte-poignée forme une pièce en T couchée, le pied du T étant perpendiculaire au segment de liaison 24 et articulé en rotation sur le segment de liaison 24.

20 Selon la présente invention, on introduit un rapport de démultiplication entre la rotation de l'ensemble porte-poignée 18 et poignée 16 autour de l'axe X et le mouvement de rotation du segment de liaison 24 par rapport aux segments 20, 22 autour des axes X6, X6', de sorte que la rotation de la poignée  
25 autour de l'axe X soit amplifiée par rapport à celle du segment de liaison 24 reliant les segments 20, 22.

30 Cette démultiplication dans les mouvements de rotation permet de limiter les rapprochements des extrémités des deux branches B, B', tout en offrant un pivotement de grande amplitude de la poignée, plus particulièrement autour de l'axe X.

Les risques de collisions sont donc diminués et l'espace de travail est augmenté, puisque l'amplitude des mouvements de rotation est augmentée.

En outre, les performances en rotation d'un point de vue vitesses, efforts et raideurs de contrôle sont améliorées et homogénéisées.

Dans l'exemple représenté, la démultiplication est obtenue par un système de type cabestan à câble.

Le système de démultiplication comporte une première poulie 28 fixée sur le segment 20 à son extrémité 20.2. Le segment de liaison 24 étant mobile en rotation autour de l'axe X6, il tourne par rapport à la poulie 28. Une seconde poulie 32 est fixée sur la pièce en L 26 du porte-poignée 18 et tourne autour de l'axe X par rapport au segment de liaison 24 en même temps que la pièce en L 26. Un câble C1 relie les poulies 28 et 32. Une première portion de câble libre C1a est fixé à l'une de ses extrémités sur la poulie 32 tandis que son autre extrémité atteint la poulie 28. Le câble est ensuite enroulé plusieurs fois sur la poulie 28 afin d'empêcher tout glissement entre la poulie et le câble. Cet enroulement n'est pas représenté sur les figures par soucis de lisibilité. La poulie 28 est avantageusement spiralée pour améliorer l'accroche du câble. Dans cet exemple de réalisation, les portions de câble C1a et C1b sont croisés.

Enfin, une seconde portion de câble libre C1b va de la poulie 28 à l'une de ses extrémités à la poulie 32 à laquelle elle est attachée à son autre extrémité. Ainsi tout mouvement du câble par rapport à

l'une des poulies se traduit par une rotation de l'autre poulie.

Comme les poulies des moteurs M1, M2, M3, M1', M2', M3', il est bien entendu que la poulie 28, tout comme la poulie 38 présentée ci-dessous pourraient être lisses. De même, comme sur les secteurs S1, S2, S3, S1', S2', S3', des moyens de rattrapage de jeu du câble, utilisant par exemple des pions de renvoi et des ressorts, peuvent être introduits de façon avantageuse sur la poulie 32 et sur la poulie 36 qui sera présentée par la suite. Ce type de dispositif est connu de l'homme de l'art et ne sera pas détaillé.

Le rapport des mouvements des deux poulies est fonction du rapport entre leurs diamètres. Ici lorsque le segment de liaison subit un mouvement de rotation par rapport aux segments 20, 22 autour des axes X6, X6', l'un des brins de câble vient s'enrouler autour de la poulie 28 tandis que l'autre s'en déroule.

Le câble entraîne alors la poulie 32 donc le porte-poignée 18 autour de l'axe X. De la même manière, lorsque l'utilisateur entraîne la poignée autour de l'axe X, la poulie 32 est entraînée en rotation par rapport au segment de liaison 24. Ce mouvement est transmis par le câble C1 à la poulie 28 et le segment de liaison 24 est mis en rotation par rapport aux segments 20, 22 autour des axes X6, X6'.

Une pièce 30 est fixée sur le segment 22 à son extrémité 22.2. Dans le mode de réalisation présenté sur la figure 2A, cette pièce sert uniquement à combler le décalage entre le segment de liaison 24 et

le segment 22 provoqué par l'introduction de la poulie 28 entre le segment de liaison 24 et le segment 20.

Il serait également possible de placer le câble C1 entre la poulie 32 et la pièce 30.

5 Dans ce cas on pourrait avantageusement réaliser un filetage sur la pièce 30 de manière à améliorer l'accroche du câble sur celle-ci.

Il serait également possible de mettre un des brins du câble C1 entre la poulie 28 et la poulie 10 32 et l'autre brin entre la poulie 32 et la pièce 30 de manière à équilibrer le système.

Il serait enfin possible de mettre un câble entre la poulie 28 et la poulie 32 et un second câble entre la poulie 32 et la pièce 30 de manière à 15 renforcer le dispositif et à en améliorer les capacités et la raideur en doublant le câble.

Le rapport de démultiplication est choisi de manière avantageuse de sorte que le mouvement de la poignée soit plus important que celui du segment de 20 liaison 24 afin de limiter les collisions entre les branches B, B' et de telle sorte que la raideur d'asservissement en rotation soit la plus homogène dans toutes les directions et dans toutes les orientations de l'espace de travail.

25 Le rapport d'amplification, c'est-à-dire le rapport entre l'angle de rotation du porte-poignée 18 et de la poignée 16 autour de l'axe X et l'angle de rotation du segment de liaison 24 autour des axes X6, X6', est compris de préférence entre 1 et 2.

30 Ces valeurs de rapport d'amplification permettent d'obtenir une raideur d'asservissement en

rotation homogène à la fois dans toutes les directions et dans toutes les orientations de l'espace de travail.

De manière encore plus préférentielle, ce rapport est proche de ou égal à 1,5. Il peut ainsi être  
5 pris égal de manière préférentielle à  $\sqrt{2}$  ou à 1.4771.

Le rapport d'amplification est également fonction du cheminement du câble. La figure 2A bis montre ainsi une variante du dispositif dans laquelle les deux brins de câble C1a et C1b ne se croisent pas.  
10 On obtient ainsi un rapport d'amplification différent.

La démultiplication peut également être réalisée par un système à courroie ou à engrenages. La figure 2A ter montre une variante du dispositif d'amplification utilisant des engrenages ou des galets  
15 frottants. Un premier engrenage ou galet 28 est fixé à l'extrémité 20.2 du segment 20 dont il est solidaire. Un second engrenage ou galet 32 est fixé à la branche 26.1 du porte poignée 26 dont il est solidaire. Le segment de liaison 24 tourne par rapport à l'engrenage  
20 28 et au segment 20 autour de l'axe X6 et par rapport à l'engrenage 32 et au porte poignée 26 autour de l'axe X. L'engrènement des dents des engrenages 28 et 32 (non représentées sur la figure 2A ter par soucis de lisibilité) ou l'entraînement par frottement des galets  
25 28 et 32 produit le mouvement d'amplification.

Suivant le type de mécanisme choisi, le rapport des rayons des poulies ou des engrenages ou galets et le cheminement des câbles ou le nombre d'engrenages, on obtient des rapports d'amplification  
30 différents inférieurs ou supérieurs à 1.

Dans l'exemple représenté, la démultiplication de la rotation est réalisée autour de l'axe X. On peut prévoir de réaliser une démultiplication autour de l'axe Y, s'ajoutant à celle  
5 autour de l'axe X ou à la place de celle autour de l'axe X.

Par exemple, la démultiplication de la rotation autour de l'axe Y peut être obtenue en disposant le segment de liaison 24 en rotation autour  
10 des axes X5, X5' entre les segments de maintien 7 et 7', et en montant un segment similaire au segment 20 au centre du segment de liaison 24, le segment 20 pouvant alors tourner autour de l'axe Y par rapport au segment de liaison 24.

15 Le porte-poignée 18 serait alors monté à l'extrémité libre 20.2 du segment 20, le segment 22 n'existant plus dans ce cas. Une poulie similaire à la poulie 28 serait fixée sur le segment de maintien 7 et une poulie similaire à la poulie 32 serait fixée sur le  
20 segment 20. Un câble similaire au câble C1 serait disposé entre la poulie similaire à la poulie 28 et la poulie similaire à la poulie 32 et assurerait que le mouvement de rotation du segment 20 autour de l'axe Y soit amplifié par rapport au mouvement de rotation du  
25 segment de liaison 24 autour des axes X5, X5'. Un moteur serait monté à proximité de ou à l'extrémité 20.2 du segment 20 et entrainerait directement la poulie 32 donc le porte-poignée 18 et la poignée 16 autour de l'axe X, qui serait alors confondu avec l'axe  
30 X6. Cet entraînement pourrait être réalisé par tout

moyen approprié comme par exemple un cabestan à câble, des engrenages, une courroie ou des galets frottants.

De même, le mouvement d'amplification autour de l'axe Y pourrait être réalisé par tout autre  
5 moyen approprié, comme par exemple des engrenages, une courroie ou des galets frottants.

Avantageusement, on prévoit de commander le mouvement de la poignée 16 autour de l'axe Z au moyen d'un moteur M4 embarqué sur le porte-poignée 18.

10 Dans l'exemple représenté, le moteur M4 est logé dans la pièce en L 26 le long de la petite branche 26.1.

La rotation du moteur M4 est transmise à la poignée 16 par un câble C2 (représenté sur la figure 2B  
15 sur laquelle la pièce en L 26 est vue en coupe pour permettre de le voir) et une poulie 36 solidaire en rotation de la poignée 16.

Le câble C2 comprend une première portion libre C2A fixée à la poulie 36 à l'une de ses  
20 extrémités et allant jusqu'à une poulie 38 solidaire de l'arbre de sortie du moteur M4 à son autre extrémité. Le câble C2 fait ensuite plusieurs tours autour de la poulie 38 de manière à empêcher tout glissement entre le câble et la poulie. Enfin, une seconde portion de  
25 câble libre C2b va de la poulie 38 à l'une de ses extrémités à la poulie 36 à laquelle il est fixé à son autre extrémité.

Ainsi tout mouvement du moteur est transmis à la poignée et tout mouvement de la poignée est  
30 transmis au moteur.

Ces mouvements sont amplifiés d'un rapport égal au rapport entre les diamètres des poulies 36 et 38.

Ce dispositif de type cabestan à câbles est connu de l'homme de l'art et ne sera pas plus détaillé  
5 ici.

On peut prévoir de disposer le moteur M4 à distance du poignet, dans ce cas la masse embarquée est réduite mais il faudra prévoir des systèmes de transmissions pour actionner la poignée à distance.

10 De manière particulièrement avantageuse, l'axe X est situé dans le plan contenant les axes X6 et X6'. De manière plus avantageuse, l'axe X est équidistant des axes X6 et X6'. De manière encore plus avantageuse, l'axe Z et l'axe X sont concourants. Le  
15 découplage en X est amélioré.

De manière avantageuse également, l'axe Z est situé dans le plan contenant les axes X5 et X5'. De manière encore plus avantageuse l'axe X est équidistant des axes X5 et X5'. Le découplage en Y est amélioré.

20 Si en outre, et de la manière la plus avantageuse, la zone de saisie de la poignée est située au point de concours des axes X et Z, à équidistance à la fois des axes X5 et X5' et des axes X6 et X6', alors on obtient un très bon découplage entre les mouvements  
25 de rotation et de translation, ce qui permet d'obtenir des mouvements de rotation ou de translation quasiment purs.

De manière avantageuse, on peut aussi faire en sorte que les axes X5 et X6 soient respectivement  
30 concourants et orthogonaux, de même pour les axes X5' et X6'. Il en résulte que les axes X5, X6 et Z d'une

part et X5', X6' et Z d'autre part sont concourants lorsque la poignée est dans sa configuration de référence correspondant à la verticale sur la figure 2A.

De manière avantageuse également, les axes  
5 X et Z sont perpendiculaires.

Cette disposition permet de simplifier les modèles du robot, en particulier les modèles géométriques, cinématiques, statiques et dynamiques directs et inverses, qui sont donc plus faciles et plus  
10 rapides à calculer. La fréquence des calculs étant plus élevée, le fonctionnement du contrôleur gérant les moteurs est amélioré ainsi que les performances du robot ou de l'interface haptique. En outre cela simplifie les mouvements internes à la structure, ce  
15 qui perturbe moins l'utilisateur.

Dans l'exemple représenté sur les figures 1A et 1B, les axes sont rendus concourants grâce à la forme particulière des segments 20, 22 reliant le segment de liaison 24 aux extrémités 7.2, 7.2' des  
20 segments de maintien 7, 7'.

Ainsi les segments 20, 22 sont courbés à 90°, ce qui permet d'assurer, de manière simple, que les axes X5 et X6, respectivement X5' et X6', sont concourants et perpendiculaires.

La courbure des segments 20, 22 permet en  
25 outre de dégager la zone située à l'extrémité des segments de maintien 7, 7' où se situe le point de concours des axes X, Y, Z, ce qui permet d'y loger la poignée 16 et la main de l'utilisateur.

30 Sur la figure 3, on peut voir un mode de réalisation d'une structure 200 selon la présente

invention dans lequel les orientations des axes X5, X5' ne sont pas maintenues constantes.

Le dispositif de la figure 3 ne comporte donc pas de moyens de maintien de type parallélogramme déformable. Par contre, l'actionnement des avant-bras 6, 6' par les moteurs M3, M3' est toujours obtenu par des parallélogrammes d'actionnement comme dans le cas de la structure 100 et suivant le même principe que sur celle-ci qui ne sera pas détaillé ici. La structure des branches est donc simplifiée.

Un degré de liberté en rotation est ajouté au niveau du segment de liaison 24 afin de permettre le changement d'orientation relative des axes X5 et X5', respectivement X6 et X6'.

Dans ce cas, les axes de rotation X, Y, Z de la poignée 16 ne respectent plus nécessairement les conditions de concours avec les axes X5, X5' et X6, X6' et/ou de distances à ceux-ci énoncées précédemment dès lors que la poignée est déplacée en translation ou en rotation.

Sur la figure 3, on peut voir un exemple de réalisation pour créer ce degré de liberté.

Une liaison pivot 48 est donc réalisée entre deux portions 24a' et 24b' du segment de liaison 24' situé entre les liaisons pivot d'axes X6, X6'.

Dans ce cas, le mécanisme d'amplification de la rotation de l'ensemble porte-poignée 18 et poignée 16 par rapport à la rotation du segment de liaison 24' est réalisé d'un seul côté du segment de liaison 24', par exemple 24a' sur la figure 3. Les collisions entre les branches B, B' sont toujours

limitées et les singularités sont rejetées pour des valeurs d'orientation plus importantes.

Sur la figure 4, on peut voir une variante de réalisation avantageuse d'une structure 300 selon le deuxième mode de réalisation, dans laquelle le segment de liaison 24'' se prolonge par une portion courbée 50 sous la poignée 16, et dans laquelle un segment 52 de forme courbée correspondante à celle de la portion 50 est superposé sur la portion de segment 50. Le segment 52 est monté articulé en rotation à une première de ses extrémités 52.1 sur la portion de segment 50, l'axe de rotation étant confondu avec l'axe Z dans la configuration de référence ou la poignée est représentée verticale, et à l'autre de ses extrémités 52.2 sur le segment 22 autour de l'axe X6'. Le segment 22 est monté articulé en rotation par rapport à l'avant-bras de la branche B' autour de l'axe X5'. De manière avantageuse, l'axe X6' de l'articulation de rotation entre le segment 52 et le segment 22 est concourant avec l'axe X5' et l'axe de l'articulation entre la portion de segment 50 et le segment 52. De manière plus avantageuse encore, les axes X5' et X6' sont perpendiculaires, de même que l'axe X6' et l'axe de l'articulation entre la portion de segment 50 et le segment 52.

Sur la figure 4, on peut également voir que le segment de liaison 24'' est articulé en rotation sur le segment 20 autour de l'axe X6, le segment 20 étant lui-même articulé en rotation sur l'avant-bras de la branche B autour de l'axe X5. De manière avantageuse,

les axes X5 et X6 sont concourants et de manière plus avantageuse encore perpendiculaires.

Ainsi le segment de liaison 24'' est relié à l'avant-bras 6 par une liaison cardan d'axes X5 et X6 concourants et avantageusement perpendiculaires, et il est relié à l'avant-bras 6' par une liaison rotule dont les axes X5', X6' et l'axe de liaison entre la portion 50 et le segment 52 sont concourants.

Si l'axe X de rotation de la poulie 32 par rapport au segment de liaison 24'' est concourant avec l'axe Z de la poignée et que le point de concours de ces axes est situé à égale distance des points de concours des axes X5, X6 et X5', X6' et que la position de référence pour la saisie et la manipulation de la poignée est placée à l'intersection de l'axe X et de l'axe Z, on retrouve un découplage entre les mouvements de translation et ceux de rotation.

Sur la figure 5, on peut voir une variante d'une structure 400 selon le deuxième mode de réalisation proche de celle de la figure 4, dans laquelle l'extrémité libre de la poignée 16 est complètement dégagée, ce qui peut être avantageux dans certaines applications.

L'axe X6' de rotation du segment de liaison 24''' par rapport au segment 22 est toujours concourant avec l'axe X5' de rotation du segment 22 par rapport à l'avant-bras 6' de la branche B' et de manière avantageuse perpendiculaire à ce dernier.

Dans cette variante, le segment 52 est articulé sur le segment 20. L'axe X6 de rotation du segment 52 par rapport au segment 20 est concourant

avec l'axe X5 de rotation du segment 20 par rapport à l'avant-bras 6 de la branche B, et de manière avantageuse perpendiculaire à ce dernier, et ces deux axes sont concourants avec l'axe de l'articulation 5 entre la portion 50 et le segment 52. De manière avantageuse encore, l'axe X6 est perpendiculaire à l'axe de l'articulation entre la portion de segment 50 et le segment 52.

Le segment 50 et le segment 52 sont alors 10 disposés au dessus de la pièce en L 26, rendant l'espace autour de l'extrémité libre de la poignée 16 largement accessible.

Des dispositifs de mesure décrits 15 précédemment pourraient également être intégrés directement au niveau de l'articulation le long de l'axe Z entre le porte-poignée 18 et la poignée 16, ces dispositifs de mesure venant en remplacement ou en complément de ceux du moteur M4.

Des dispositifs de mesure redondants 20 pourraient également être disposés le long des axes X4, X4' entre les avant-bras 6, 6' et les segments de maintien 7, 7', le long des axes X5, X5' entre les segments de maintien 7, 7' et les segments 20, 22, respectivement entre les avant-bras 6, 6' et les 25 segment 20, 22, le long des axes X6, X6' entre les segments 20, 22 et le segment de liaison 24 ou ses portions 24a', 24b', 24'', 52, 24''', 52, le long de l'axe de l'articulation entre les segments 50 et 52 et le long de l'axe X entre le segment de maintien 24, 30 24', 24'', 24''' et le porte-poignée 18, que ce soit le

long de tous les axes énoncés ci-dessus ou uniquement le long de certain d'entre eux.

Dans le cas d'une interface haptique, les moteurs sont pilotés pour offrir un retour d'effort en fonction des interactions dans la simulation en réalité virtuelle ou en fonction des interactions entre le robot distant et son environnement. Dans le cas d'un robot les moteurs sont pilotés pour effectuer les mouvements ou appliquer les efforts programmés par l'utilisateur et - ou fonction des mesures des capteurs du robot ou de capteurs externes.

Il est bien entendu que l'orientation des axes de rotation telle que représentée sur les figures n'est en aucun cas limitative, les axes représentés verticalement pourraient être horizontaux suivant la disposition de la structure, ou inclinés d'un certain angle. Cette remarque s'applique aussi à la configuration de référence de la poignée représentée dans une position verticale sur les figures.

Grâce à la structure selon la présente invention, on obtient de manière simple une interface haptique ou un robot à deux branches en parallèle dont les performances sont améliorées, en repoussant les singularités aux limites des déplacements de la poignée et en augmentant l'espace de travail grâce à une limitation des collisions entre les branches du robot.

En outre, le choix adéquat du rapport de démultiplication permet d'améliorer les performances en efforts et en raideur de contrôle.

Dans tous les modes de réalisation, le dispositif d'amplification peut être à poulies et à

câble croisé ou non, à engrenages ou à courroie ou de tout autre type adapté.

Dans une réalisation particulièrement avantageuse, la structure selon la présente invention  
5 permet le découplage entre les mouvements de rotation et de translation.

**REVENDICATIONS**

1. Structure à six degrés de liberté pour robot ou interface haptique comportant une base (2),  
5 deux branches en parallèle (B, B') et un poignet (P),  
lesdites branches (B, B') étant montées articulées par  
une extrémité sur la base (2) et par une autre  
extrémité sur le poignet (P), lesdites branches (B, B')  
10 comportant chacune une épaule (3, 3') du côté de la  
base (2), un bras (4, 4') et un avant-bras (6, 6') du  
côté du poignet (P), l'avant-bras (6, 6') étant  
articulé sur le bras (4, 4'), ledit poignet (P)  
comportant un segment de liaison (24) sur lequel est  
articulé un porte-poignée (18) autour d'un premier axe  
15 de rotation (X), une poignée (16) articulée en rotation  
sur le porte-poignée (18) autour d'un deuxième axe de  
rotation (Z), ladite poignée (16) étant apte à se  
déplacer en rotation autour du premier axe (X), du  
deuxième axe (Z) et d'un troisième axe (Y), ladite  
20 structure comportant également des moyens de  
démultiplication de la rotation dudit porte-poignée  
(18) autour d'au moins le premier axe de rotation (X)  
par rapport à la rotation du segment de liaison (24).

25 2. Structure selon la revendication 1,  
dans laquelle au moins deux des axes parmi (X), (Y) et  
(Z) sont orthogonaux.

3. Structure selon la revendication 1 ou  
30 2, dans laquelle le poignet (P) comporte également deux  
segments (20, 22) reliant le segment de liaison (24)

aux avant-bras (6, 6'), le segment de liaison (24) étant articulé en rotation sur le premier et le deuxième segment (20, 22) autour de deux axes (X6, X6'), un desdits deux axes (X6, X6') étant parallèle au premier axe (X), lesdits segments (20, 22) étant articulés chacun en rotation sur les avant-bras (6, 6') autour de deux axes (X5, X5'), lesdits segments (20, 22) ayant une forme courbée sensiblement centrée sur le deuxième axe (Z).

10

4 Structure selon la revendication 1 ou 2, comportant des segments de maintien (7, 7') à l'extrémité des avant-bras (6, 6') et dans laquelle le poignet (P) comporte également deux segments (20, 22) articulés en rotation sur les segments de maintien (7, 7') autour des axes de rotation (X5, X5'), le segment de liaison (24) étant articulé en rotation sur le premier et le deuxième segment (20, 22) autour de deux axes (X6, X6') parallèles au premier axe (X), lesdits segments (20, 22) ayant une forme courbée sensiblement centrée sur le deuxième axe (Z), la structure comportant également des moyens de maintien de l'orientation de chacun des axes de rotation (X5, X5') des segments (20, 22) sur les segments de maintien (7, 7'), de telle sorte que les angles entre des axes donnés (X1, X1') et chacun desdits axes de rotation (X5, X5') des segments (20, 22) sur les segments de maintien (7, 7') restent constants.

30

5 5. Structure selon la revendication 4, dans laquelle les axes de rotation (X5, X5') des segments (20, 22) sur les segments de maintien (7, 7') sont maintenus chacun parallèles aux dits axes donnés (X1, X1').

10 6. Structure selon la revendication 4 ou 5, dans laquelle les axes donnés (X1, X1') sont parallèles entre eux, et les axes de rotation (X5, X5') des segments (20, 22) sur les segments de maintien (7, 7') sont parallèles entre eux.

15 7. Structure selon l'une des revendications 4 à 6, dans laquelle lesdits moyens de maintien de l'orientation des axes de rotation sont du type à parallélogrammes déformables.

20 8. Structure selon la revendication 7, dans laquelle lesdits moyens de maintien de l'orientation comportent une bielle de maintien (15a, 15a') par bras (4, 4') et une bielle de maintien (15b, 15b') par avant-bras (6, 6'), formant chacune avec le bras (4, 4') ou l'avant-bras (6, 6') un parallélogramme déformable.

25

9. Structure suivant l'une quelconque des revendications 4 à 8, dans laquelle le premier axe (X) est dans le plan contenant les axes de rotation (X6, X6') du segment de liaison (24) sur les segments (20, 22).

30

10. Structure suivant la revendication précédente, dans laquelle le premier axe (X) est à équidistance des axes de rotation (X6, X6') du segment de liaison (24) sur les segments (20, 22).

5

11. Structure suivant l'une quelconque des revendications 4 à 8, dans laquelle le deuxième axe (Z) est dans le plan contenant les axes de rotation (X5, X5') des segments (20, 22) sur les segments de maintien (7, 7').

10

12. Structure suivant la revendication 11, dans laquelle le premier axe (X) est à équidistance des axes de rotation (X5, X5') des segments (20, 22) sur les segments de maintien (7, 7').

15

13. Structure suivant l'une quelconque des revendications précédentes, dans laquelle le premier axe (X) est concourant ou sécant avec le second axe (Z).

20

14. Structure suivant la revendication précédente, dans laquelle la position de référence de saisie et de manipulation de la poignée est située à l'intersection du premier axe (X) de rotation du porte-poignée (18) et du deuxième axe (Z) de rotation de la poignée (16).

25

15. Structure suivant l'une quelconque des revendications 4 à 8, dans laquelle le premier axe (X) est dans le plan contenant les axes de rotation (X6, X6') du segment de liaison (24) sur les segments

30

(20, 22) et à équidistance de ces axes (X6, X6'), le premier axe (X) est également à équidistance des axes de rotation (X5, X5') des segments (20, 22) sur les segments de maintien (7, 7'), le premier axe (X) est  
5 concourant ou sécant avec le second axe (Z), le deuxième axe (Z) est dans le plan contenant les axes de rotation (X5, X5') des segments (20, 22) sur les segments de maintien (7, 7'), et dans laquelle la position de référence de saisie et de manipulation de  
10 la poignée est située à l'intersection du premier axe (X) de rotation du porte-poignée (18) et du deuxième axe (Z) de rotation de la poignée (16).

16. Structure selon la revendication  
15 précédente, dans laquelle les axes de rotation (X5, X5') des segments (20, 22) sur les segments de maintien (7, 7') et les axes de rotation (X6, X6') du segment de liaison (24) sur les segments (20, 22) sont concourants et orthogonaux.

20

17. Structure selon l'une des revendications 1 à 3, dans laquelle le segment de liaison (24', 24'', 24''') est en deux parties articulées l'une par rapport à l'autre par une liaison  
25 pivot, chaque partie étant articulée sur un segment (20, 22).

18. Structure selon la revendication 17, dans laquelle la liaison pivot (48) est perpendiculaire  
30 aux axes de rotation (X6, X6') du segment de liaison (24') sur les segments (20, 22) et est située entre lesdits axes (X6, X6').

19. Structure selon la revendication 17, dans laquelle le segment de liaison (24'', 24''') comporte un premier élément (50) ayant sensiblement la forme d'un L, dont une branche est articulée sur l'un des segments (20, 22) autour d'un des axes de rotation (X6, X6') du segment de liaison (24'', 24''') sur les segments (20, 22) concourant avec l'un des axes de rotation (X5, X5') des segments (20, 22) sur les avant-bras (6, 6') et l'autre branche est sensiblement parallèle au porte-poignée (18), et un deuxième élément (52) de forme coudée, ledit deuxième élément (52) étant articulé en rotation sur le premier élément (50) au niveau d'une première extrémité (52.1), ledit deuxième élément (52) étant articulé en rotation sur l'autre segment (22, 20) autour d'un axe concourant avec l'autre des axes de rotation (X5', X5) des segments (22, 20) sur les avant-bras (6', 6), les axes de rotation (X5, X5') des segments (20, 22) sur les avant-bras (6, 6') et les axes de rotation (X6, X6') du premier élément (50) et du deuxième élément (52) du segment de liaison (24'', 24''') sur les segments (20, 22) étant concourants et l'axe de l'articulation entre le premier élément (50) et le deuxième élément (52) étant concourant avec les axes de rotation (X5, X6) ou (X5', X6').

20. Structure suivant la revendication précédente, dans laquelle le premier axe (X) est concourant ou sécant avec le second axe (Z).

21. Structure selon la revendication précédente, dans laquelle le point de concours des premier et deuxième axes (X) et (Z) est situé à égale distance des points de concours d'une part des axes de rotation (X5, X6) du segment de liaison (24'') par rapport au segment (20) et du segment (20) par rapport à l'avant-bras (6), et d'autre part des axes de rotation (X5', X6') du segment (52) par rapport au segment (22) et du segment (22) par rapport à l'avant-bras (6'), et la position de référence pour la saisie et la manipulation de la poignée (16) est placée à l'intersection du premier axe de rotation (X) et du deuxième axe de rotation (Z).

22. Structure selon l'une des revendications précédentes, dans laquelle la poignée (16) est articulée sur le porte-poignée (18) au niveau d'une de ses extrémités.

23. Structure selon la revendication 19, dans laquelle la poignée (16) est articulée sur le porte-poignée (18) au niveau d'une de ses extrémités et dans laquelle l'articulation du premier (50) et du deuxième (52) élément du segment de liaison (24'') est en regard de l'extrémité libre de la poignée (16).

24. Structure la revendication 19, dans laquelle la poignée (16) est articulée sur le porte-poignée (18) au niveau d'une de ses extrémités et dans laquelle l'articulation du premier (50) et du deuxième (52) élément du segment de liaison (24''') est en

regard de l'extrémité de la poignée (16) articulée sur le porte-poignée (18).

25. Structure selon l'une des revendications 4 à 16, dans laquelle les moyens de démultiplication sont formés par un cabestan à câble.

26. Structure selon la revendication précédente, dans lequel le cabestan à câble comporte au moins une première poulie (28) fixée sur l'un des segments (20, 22) et montée apte à pivoter sur le segment de liaison (24), son axe étant confondu avec l'axe de l'articulation du segment de liaison (24) sur ledit segment (20, 22) et une deuxième poulie (32) fixée sur le porte-poignée (18) et montée apte à pivoter sur le segment de liaison (24), son axe étant confondu avec le premier axe de rotation (X), un câble étant enroulé autour des dites poulies, le rapport de diamètre entre les deux poulies (28, 32) et le cheminement du câble fixant le rapport de démultiplication desdits moyens de démultiplication.

27. Structure selon la revendication précédente, dans laquelle le cabestan comporte également deux poulies fixées chacune sur un des segments (20, 22) et montées aptes à pivoter sur le segment de liaison (24), leur axe étant confondu avec un axe de l'articulation (X6, X6') du segment de liaison (24) sur ledit segment (20, 22), un câble reliant chacune des dites poulies à la poulie fixée sur le porte-poignée (18).

28. Structure selon l'une des revendications 4 à 16, dans laquelle les moyens de démultiplication sont formés par des engrenages ou des galets frottants.

5

29. Structure selon la revendication précédente, dans lequel les engrenages ou les galets frottants comportent au moins un premier engrenage ou galet (28) fixé sur l'un des segments (20, 22) et monté apte à pivoter sur le segment de liaison (24), son axe étant confondu avec l'axe de l'articulation du segment de liaison (24) sur ledit segment (20, 22) et un deuxième engrenage ou galet (32) fixé sur le porte-poignée (18) et monté apte à pivoter sur le segment de liaison (24), son axe étant confondu avec le premier axe de rotation (X), le rapport de diamètre entre les deux engrenages ou galets (28, 32) fixant le rapport de démultiplication desdits moyens de démultiplication.

30. Structure selon l'une des revendications 17 à 21, 23 ou 24, dans laquelle les moyens de démultiplication sont formés par un cabestan à câble.

31. Structure selon la revendication précédente, dans laquelle le cabestan à câble comporte au moins une première poulie (28) fixée sur l'un des segments (20, 22) et montée apte à pivoter sur le segment de liaison (24), son axe étant confondu avec l'axe de l'articulation du segment de liaison (24) sur ledit segment (20, 22) et une deuxième poulie (32)

fixée sur le porte-poignée (18) et montée apte à pivoter sur le segment de liaison (24), son axe étant confondu avec le premier axe de rotation (X), un câble étant enroulé autour des dites poulies, le rapport de diamètre entre les deux poulies (28, 32) et le cheminement du câble fixant le rapport de démultiplication desdits moyens de démultiplication.

32. Structure selon l'une des revendications 17 à 21, 23 ou 24, dans laquelle les moyens de démultiplication sont formés par des engrenages ou des galets frottants.

33. Structure selon la revendication précédente, dans laquelle les engrenages ou les galets frottants comportent au moins un premier engrenage ou galet (28) fixée sur l'un des segments (20, 22) et monté apte à pivoter sur le segment de liaison (24), son axe étant confondu avec l'axe de l'articulation du segment de liaison (24) sur ledit segment (20, 22) et un deuxième engrenage ou galet (32) fixé sur le porte-poignée (18) et monté apte à pivoter sur le segment de liaison (24), son axe étant confondu avec le premier axe de rotation (X), le rapport de diamètre entre les deux engrenages ou galets (28, 32) fixant le rapport de démultiplication desdits moyens de démultiplication.

34. Structure selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans laquelle le rapport de démultiplication est compris entre 1 et 2.

35. Structure selon la revendication précédente, dans laquelle le rapport de démultiplication est proche de ou égal à 1,5.

5 36. Structure selon la revendication 34, dans laquelle le rapport de démultiplication est égal à la racine carrée de 2.

37. Structure selon la revendication 34,  
10 dans laquelle le rapport de démultiplication est égal à 1.4771.

38. Structure selon l'une des revendications 1 à 37, dans laquelle un moteur (M4) est  
15 monté dans le porte-poignée (18) apte à entraîner la poignée (16) autour du deuxième axe (Z).

39. Structure selon l'une quelconque des revendications précédentes, comportant deux moteurs  
20 (M1, M1') portés par la base (2) pour agir sur les épaules (3, 3') autour de quatrièmes axes (X1, X1'), deux moteurs (M2, M2') portés par les épaules (3, 3') pour agir sur les bras (4, 4') autour de cinquièmes axes de rotation (X2, X2'), et deux moteurs (M3, M3')  
25 portés par les épaules (3, 3') pour agir sur les avant-bras (6, 6') autour des sixièmes axes (X3, X3') par l'intermédiaire de bielles d'actionnement (14, 14') parallèles aux bras (4, 4').

40. Structure selon l'une des revendications 4 à 16, comportant deux moteurs (M1, M1') portés par la base (2) pour agir sur les épaules (3, 3') autour de quatrièmes axes (X1, X1'), deux  
5 moteurs (M2, M2') portés par les épaules (3, 3') pour agir sur les bras (4, 4') autour de cinquièmes axes de rotation (X2, X2'), et deux moteurs (M3, M3') portés par les épaules (3, 3') pour agir sur les avant-bras (6, 6') autour des sixièmes axes (X3, X3') par  
10 l'intermédiaire de bielles d'actionnement (14, 14') parallèles aux bras (4, 4'), et dans laquelle les axes de rotation (X5, X5') des segments (20, 22) sur les segments de maintien (7, 7') sont parallèles aux quatrièmes axes (X1, X1') formant les axes données.

15

41. Structure selon la revendication 38, 39 ou 40, dans laquelle le ou les moteurs comporte(nt) chacun un volant d'inertie à l'extrémité de leur arbre.

20

42. Interface haptique comportant au moins une structure selon l'une des revendications 1 à 41.

43. Robot comportant au moins une structure selon l'une des revendications 1 à 41.

25





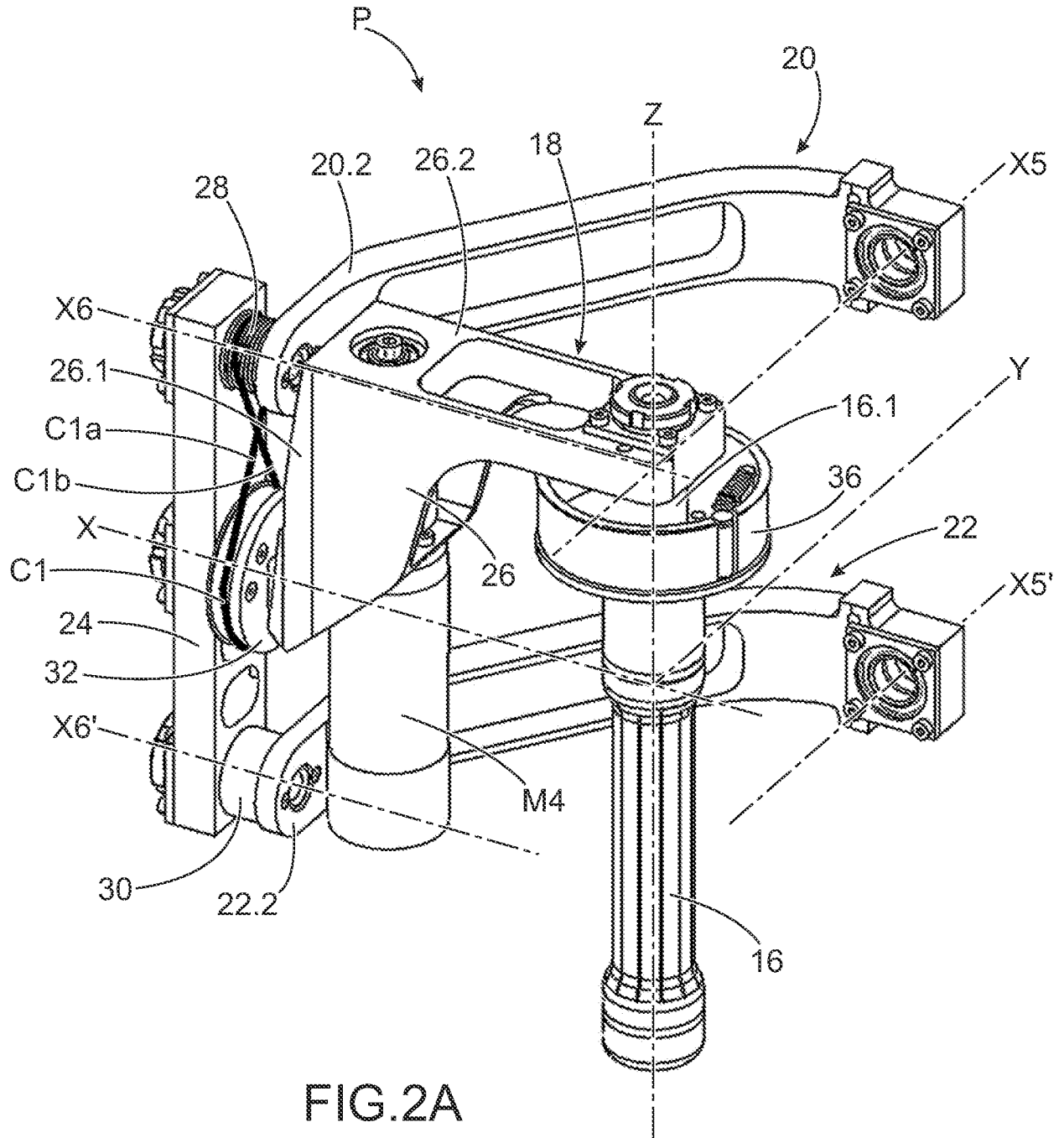


FIG.2A

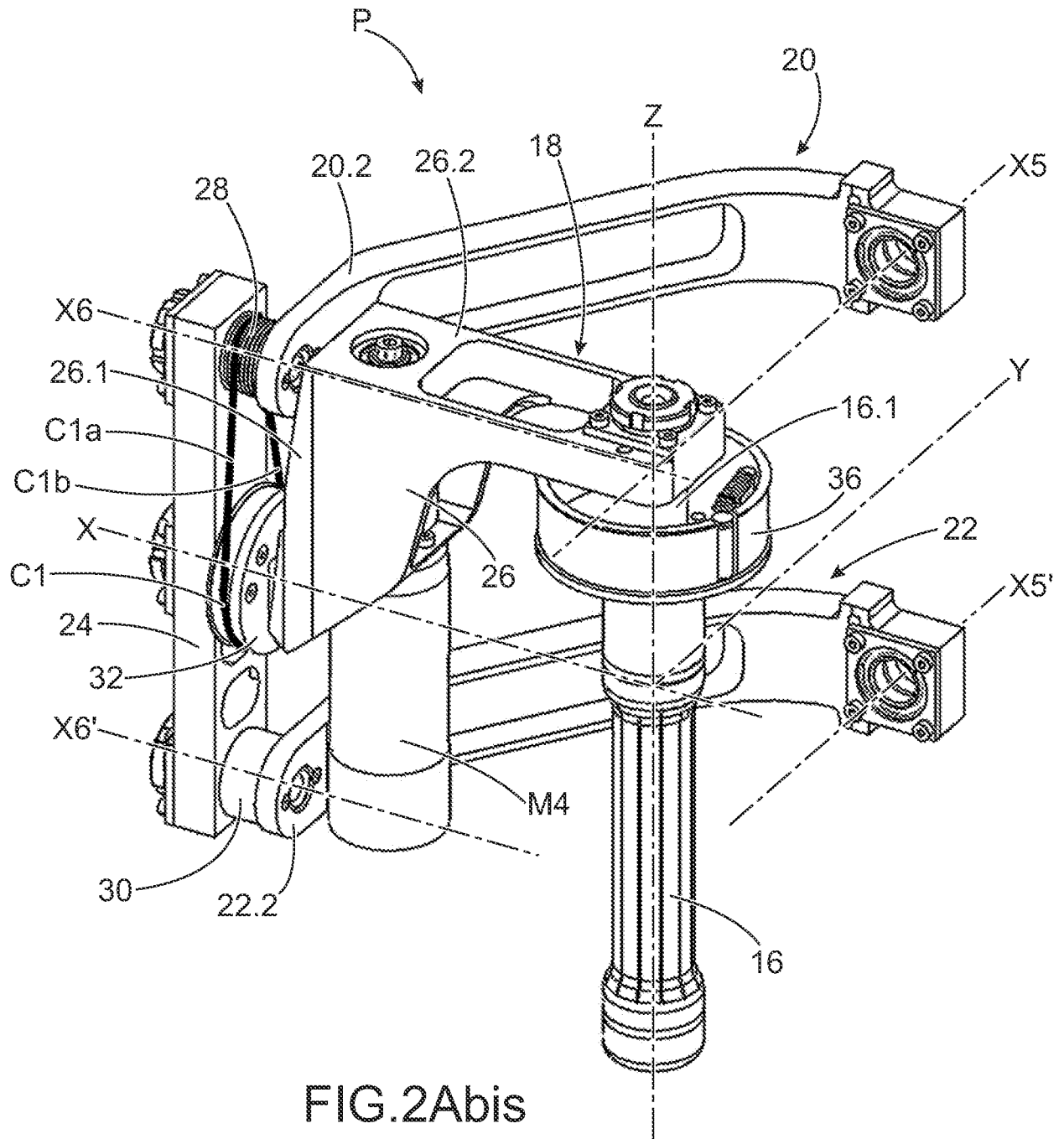


FIG.2A bis



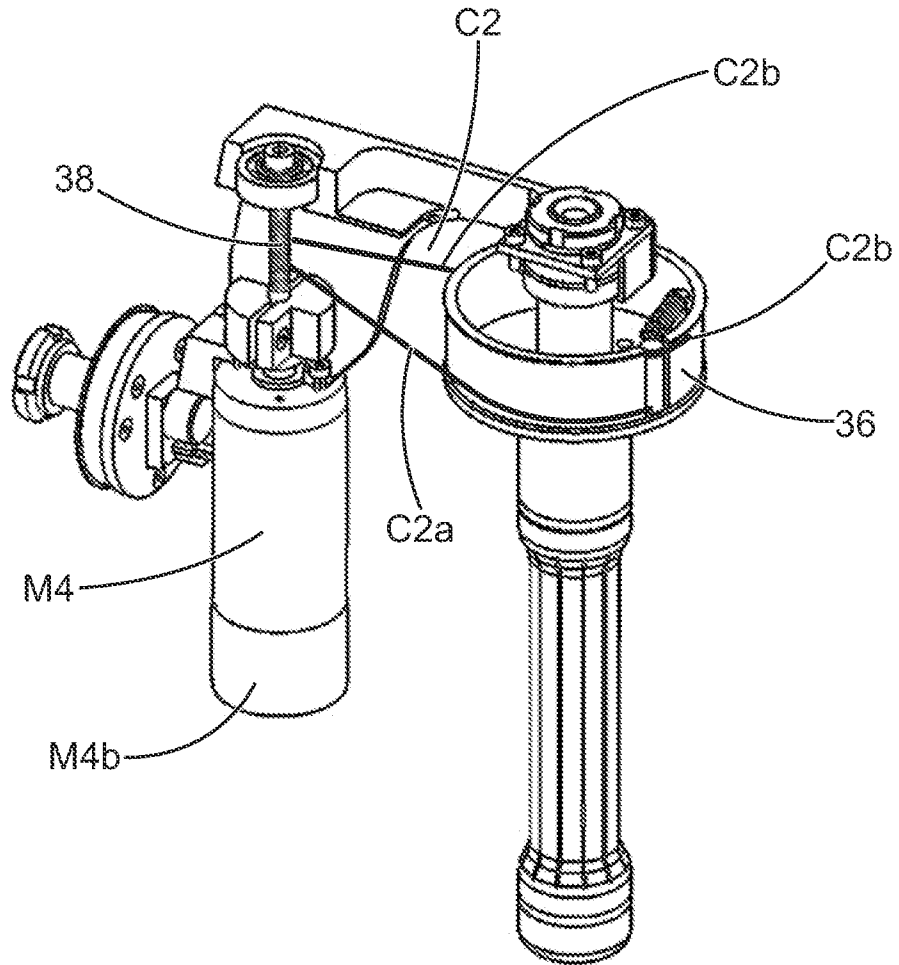


FIG.2B

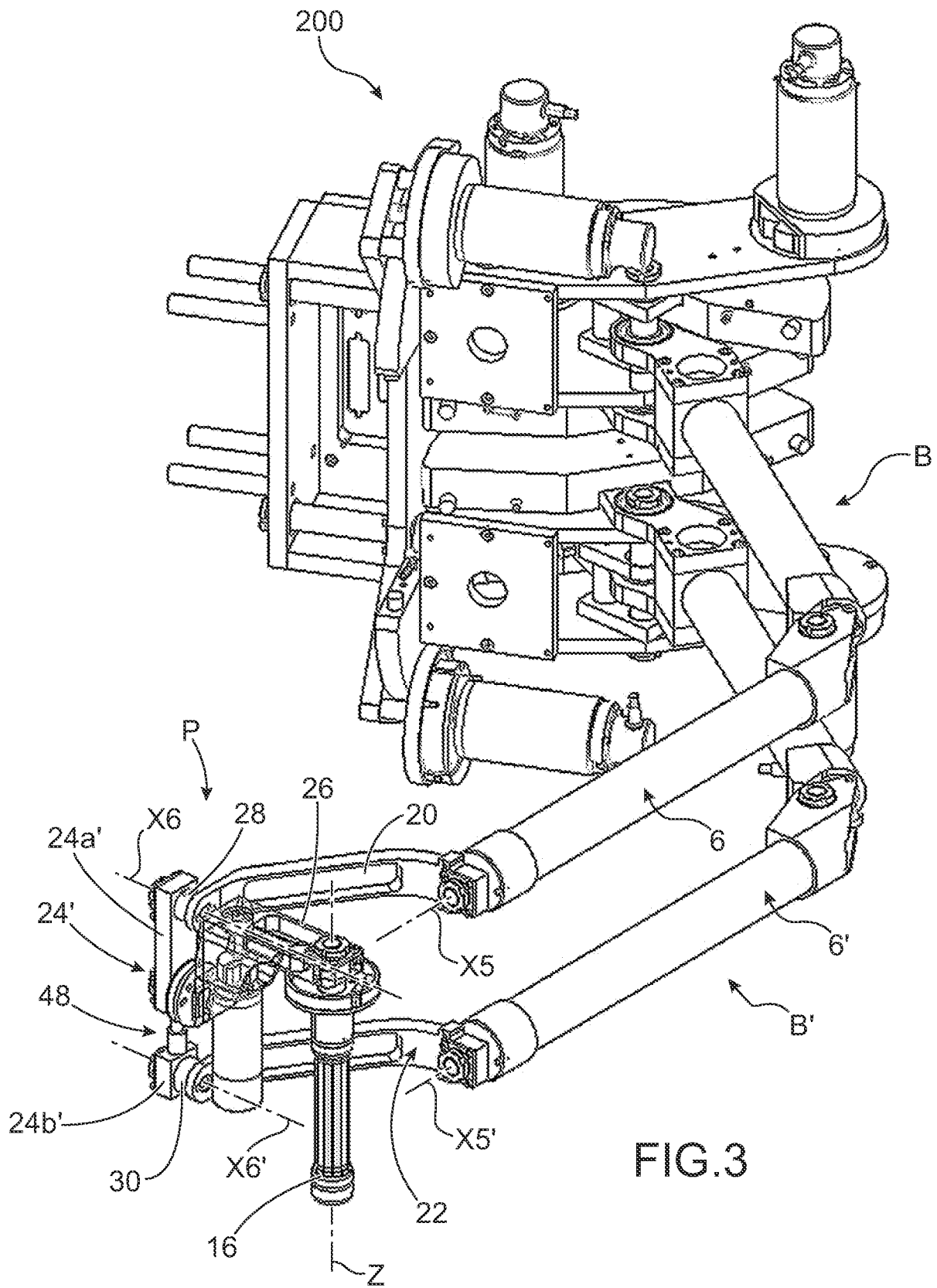
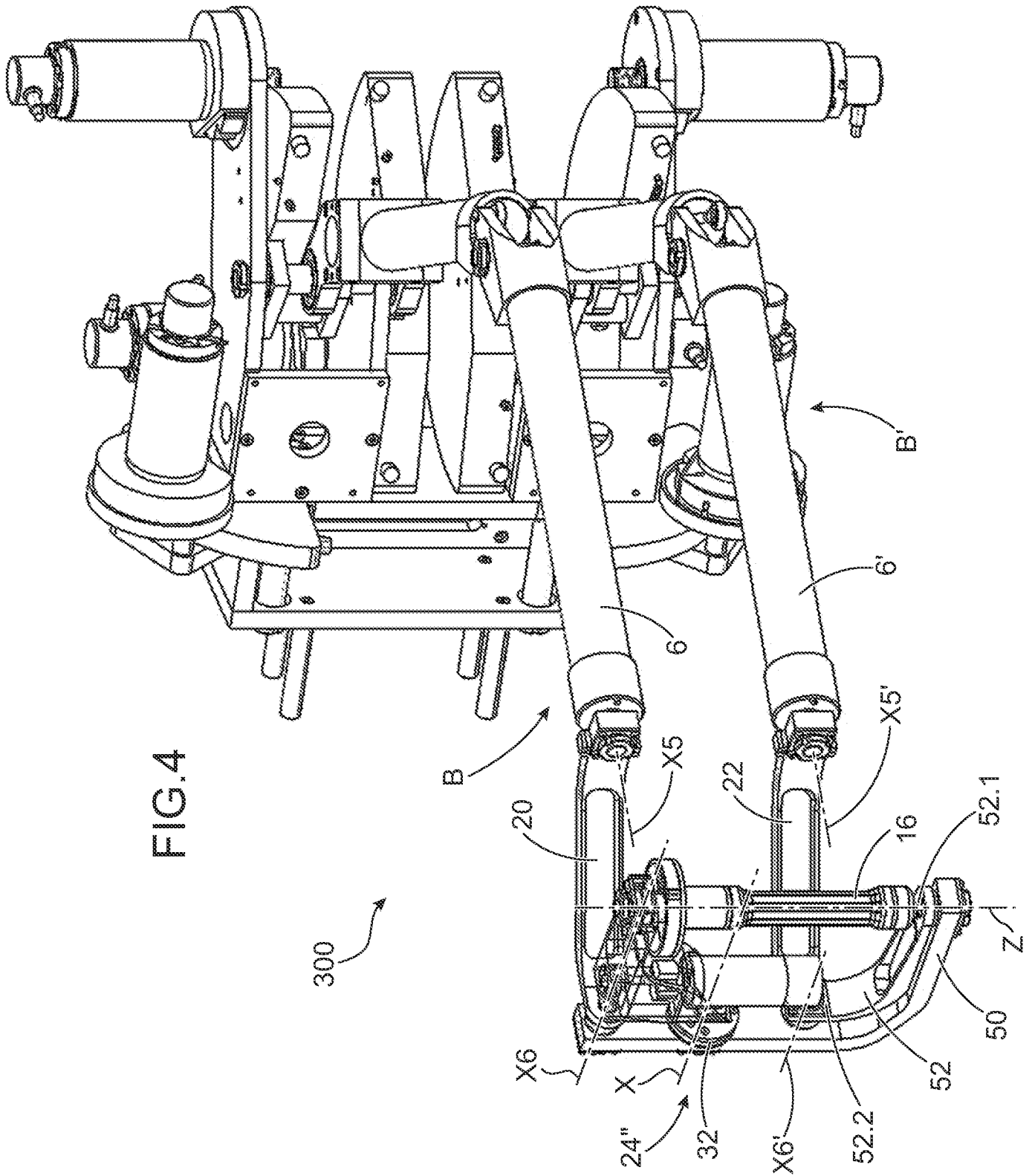


FIG. 3



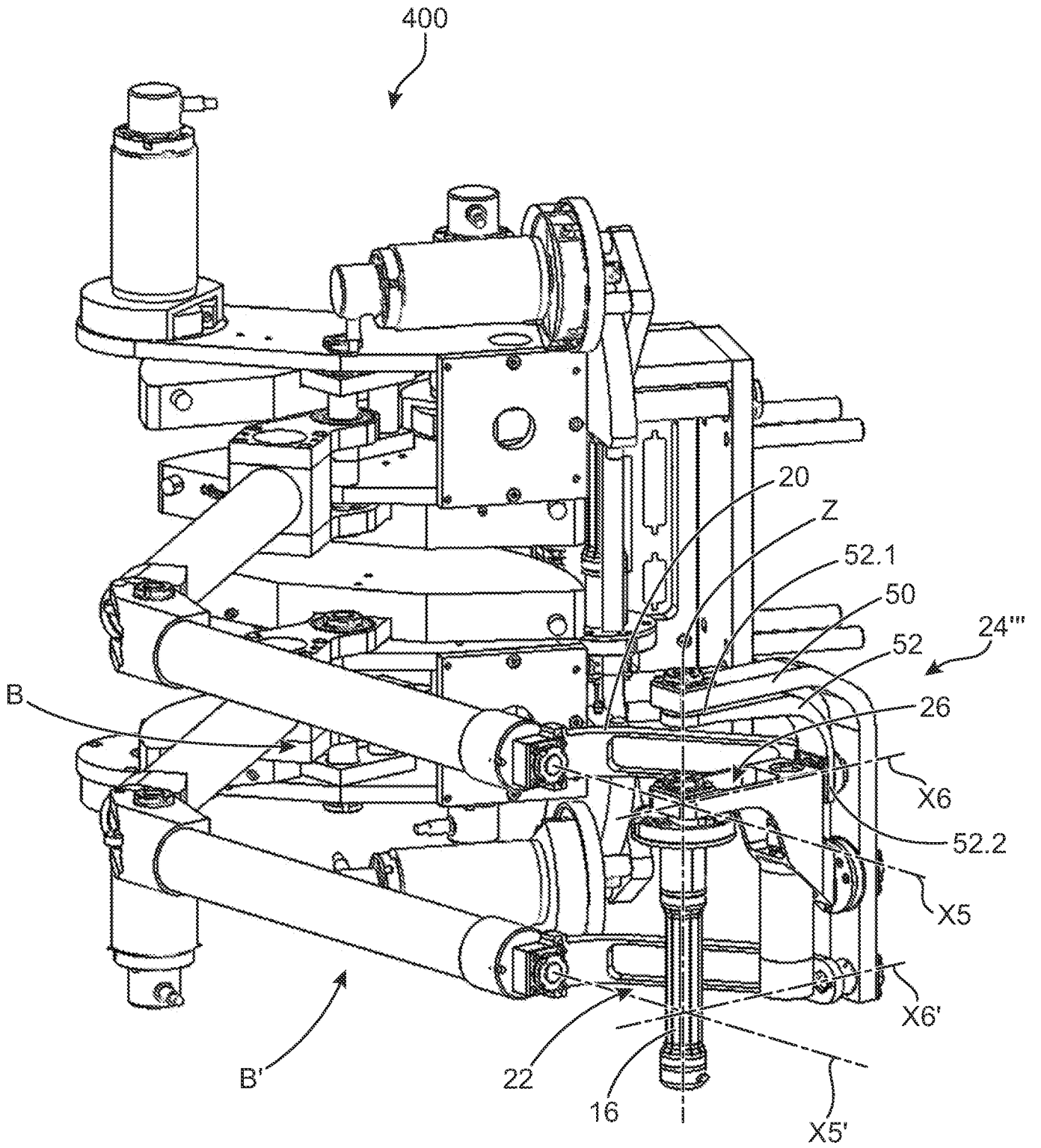


FIG.5

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2010/064623

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
 INV. B25J13/02 B25J3/04  
 ADD.

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
 B25J

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 01/87547 A1 (COMMISSARIAT ENERGIE ATOMIQUE [FR]; GOSSELIN FLORIAN [FR]; RIWAN ALAIN) 22 November 2001 (2001-11-22) page 5 - page 9; figures -----	1-43
A	FR 2 853 272 A1 (COMMISSARIAT ENERGIE ATOMIQUE [FR]) 8 October 2004 (2004-10-08) page 4 - page 5; figures 1-3 -----	1-43

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

\* Special categories of cited documents :

\*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

\*E\* earlier document but published on or after the international filing date

\*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

\*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

\*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

\*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

\*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

\*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

\* & \* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

24 November 2010

Date of mailing of the international search report

01/12/2010

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
 NL - 2280 HV Rijswijk  
 Tel. (+31-70) 340-2040.  
 Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Grenier, Alain

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2010/064623

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 0187547	A1	22-11-2001	
		AT 333346 T	15-08-2006
		CA 2408822 A1	22-11-2001
		DE 60121571 T2	28-06-2007
		EP 1282485 A1	12-02-2003
		FR 2809047 A1	23-11-2001
		JP 2004520176 T	08-07-2004
		US 2003151379 A1	14-08-2003
-----			
FR 2853272	A1	08-10-2004	NONE
-----			

<b>A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE</b> INV. B25J13/02 B25J3/04 ADD.		
Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB		
<b>B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE</b>		
Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement) B25J		
Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche		
Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si cela est réalisable, termes de recherche utilisés) EPO-Internal		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS</b>		
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	WO 01/87547 A1 (COMMISSARIAT ENERGIE ATOMIQUE [FR]; GOSSELIN FLORIAN [FR]; RIWAN ALAIN) 22 novembre 2001 (2001-11-22) page 5 - page 9; figures	1-43
A	FR 2 853 272 A1 (COMMISSARIAT ENERGIE ATOMIQUE [FR]) 8 octobre 2004 (2004-10-08) page 4 - page 5; figures 1-3	1-43
<input type="checkbox"/> Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents <input checked="" type="checkbox"/> Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe		
* Catégories spéciales de documents cités:		
<ul style="list-style-type: none"> <li>*A* document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent</li> <li>*E* document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date</li> <li>*L* document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)</li> <li>*O* document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens</li> <li>*P* document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée</li> <li>*T* document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention</li> <li>*X* document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément</li> <li>*Y* document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier</li> <li>*Z* document qui fait partie de la même famille de brevets</li> </ul>		
Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée  <p style="text-align: center;">24 novembre 2010</p>		Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale  <p style="text-align: center;">01/12/2010</p>
Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Fonctionnaire autorisé  <p style="text-align: center;">Grenier, Alain</p>

**RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE**

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/EP2010/064623

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)		Date de publication
WO 0187547	A1	22-11-2001	AT	333346 T	15-08-2006
			CA	2408822 A1	22-11-2001
			DE	60121571 T2	28-06-2007
			EP	1282485 A1	12-02-2003
			FR	2809047 A1	23-11-2001
			JP	2004520176 T	08-07-2004
			US	2003151379 A1	14-08-2003
-----					
FR 2853272	A1	08-10-2004	AUCUN		
-----					