

**(19) Organisation Mondiale de la Propriété
Intellectuelle
Bureau international**



PCT



(43) Date de la publication internationale
5 février 2009 (05.02.2009)

(10) Numéro de publication internationale
WO 2009/016229 A1

- | | |
|---|---|
| <p>(51) Classification internationale des brevets :
 B25J 9/10 (2006.01)</p> <p>(21) Numéro de la demande internationale :
 PCT/EP2008/060053</p> <p>(22) Date de dépôt international : 31 juillet 2008 (31.07.2008)</p> <p>(25) Langue de dépôt : français</p> <p>(26) Langue de publication : français</p> <p>(30) Données relatives à la priorité :
 07 56902 2 août 2007 (02.08.2007) FR</p> <p>(71) Déposant (pour tous les États désignés sauf US) : COM-MISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE [FR/FR]; 25 rue Leblanc, Bâtiment "Le Ponant D", F-75015 Paris (FR).</p> <p>(72) Inventeur; et</p> <p>(75) Inventeur/Déposant (pour US seulement) : RI-WAN, Alain [FR/FR]; 4, allée Didier Daurat, F-94550 Chevilly-Larue (FR).</p> | <p>(74) Mandataires : ILGART, Jean-Christophe etc.; Brevaex, 3, rue du Docteur Lancereaux, F-75008 Paris (FR).</p> <p>(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, 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, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.</p> <p>(84) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de protection régionale disponible) : ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), européen (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL,</p> |
|---|---|

[Suite sur la page suivante]

(54) Title: ARTICULATED PANTOGRAPH DEVICE

(54) Titre : DISPOSITIF ARTICULE A PANTOGRAPHES

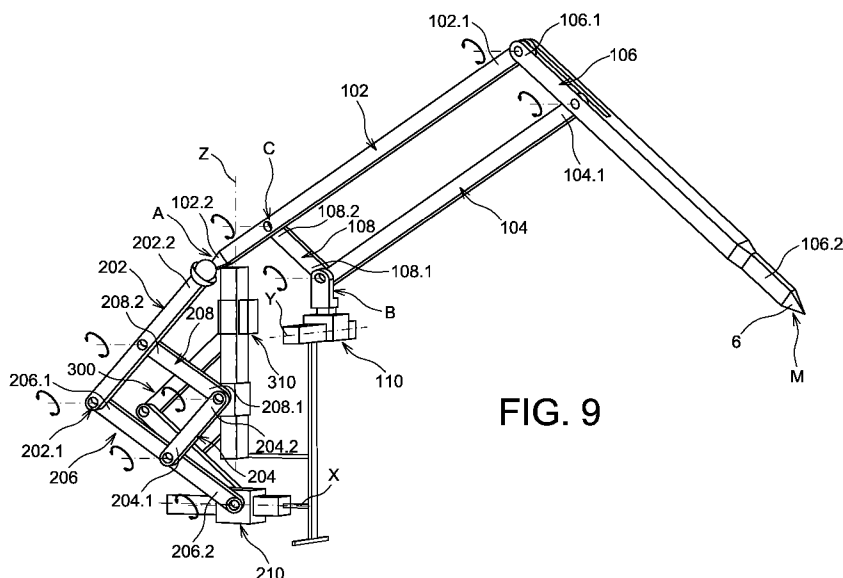


FIG. 9

(S7) Abstract: Articulated device with three degrees of freedom in translational movement having an active end (6) intended to interact with an external environment, a first pantograph (100) and a second pantograph (200) which are combined in series, the first pantograph (100) being acted upon directly at one of its ends (A1, B1) by a linear actuator (110), the second pantograph being acted upon at two of its ends (A2, B2, M2) by two actuators, the first (110), second (210) and third actuators each having a direction of travel (Y, X, Z) that is orthogonal to the other two directions of travel, the active end being supported by one end (M1) of the first pantograph in such a way that the relationship connecting the movement of the active end in each of the directions of the actuators and the movement of each of the actuators is invariable.

[Suite sur la page suivante]

WO 2009/016229 A1



NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG,
CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Publiée :

— avec rapport de recherche internationale

(57) Abrégé : Dispositif articulé à trois degrés de liberté en translation comportant une extrémité (6) active destinée à interagir avec un environnement extérieur, un premier pantographe (100) et un deuxième pantographe (200) associés en série, le premier pantographe (100) étant sollicité directement au niveau d'une de ses extrémités (A1, B1) par un actionneur linéaire (110), le deuxième pantographe étant sollicité au niveau de deux de ses extrémités (A2, B2, M2) par deux actionneurs, les premier (110), deuxième (210) et troisième actionneurs ayant chacun une direction de déplacement (Y, X, Z) orthogonale aux deux autres directions de déplacement, l'extrémité active étant portée par une extrémité (M1) du premier pantographe, de sorte que la relation liant le déplacement de l'extrémité active dans chacune des directions des actionneurs et le déplacement de chacun des actionneurs soit invariable.

DISPOSITIF ARTICULE A PANTOGRAPHES

DESCRIPTION

DOMAINE TECHNIQUE ET ART ANTÉRIEUR

5 La présente invention se rapporte à un dispositif articulé, notamment un bras articulé offrant trois degrés de liberté en translation, pouvant être mis en œuvre dans une interface haptique ou un robot télémanipulateur.

 Une interface haptique comportant trois pantographes en parallèle reliés par une extrémité comportant une poignée manipulable par un
10 opérateur est connu du document « *A pantograph linkage Parallel Platform Master Hand Controller for Force-Reflection* », G. L. Long and C. L. Collins, pages 390-395 dans *Proceedings of 1992 IEEE International Conference on Robotics and Automation* , Nice, France – May 1992. Les extrémités des pantographes opposées à celle portant la poignée sont reliées à une transmission mécanique.
15 L'interface décrite dans ce document est une interface à six degrés de liberté, comprenant trois pantographes en parallèle, dont les extrémités sont fixées à un bâti. Cette interface (Generalized Master Controller en terminologie anglo-saxonne) est, par construction, bien adaptée aux mouvements de rotation, mais ne permet pas d'effectuer des translations de grande amplitude. De plus, rien
20 n'assure l'homogénéité des déplacements selon les différents degrés de liberté à partir du pilotage des différents actionneurs.

 Le document US 4 437 635 décrit un dispositif permettant la manipulation d'un outil, ce dispositif comporte un bras formé par deux
25 pantographes en parallèle, dont une extrémité commune porte un outil et les autres extrémités sont solidaires d'actionneurs linéaires selon trois directions orthogonales de l'espace. L'utilisation des deux parallélogrammes en parallèle a pour objet ici de maintenir constante l'orientation de l'outil.

Un premier actionneur déplace une extrémité de chaque pantographe, un deuxième actionneur déplace l'autre extrémité des pantographes. Le troisième actionneur supporte le deuxième actionneur, l'inertie de déplacement dans cette direction est alors plus importante, et les frottements
5 sont augmentés.

Un robot comportant un seul pantographe est également connu du document US 4 904 152, un des trois actionneurs linéaires portant également un des deux autres actionneurs.

Il a été proposé, notamment pour résoudre ce problème, un
10 robot parallèle appelé « orthoglide » comportant trois actionneurs linéaires fixes déplaçant des bras articulés se reliant en une extrémité de travail.

Cependant la relation reliant le mouvement linéaire de l'actionneur et celui de l'interface de travail n'est pas invariable en fonction de la position de l'interface de travail.

15 C'est par conséquent un but de la présente invention d'offrir un dispositif articulé pour télémanipulateur ou interface haptique à trois degrés de liberté en translation, ayant une relation linéaire invariable entre la position de chaque actionneur et celle de l'interface de travail, permettant d'avoir une homogénéité du comportement du dispositif dans les trois directions de l'espace.

20 Un second but de l'invention est de proposer un dispositif articulé actionné à partir d'actionneurs fixes pour minimiser les masses mobiles.

L'utilisation d'un simple pantographe à parallélogramme déformable semble intéressante, mais ne permet pas de résoudre simultanément tous ces problèmes, pour un système à trois degrés de liberté, comme nous
25 allons l'expliquer maintenant en relation avec les figures 1 à 4 représentant des dispositifs de l'état de la technique.

Dans la suite de la présente demande, un pantographe à parallélogramme déformable représenté sur les figures 1 et 2, est défini comme un mécanisme à quatre barres (AD, DM, CB, BE) plan, dont les propriétés sont

bien connues. Notamment, les segments CD, DE, EB et BC forment un parallélogramme ($CD = BE$, $CB = DE$) et les points A, B et M sont alignés, de manière à ce que le point M effectue une trajectoire linéaire en fonction des mouvements de A ou de B.

5 Par construction du parallélogramme, on a :

$$\frac{\overrightarrow{AD}}{\overrightarrow{AC}} = \frac{\overrightarrow{DM}}{\overrightarrow{DE}}$$

On nomme k ce rapport. Les longueurs de chaque barre sont fixes. On considère par la suite que k est supérieur à 1 (A et C ne sont pas confondus).

10 Les points de connexion externe (port) sont les points A, B et M. Lorsqu'on déforme le parallélogramme par actionnement des articulations entre les barres, le pantographe se déforme dans son plan, tout en vérifiant les relations géométriques suivantes entre les points mobiles les uns par rapport aux autres :

15
$$\frac{\overrightarrow{AD}}{\overrightarrow{AC}} = \frac{\overrightarrow{DM}}{\overrightarrow{DE}} = \frac{\overrightarrow{AD} + \overrightarrow{DM}}{\overrightarrow{AC} + \overrightarrow{DE}} = k$$

Puisque $\overrightarrow{DE} = \overrightarrow{CB}$ on en déduit $\frac{\overrightarrow{AD} + \overrightarrow{DM}}{\overrightarrow{AC} + \overrightarrow{CB}} = k$

d'où la relation $\overrightarrow{AM} = k \overrightarrow{AB}$ du pantographe entre les points mobiles A, B et M.

20 Les déplacements relatifs des points A, B et M sont liés par la relation suivante :

$$d\overrightarrow{M} - d\overrightarrow{A} - k(d\overrightarrow{B} - d\overrightarrow{A}) = \vec{0}$$

$$d\overrightarrow{M} - k.d\overrightarrow{B} - (1-k).d\overrightarrow{A} = \vec{0} \quad (\text{eq.I})$$

25 Les déplacements de deux des points parmi (A, B, M) définissent le déplacement du troisième. En considérant M le point habituellement choisi en sortie, les déplacements du point M ($d\overrightarrow{M}$) sont homothétiques de ceux du point

B ($d\vec{B}$) avec un rapport égal à k. Les déplacements du point M ($d\vec{M}$) sont également homothétiques de ceux du point A ($d\vec{A}$) avec un rapport égal à 1-k. Ce rapport est négatif puisque k est supérieur à 1, il en résulte alors un retournement de figure comme cela est représenté.

5 Si l'on divise l'équation (eq.1) par k on obtient :

$$\frac{1}{k}d\vec{M} - d\vec{B} - \frac{(1-k)}{k}.d\vec{A} = \vec{0}$$

Dans ce cas, les mouvements de B sont reliés à ceux de M par le rapport 1/k : cela correspond au mode inverse ou réducteur.

On remarque également que si $d\vec{B} = d\vec{A} = \vec{d}$ alors $d\vec{M} = \vec{d}$.

10 Par la suite, pour simplifier l'écriture $d\vec{M}$ sera noté M.

Un tel pantographe peut être actionné à partir du point B, avec le point A maintenu fixe (cf. figure 1), avec un rapport d'homothétie entre les déplacements relatifs du point B et du point M égal à k : il s'agit de l'utilisation habituelle du pantographe comme agrandisseur. Le pantographe peut aussi être
15 actionné à partir du point A, avec le point B maintenu fixe, comme représenté sur la figure 2, avec un rapport d'homothétie de 1-k entre les déplacements relatifs du point A et du point M. Les actionnements à partir du point A et du point B peuvent être combinés pour fournir un mouvement à trois degrés de liberté.

Nous rappelons que le but de la présente invention est d'offrir
20 un mécanisme spatial à trois degrés de liberté dont les déplacements du point de sortie M (on choisit M pour toute la suite) sont reliés linéairement aux déplacements des points d'entrée A et B et dont les actionneurs sont fixes, par exemple sur un bâti.

Pour qu'un des points de connexion du pantographe ait trois
25 degrés de liberté indépendants dans l'espace, il suffit d'appliquer à l'ensemble des deux autres points des mouvements suivant trois directions indépendantes de l'espace.

Nous allons noter ①, ② et ③ ces trois directions, c'est-à-dire la direction des trois actionneurs.

Il est à noter qu'il n'est pas nécessaire de choisir les directions dans l'espace. Elles sont interchangeable. En outre, quels que soient les déplacements de A et B dans l'espace les points A, B, C, D, E, M restent coplanaires. Mais ce plan peut tourner autour de la droite AB sans changer la position de M.

Il y a plusieurs façons possibles de répartir les trois mouvements de translation dans des directions bien définies aux points A et B.

On notera $P(①)$ le déplacement du point P suivant la direction ①, resp. $P(②)$ et $P(③)$ suivant les directions ② et ③.

1) ① en B, ② et ③ en A alors

$$M = k.B(①) + (1-k).(A(②)+A(③))$$

2) ① en A, ② et ③ en B alors

$$M = (1-k).A(①) + k.(B(②)+B(③))$$

3) ①, ② et ③ en A alors

$$M = (1-k).(A(①)+A(②)+A(③))$$

4) ①, ② et ③ en B alors

$$M = k.(B(①)+B(②)+B(③))$$

Les cas 3) et 4) qui consistent à déplacer un seul point suivant trois directions indépendantes avec des actionneurs reliés directement à la base ne sont pas réalisables simplement.

Par exemple, sur la figure 3, nous avons choisi d'appliquer un déplacement suivant un seul axe (axe ①) au point B et suivant deux axes perpendiculaires (② et ③) au point A.

Un déplacement d'amplitude 1 suivant l'axe ① de B produit un déplacement d'amplitude k suivant l'axe ① de M. Un déplacement d'amplitude 1

suivant l'axe ② (respectivement l'axe ③) de A produit un déplacement d'amplitude $-(k-1)$ suivant l'axe ② (respectivement l'axe ③) de M. Ce qui signifiera que le mouvement sera inversé entre l'actionneur et l'extrémité active et M.

5 Dans la configuration standard d'un pantographe tel que présenté en figure 3 avec un actionneur suivant l'axe ① au point B et deux actionneurs selon les axes perpendiculaires ② et ③ placés au point A, il reste à fournir un moyen pour que les actionneurs ② et ③ soient fixes, et que les déplacements du point M aient le même rapport d'homothétie dans les trois
10 directions ①, ② et ③.

De manière similaire, sur la figure 4, nous avons choisi d'appliquer un déplacement suivant un seul axe (axe ①) au point A et suivant deux axes perpendiculaires (② et ③) au point B.

Un déplacement d'amplitude 1 suivant l'axe ① de A produit un
15 déplacement d'amplitude $-(k-1)$ suivant l'axe ① de M. Un déplacement d'amplitude 1 suivant l'axe ② (respectivement l'axe ③) de B produit un déplacement d'amplitude k suivant l'axe ② (respectivement l'axe ③) de M.

Aucun des cas de figures illustrés par les figures 3 et 4 ne permet donc pas de répartir trois degrés de liberté sur deux points
20 d'actionnement d'un pantographe simple et d'obtenir un déplacement homogène (avec le même coefficient de proportionnalité) dans les trois directions.

Afin de remédier au problème de non homogénéité, il a été proposé des actionneurs utilisant différents réducteurs adaptés, pour compenser
25 la différence de rapport entre les mouvements appliqués en A et ceux en B, et pour obtenir des mouvements homogènes en trois dimensions au point M.

Le but de la présente invention est donc d'offrir un dispositif à trois de grés de liberté offrant un déplacement homogènes dans les trois degrés de liberté et offrant une faible inertie.

EXPOSÉ DE L'INVENTION

Le but précédemment énoncé est atteint par un dispositif à trois degrés de liberté en translation comportant au moins deux pantographes en série, le premier pantographe portant à une extrémité un organe actif ou interface de travail, ce dernier étant mobile dans une première direction par un
5 premier actionneur sollicitant directement le premier pantographe, le deuxième pantographe étant relié directement au premier pantographe et sollicité directement selon une deuxième direction par un deuxième actionneur et selon une troisième direction par un troisième actionneur.

10 En d'autres termes, l'invention consiste à déplacer une extrémité de travail portée par un premier pantographe relié directement à un actionneur linéaire selon une première direction, et à transmettre les mouvements selon les deux autres directions formant avec la première direction trois directions orthogonales, par l'intermédiaire d'un deuxième pantographe
15 relié lui-même directement à un actionneur linéaire selon une deuxième direction linéaire perpendiculaire à la première, le mouvement selon la troisième direction étant obtenu par un troisième actionneur.

Les actionneurs sont alors fixes, par exemple sur un bâti externe et mécaniquement indépendants, i.e. aucun actionneur n'est porté par un autre
20 actionneur.

Par ailleurs, on peut relier de manière simple par une relation qui s'exprime par une fonction linéaire, le déplacement de l'extrémité active à celui de chaque actionneur, en fonction des points de liaison des pantographes entre eux et des rapports d'homothétie de chaque pantographe, cette relation
25 étant invariable quelle que soit la position prise par l'extrémité active.

Une telle structure permet en effet de minimiser la taille et le couple de chaque actionneur, d'utiliser le même type d'actionneur pour chaque direction et de réduire le poids total de la structure.

De manière particulièrement avantageuse, le troisième actionneur est un troisième pantographe relié directement au deuxième pantographe et sollicité directement selon une troisième direction par un troisième actionneur, ce qui permet en choisissant les points de liaison entre les
5 pantographes et les rapports d'homothétie de chacun des pantographes de relier le déplacement de l'extrémité active à celui de chacun des actionneurs par des relations identiques.

Dans ces conditions, un déplacement identique de chacun des actionneurs ①, ② et ③ provoquera un déplacement identique de l'extrémité
10 active dans chacune des directions ①, ② et ③.

Plusieurs combinaisons sont ainsi possibles, et rentrent dans le cadre de la présente invention.

L'amplitude du déplacement de l'extrémité active du dispositif articulé selon l'invention dans les trois directions indépendantes des trois
15 actionneurs dépend du rapport d'homothétie de chaque pantographe, de l'emplacement de chaque actionneur sur chaque pantographe, i.e. suivant le point du pantographe auquel il est relié, et de l'articulation des pantographes entre eux.

Il est particulièrement souhaitable que le rapport d'homothétie
20 soit le même dans les trois directions indépendantes. Cela est rendu possible en utilisant un troisième pantographe comme troisième actionneur. En effet, à l'aide des deux premiers pantographes en série, on réalise un premier mécanisme permettant d'actionner de façon indépendante les deux points du premier pantographes distinct de l'extrémité active dans deux directions avec le même
25 rapport d'homothétie et on utilise un troisième pantographe pour rendre le troisième rapport d'homothétie égal aux rapports d'homothétie dans les deux autres directions. Si on n'utilise que deux pantographes, et que l'on fixe le rapport d'homothétie dans une direction, on ne peut pas rendre les rapports d'homothétie dans les deux autres directions simultanément égaux au premier

rapport, en fixant deux actionneurs sur un même pantographe, en deux points distincts du deuxième pantographe.

La présente invention a alors principalement pour objet un dispositif articulé à trois degrés de liberté en translation comportant une
5 extrémité active destinée à interagir avec un environnement extérieur, un premier pantographe et un deuxième pantographe associés en série, le premier pantographe étant sollicité directement au niveau d'une de ses extrémités par un actionneur linéaire, le deuxième pantographe étant sollicité au niveau de deux de ses extrémités par deux actionneurs, les premier, deuxième et troisième
10 actionneurs ayant chacun une direction de déplacement orthogonale aux deux autres directions de déplacement, l'extrémité active étant portée par une extrémité du premier pantographe, de sorte que la relation liant le déplacement de l'extrémité active dans chacune des directions des actionneurs et le déplacement de chacun des actionneurs soit invariable.

15 Le troisième actionneur peut être un pantographe lui-même sollicité à une de ses extrémité par un actionneur, dit troisième actionneur.

Le troisième point du second pantographe peut être relié au premier point du premier pantographe qui n'est pas sollicité directement par le premier actionneur, et le troisième point du troisième pantographe peut être
20 relié au premier du second pantographe qui n'est pas sollicité directement par le second actionneur.

Les pantographes ont avantageusement des rapports d'homothétie qui sont des fonctions linéaires ou rationnelles les uns des autres, de manière à ce que le déplacement de l'extrémité active soit proportionnel au
25 déplacement de chacun des actionneurs avec un coefficient de proportionnalité égal en module dans les trois directions.

Dans un exemple de réalisation, le premier pantographe ayant un rapport d'homothétie égal à k_1 , le premier actionneur étant relié directement au deuxième point du premier pantographe, et le second actionneur étant relié

directement au deuxième point du deuxième pantographe, le second pantographe a un rapport d'homothétie k_2 égal à $\frac{k_1}{(k_1 - 1)}$ de manière à ce que les fonctions linéaires reliant le déplacement de l'extrémité active à celui de chacun des premiers et deuxième actionneurs aient le même coefficient de proportionnalité égal à k_1 en module.

Le troisième pantographe peut alors être relié par son troisième point au premier point du second pantographe, le troisième actionneur étant relié au premier point du troisième pantographe, le deuxième point étant fixe, et le troisième pantographe peut avoir un rapport d'homothétie k_3 égal à $(k_1 + 1)$ de manière à ce que les fonctions linéaires reliant le déplacement de l'extrémité active du premier pantographe à celui de chacun des premiers, deuxième et troisième actionneurs aient le même coefficient de proportionnalité égal à k_1 en module.

En variante, le troisième pantographe est relié par son troisième point au premier point du second pantographe, le troisième actionneur étant relié au deuxième point du troisième pantographe, le premier point du troisième pantographe étant fixe, et le troisième pantographe peut avoir un rapport d'homothétie k_3 égal à k_1 de manière à ce que les fonctions linéaires reliant le déplacement de l'extrémité active du premier pantographe à celui de chacun des premiers, deuxième et troisième actionneurs aient le même coefficient de proportionnalité égal à k_1 en module.

Dans un autre exemple de réalisation, le premier pantographe ayant un rapport d'homothétie égal à k_1 , le premier actionneur étant relié directement au deuxième point du premier pantographe, et le second actionneur étant relié directement au premier point du deuxième pantographe, le second pantographe a un rapport d'homothétie k_2 égal à $\frac{(2.k_1 - 1)}{(k_1 - 1)}$ de manière à ce que les fonctions linéaires reliant le déplacement de l'extrémité active du premier

pantographe à celui de chacun des premiers et deuxième actionneurs aient le même coefficient de proportionnalité égal à k_1 en module.

Le troisième pantographe peut être relié par son deuxième point au deuxième point du second pantographe, le troisième actionneur étant
 5 relié au troisième point du troisième pantographe, le premier point A3 du troisième pantographe étant fixe, le troisième pantographe a avantageusement un rapport d'homothétie k_3 égal à $\frac{(2.k_1-1)}{k_1}$ de manière à ce que les fonctions
 linéaires reliant le déplacement de l'extrémité active du premier pantographe à celui de chacun des premiers, deuxième et troisième actionneurs aient le même
 10 coefficient de proportionnalité égal à k_1 en module.

Dans le cas où le troisième pantographe est relié par son deuxième point au deuxième point du second pantographe, le troisième actionneur étant relié au premier point du troisième pantographe, le troisième point du troisième pantographe étant fixe, le troisième pantographe a
 15 avantageusement un rapport d'homothétie k_3 égal à $\frac{(2.k_1-1)}{(k_1-1)}$ de manière à ce que les fonctions linéaires reliant le déplacement de l'extrémité active (M1) à celui de chacun des premiers, deuxième et troisième actionneurs aient le même coefficient de proportionnalité égal à k_1 en module.

Dans un autre exemple, le premier pantographe a un rapport
 20 d'homothétie égal à k_1 , le premier actionneur étant relié directement au premier point, et le second actionneur étant relié directement au premier point du deuxième pantographe, et le second pantographe a un rapport d'homothétie k_2 égal à $\frac{(2.k_1-1)}{k_1}$ de manière à ce que les fonctions linéaires reliant le
 déplacement de l'extrémité active du premier pantographe à celui de chacun des
 25 premiers et deuxième actionneurs aient le même coefficient de proportionnalité égal à (k_1-1) en module.

Le troisième pantographe peut être relié par son deuxième point au deuxième point du second pantographe, le troisième actionneur étant relié au troisième point du troisième pantographe, le premier point étant fixe, le troisième pantographe a avantageusement un rapport d'homothétie k_3 égal à $\frac{(2.k_1 - 1)}{(k_1 - 1)}$ de manière à ce que les fonctions linéaires reliant le déplacement de l'extrémité active du premier pantographe à celui de chacun des premiers, deuxième et troisième actionneurs aient le même coefficient de proportionnalité égal à $(k_1 - 1)$ en module.

Le troisième pantographe peut être relié par son deuxième point au deuxième point B2 du second pantographe, le troisième actionneur étant relié au premier point du troisième pantographe, le troisième point étant fixe, le troisième pantographe a dans un autre exemple un rapport d'homothétie k_3 égal à $\frac{(2.k_1 - 1)}{(k_1)}$ de manière à ce que les fonctions linéaires reliant le déplacement de l'extrémité active du premier pantographe à celui de chacun des premiers, deuxième et troisième actionneurs aient le même coefficient de proportionnalité égal à $(k_1 - 1)$ en module.

Dans un exemple de réalisation, le deuxième et le troisième pantographe sont disposés l'un à côté de l'autre, le premier pantographe s'étendant en éloignement des deuxième et troisième pantographes.

La liaison raccordant le premier et le deuxième pantographe peut être réalisée au moyen d'un cardan.

Au moins un parmi le premier, le deuxième et le troisième actionneur linéaire peut être du type à poulies, comportant une première et une deuxième poulie d'axes parallèles autour desquelles est enroulé un élément de transmission flexible sans fin et un chariot solidaire en mouvement dudit élément de transmission, ledit chariot étant relié à au moins un pantographe, la rotation

dans un sens de rotation ou dans un autre des poulies, provoquant le déplacement linéaire du chariot selon la direction reliant les deux poulies.

L'actionneur à poulies peut comporter un rail de guidage s'étendant entre les deux poulies et sur lequel une semelle du chariot est montée
5 à coulissement.

La présente invention a également pour objet un robot télémanipulateur comportant au moins un dispositif articulé selon la présente invention.

La présente invention a également pour objet une interface
10 haptique comportant au moins un dispositif articulé selon la présente invention.

BRÈVE DESCRIPTION DES DESSINS

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

- la figure 1 est un schéma de principe illustrant l'utilisation
15 classique d'un pantographe à parallélogramme déformable comme agrandisseur de dessin,

- la figure 2 est un schéma de principe illustrant le fonctionnement inversé d'un pantographe à parallélogramme déformable, le point fixe du parallélogramme étant différent de celui du parallélogramme de la
20 figure 1,

- la figure 3 est un schéma de principe illustrant l'inhomogénéité des déplacements d'un pantographe à trois degrés de liberté lorsqu'un actionneur est directement relié à un point du pantographe et les deux autres actionneurs sont directement reliés à un autre point du pantographe,

25 - la figure 4 est un schéma de principe illustrant l'inhomogénéité des déplacements d'un pantographe à trois degrés de liberté, dans lequel les points reliés directement à un actionneur et à deux actionneurs sont inversés par rapport au pantographe de la figure 3,

- la figure 5 est un schéma de principe d'un premier mode de réalisation d'un dispositif articulé selon la présente invention comportant deux pantographes,

5 - la figure 6 est un schéma de principe d'un premier exemple d'un deuxième mode de réalisation d'un dispositif articulé selon l'invention, le dispositif articulé comportant trois pantographes en série,

- la figure 7 est un schéma de principe d'un second exemple du deuxième mode de réalisation d'un dispositif articulé selon l'invention,

10 - la figure 8 est un schéma de principe d'un troisième exemple de réalisation d'un dispositif articulé à trois pantographes selon l'invention,

- la figure 9 est une vue en perspective d'un dispositif articulé selon le troisième exemple de réalisation de la présente invention vue sensiblement de devant, où les trois actionneurs sont fixés sur un bâti externe,

15 - la figure 10 est une vue en perspective d'un dispositif similaire à celui de la figure 9 selon un deuxième angle de vue sensiblement opposé vue de derrière,

- la figure 11 illustre schématiquement une partie d'un dispositif selon un deuxième mode de réalisation de l'invention, utilisant une liaison de type cardan,

20 - la figure 12 est un tableau récapitulant les différentes configurations possibles entre trois pantographes du dispositif selon l'invention, et les rapports d'homothétie associés,

- la figure 13 est une représentation schématique d'un exemple d'actionneur linéaire utilisable dans le dispositif articulé selon l'invention ;

25 - la figure 14 est une vue de face schématique d'un positionneur bidirectionnelle particulièrement adapté à dispositif articulé à pantographe ;

- la figure 15 est une vue en perspective d'un dispositif articulé à pantographe avec le positionneur de la figure 13 et celui de la figure 14.

EXPOSÉ DÉTAILLÉ DE MODES DE RÉALISATION PARTICULIERS

Nous allons maintenant décrire en détails plusieurs modes de réalisation de l'invention en lien avec les figures 5-11.

5 Dans toute la description qui va suivre nous désignerons par premier, deuxième et troisième points, les trois points alignés d'un pantographe non portés par une même barre, le deuxième point étant disposé axialement entre le premier et le deuxième point.

Par exemple sur la figure 5, le premier point du pantographe est le point A1, le deuxième point est le point B1 et le troisième point le point M1.
10 Dans ce cas, M1 sera également désigné l'extrémité active du dispositif puisque c'est cette extrémité qui va interagir avec l'environnement extérieur.

La désignation d'un mécanisme multi-pantographe se fera par l'énumération des points de connexion des pantographes entre eux.

Par exemple, M1-A1M2-A2M3-A3 désigne un mécanisme à trois
15 pantographes, dont le point de sortie au niveau du premier pantographe est le troisième point M1, connecté par son premier point A1 au troisième point M2 d'un deuxième pantographe, lui-même connecté par son premier point A2 au troisième point M3 d'un troisième pantographe, actionné par son premier point A3.

20 Sur la figure 5, on peut voir un premier mode de réalisation de la présente invention dans lequel le dispositif articulé comporte deux pantographes 100 et 200 reliés en série.

Selon la nomenclature décrite ci-dessus, ce dispositif peut être désigné M1-A1M2-A2-B2, ce qui signifie que le dispositif comporte deux
25 pantographes 100, 200, le premier pantographe 100 de rapport d'homothétie k_1 dont le point de sortie au niveau du pantographe 1 est le troisième point M1, connecté par son premier point A1 au troisième point M2 du deuxième pantographe 200 de rapport d'homothétie k_2 , lui-même connecté par ses premier A2 et deuxième B2 points à des actionneurs.

Les actionneurs sont des actionneurs linéaires ayant chacun une direction de déplacement orthogonale aux directions des deux autres actionneurs.

Les déplacements des points sont désignés par la lettre du point.

On peut écrire :

$$M1 = k1B1 + (1-k1)A1 \text{ ou } M1 = k1B1 + (1-k1)M2.$$

Lorsque l'actionneur en B1 est actionné, le rapport d'homothétie est $k1$.

$$M2 = k2B2 + (1-k2)A2,$$

$$\text{d'où } M1 = k1B1 + (1-k1)(k2B2 + (1-k2)A2).$$

Lorsque l'actionneur en B2 est actionné, le rapport d'homothétie est $(1-k1)k2$.

Lorsque l'actionneur en A2 est déplacé, le rapport d'homothétie de la combinaison des pantographes 100 et 200 est $:(1-k1)(1-k2)$.

Les actionneurs sont fixes, par exemple sur un bâti externe et mécaniquement indépendants.

Grâce à cette configuration, on peut donc relier de manière simple par une relation qui s'exprime par une fonction linéaire ou rationnelle, le déplacement de l'extrémité active M1 à celui de chaque actionneur, en fonction des points de liaison des pantographes entre eux et des rapports d'homothétie de chaque pantographe, cette relation étant invariable quelle que soit la position prise par l'extrémité active.

Selon un deuxième mode de réalisation, le dispositif articulé comporte trois pantographes 100, 200, 300 reliés en série.

Selon une première catégorie d'exemples de réalisation de l'invention, le premier pantographe comporte un premier actionneur dans une direction ① fixé directement au deuxième point B_1 et ce premier pantographe a un rapport d'homothétie égal à k_1 , le deuxième pantographe est relié au premier

point A_1 du premier pantographe. Cette catégorie de multi-pantographes est désignée selon la nomenclature établie plus haut du type : $M_1-A_1...$

Par symétrie, on peut aussi concevoir une seconde catégorie d'exemples de réalisation de l'invention, où le premier pantographe comporte un premier actionneur fixé directement au point A_1 et a un rapport d'homothétie égal à $-(k_1-1)$, et où le deuxième pantographe est relié au deuxième point B_1 du premier pantographe. Cette catégorie de multi-pantographes est désignée selon la nomenclature établie plus haut du type : $M_1-B_1...$

Nous allons dans les exemples suivants nous limiter à la première catégorie d'exemples ($M_1-A_1...$), bien que d'autres modes de réalisation de l'invention puissent se déduire facilement, par symétrie, pour la catégorie de multi-pantographes du type $M_1-B_1...$

Selon un exemple de réalisation de l'invention, illustré en figure 6, le multi-pantographe est du type $M_1-A_1M_2-A_2M_3-A_3$, le second pantographe 200 de rapport d'homothétie k_2 est relié au premier point A_1 du premier pantographe 100 par le troisième point M_2 et comporte un actionneur suivant une direction ② directement relié au deuxième point B_2 . Le troisième pantographe 300 de rapport k_3 est relié au premier point A_2 du deuxième pantographe 200 par son troisième point M_3 . Le deuxième point B_3 du troisième pantographe 300 est fixe.

Ce dispositif à trois pantographes correspond au dispositif à deux pantographes de la figure 5, dans lequel on a remplacé le troisième actionneur en A_2 par un troisième pantographe 300 relié directement à un actionneur en A_3 .

Les relations établies pour le dispositif de la figure 5 s'appliquent. Par contre, le rapport d'homothétie de la combinaison des trois pantographes 100, 200, 300 lorsque le troisième actionneur est actionné est désormais égal à $(1-k_1)(1-k_2)(1-k_3)$.

On choisit le rapport d'homothétie k_2 égal à $(k_1)/(k_1-1)$ de manière à ce que les fonctions linéaires reliant le déplacement de l'extrémité

active M1 à celui de chacun des premiers et deuxième actionneurs aient le même coefficient de proportionnalité égal à k_1 en module :

En effet $k_2.(k_1-1) = k_1$.

5 Conformément à la figure 6, le troisième point M_3 du troisième pantographe est relié au premier point A_2 du second pantographe, et le troisième actionneur suivant une direction ③ est relié au premier point A_3 du troisième pantographe, le deuxième point B_3 du troisième pantographe étant fixe. On choisit alors le rapport d'homothétie k_3 égal à (k_1+1) , de manière à ce que :

10

$$(1-k_1).(1-k_2).(1-k_3) = k_1.$$

La figure 7 illustre un second exemple de réalisation d'un dispositif articulé à trois pantographes selon l'invention, du type $M_1-A_1M_2-A_2M_3-B_3$. Les deux premiers pantographes et leurs actionneurs respectifs sont positionnés comme dans l'exemple de la figure 6, avec le troisième point M_3 du troisième pantographe relié au premier point A_2 du second pantographe, mais le troisième actionneur suivant une direction ③ est relié au deuxième point B_3 du troisième pantographe, le premier point A_3 du troisième pantographe étant fixe.

15 Dans ce cas, on choisit également le rapport d'homothétie du second pantographe k_2 égal à $(k_1)/(k_1-1)$; par contre, on choisit un rapport d'homothétie du troisième pantographe k_3 égal à (k_1) , de manière à ce que :

20

$$(1-k_1).(1-k_2).(k_3) = k_1.$$

25

La figure 8 illustre un troisième exemple de réalisation d'un pantographe triple selon l'invention, du type $M_1-A_1M_2.B_2B_3-M_3$ les deux premiers pantographes sont articulés entre eux comme sur la figure 5, mais le second actionneur est directement relié au premier point A_2 du second pantographe.

On choisit ici, le rapport d'homothétie k_2 égal à $(2.k_1-1)/(k_1-1)$ de manière à ce que les fonctions linéaires reliant le déplacement de l'extrémité active à celui de chacun des premiers et deuxième actionneurs aient le même coefficient de proportionnalité égal à k_1 en module :

$$(k_2 - 1).(k_1 - 1) = k_1.$$

De manière particulièrement avantageuse, selon ce mode de réalisation, le deuxième point B_3 du troisième pantographe est relié au point B_2 du second pantographe, et le troisième actionneur est fixé au troisième point M_3 du troisième pantographe, le premier point A_3 du troisième pantographe étant fixe. On choisit alors le rapport d'homothétie k_3 égal à $(2k_1-1)/(k_1)$, de manière à ce que :

$$(1-k_1).(k_2).(1/k_3) = k_1.$$

Selon une variante de ce mode de réalisation d'un dispositif articulé à trois pantographes selon l'invention, du type $M_1-A_1M_2.B_2B_3-A_3$, la configuration des deux premiers pantographes est identique à celle du troisième mode de réalisation, et le troisième pantographe est également relié par son deuxième point B_3 au deuxième point B_2 du second pantographe, mais le troisième actionneur est fixé au premier point A_3 du troisième pantographe, le troisième point M_3 du troisième pantographe étant fixe. On choisit alors le rapport d'homothétie k_3 égal à $(2k_1-1)/(k_1-1)$, de manière à ce que :

$$(1-k_1).(k_2).(k_3) = k_1.$$

Par symétrie, à cette première catégorie d'exemples de réalisation décrits, on peut aussi concevoir une seconde catégorie d'exemples de réalisation de l'invention, où le premier pantographe comporte un premier actionneur fixé directement au point A_1 et a un rapport d'homothétie égal à $-(k_1-$

1), et où le deuxième pantographe est relié au deuxième point B_1 du premier pantographe. Cette catégorie de multi-pantographes est désignée selon la nomenclature établie plus haut du type : $M_1-B_1...$

Selon un exemple de réalisation d'un dispositif articulé à trois
 5 pantographes selon l'invention, du type $M_1-B_1M_2-B_2B_3-M_3$, les deux premiers pantographes sont articulés entre eux par une liaison entre le deuxième point B_1 du premier pantographe, et le troisième point M_2 du second pantographe, et le second actionneur est directement relié au premier point A_2 du second pantographe. On choisit ici, le rapport d'homothétie k_2 égal à $(2.k_1-1)/(k_1)$ de
 10 manière à ce que les fonctions linéaires reliant le déplacement de l'extrémité active à celui de chacun des premiers et deuxième actionneurs aient le même coefficient de proportionnalité égal à k_1-1 en module :

$$(k_2-1).(k_1) = (k_1-1).$$

15 De manière particulièrement avantageuse, selon cet exemple de réalisation, le deuxième point B_3 du troisième pantographe est relié au deuxième point B_2 du second pantographe, et le troisième actionneur est fixé au troisième point M_3 du troisième pantographe, le premier point A_3 du troisième
 20 pantographe étant fixe. On choisit alors le rapport d'homothétie k_3 égal à $(2.k_1-1)/(k_1-1)$, de manière à ce que :

$$(k_1).(k_2).(k_3) = (k_1-1).$$

25 Selon une variante de l'exemple de réalisation décrit ci-dessus d'un pantographe triple selon l'invention, du type $M_1-B_1M_2-B_2B_3-A_3$, les deux premiers pantographes sont articulés entre eux et actionnés de manière analogue, le deuxième point B_3 du troisième pantographe est relié au deuxième point B_2 du second pantographe, et le troisième actionneur est fixé au premier

point A_3 du troisième pantographe, le troisième point M_3 du troisième pantographe étant fixe. On choisit alors le rapport d'homothétie k_3 égal à $(2.k_1-1)/(k_1)$, de manière à ce que :

$$(k_1).(k_2).(1 / k_3) = (k_1-1).$$

Les différentes configurations possibles, c'est-à-dire ne conduisant pas à des valeurs de k négatives, ou inférieures à 1 en valeur absolue, sont résumées dans le tableau de la figure 12.

Nous allons maintenant décrire plus en détail le troisième exemple de réalisation de l'invention.

Sur les figures 9 à 11, on peut voir un exemple de réalisation du dispositif selon le troisième mode de réalisation de la présente invention, comportant un membre articulé 2 monté sur un châssis.

Le membre articulé 2 comporte une extrémité 6, appelée par la suite extrémité active. Celle-ci peut, dans le cas d'un robot télémanipulateur, porter un outil, par exemple un pince, ou, dans le cas d'une interface haptique, porter par exemple une poignée pour commander un robot télémanipulateur, par exemple du type de l'invention.

Le bras comporte trois pantographes 100, 200, 300 à parallélogrammes déformables qui seront décrits successivement.

Le premier pantographe 100 comporte une première paire de bras 102, 104 parallèles entre eux et une deuxième paire de bras 106, 108 parallèles entre eux. Le bras 102 est monté mobile en rotation par une première extrémité 102.1 sur une première extrémité 106.1 du bras 106, le bras 104 est monté mobile en rotation par une première extrémité 104.1 sur le bras 106 entre l'extrémité 106.1 reliée au bras 102 et une extrémité 106.2 libre du bras 106 et formant l'extrémité active 6. Le bras 108 est, quant à lui, monté libre en rotation par une première extrémité 108.1 sur une deuxième extrémité 104.2 du bras 104,

et par une deuxième extrémité 108.2, sur le bras 102 entre la première extrémité 102.1 et une deuxième extrémité 102.2.

L'articulation entre le bras 102 et le bras 106 est repérée D_1 .

L'articulation entre le bras 102 et le bras 108 est repérée C_1 .

5 L'articulation entre le bras 104 et le bras 108 est repérée B_1 .

L'articulation entre le bras 104 et le bras 106 est repérée E_1 .

L'extrémité active 6 est repérée M_1 .

Le dispositif selon la présente invention comporte également un actionneur linéaire 110 connecté à l'articulation B_1 . L'actionneur linéaire 110 est
10 destiné à déplacer l'articulation B_1 selon l'une première direction Y.

L'actionneur linéaire 110 peut être du type à poulie. Il peut également être, par exemple du type à crémaillère ou à vis sans fin.

Le premier pantographe 100 et le deuxième pantographe 200 se raccordent au niveau d'une extrémité 102.2 du bras 102 et d'une extrémité 202.2
15 d'un bras 202 dans l'exemple représenté par une liaison rotule 8 assurant une grande liberté de mouvement entre les deux pantographes 100, 200. L'articulation entre le premier 100 et le deuxième 200 pantographes est repérée A_1 .

Le premier pantographe 100 permet d'effectuer une
20 homothétie de centre B_1 et de rapport k_1 , dont l'expression mathématique est la suivante :

$$A_1 \vec{M}_1 = k_1 . A_1 \vec{B}_1 .$$

D'où en différenciant :

25

$$\Delta \vec{M}_1 - \Delta \vec{A}_1 = k_1 (\Delta \vec{B}_1 - \Delta \vec{A}_1)$$

$$\Delta \overrightarrow{M_1} = k_1 \Delta \overrightarrow{B_1} + (1 - k_1) \Delta \overrightarrow{A_1}$$

C'est-à-dire que tout déplacement appliqué au point B_1 , lorsque A_1 est fixe, provoque un déplacement au point M_1 de même direction et d'amplitude proportionnelle à la valeur du déplacement du point B_1 , le coefficient de proportionnalité étant égal à k_1 : le rapport d'homothétie entre B_1 et M_1 .

Tandis que tout déplacement appliqué au point A_1 , lorsque B_1 est fixe, provoque un déplacement au point M_1 de direction opposée et d'amplitude proportionnelle à la valeur du déplacement du point A_1 , le coefficient de proportionnalité étant alors $1 - k_1$: le rapport d'homothétie entre A_1 et M_1 .

C'est-à-dire que tout déplacement d'une distance y en B_1 selon la direction Y , provoqué par le premier actionneur 110 déplace le point M_1 d'une distance $k_1.y$ cf (équation I) selon la direction Y .

Le deuxième pantographe 200 comporte une première paire de bras 202, 204 parallèles entre eux et une deuxième paire de bras 206, 208 parallèles entre eux. Le bras 202 est monté mobile en rotation par une première extrémité 202.1 sur une première extrémité 206.1 du bras 206, le bras 204 est monté mobile en rotation par une première extrémité 204.1 sur le bras 206 entre l'extrémité 206.1 reliée au bras 202 et une autre extrémité 206.2 du bras 206. Le bras 208 est, quant à lui, monté libre en rotation par une première extrémité 208.1 sur une deuxième extrémité 204.2 du bras 204 et par une deuxième extrémité 208.2 sur le bras 202 entre la première extrémité 202.1 et une deuxième extrémité 202.2 reliée à l'extrémité 102.2 du bras 102 du premier pantographe 100.

L'articulation entre le bras 202 et le bras 206 est repérée D_2 .

L'articulation entre le bras 202 et le bras 208 est repérée E_2 .

L'articulation entre le bras 204 et le bras 208 est repérée B_2 .

L'articulation entre le bras 204 et le bras 206 est repérée C_2 .

Un deuxième actionneur linéaire 210 est prévu au niveau de l'extrémité 206.2 du bras 202, l'articulation entre le bras 206 et l'actionneur linéaire est désignée A_2 .

Le deuxième actionneur 210 assure un déplacement de l'articulation A_2 selon une direction X orthogonale à la direction Y du premier actionneur 110. L'actionneur 210 peut-être du même type que le premier actionneur 110, il peut être identique ou non.

Le rapport d'homothétie k_2 du deuxième pantographe 200 de centre B_2 est défini comme suit :

10

$$A_2 \vec{M}_2 = k_2 \cdot A_2 \vec{B}_2 .$$

Ainsi tout déplacement d'amplitude 1 selon la direction X de l'articulation A_2 provoque un déplacement en A_1 ($=M_2$) d'une amplitude $-(k_2-1)$ dans la direction X.

15

Le déplacement du point M_1 dans la direction X est alors d'amplitude $(k_1-1).(k_2-1)$.

De manière avantageuse, il est possible d'obtenir une même relation linéaire entre les déplacements linéaires 110 et 210 dans les directions Y et X respectivement en choisissant correctement le rapport entre les valeurs de k_1 et k_2 .

20

En effet en choisissant :

$$k_2 = (2.k_1 - 1)/(k_1 - 1)$$

25

On obtient un déplacement de M égal à :

$$k_1.x \quad (II)$$

La relation liant la distance y_M parcourue par M dans la direction Y et le déplacement de l'actionneur 110 selon Y est identique à celle reliant la distance x_M parcourue par M dans la direction X et le déplacement de l'actionneur 210 selon X.

5 Ainsi les commandes des deux actionneurs 110, 210 peuvent être identiques. De plus chaque actionneur peut être fixé sur un châssis, sans avoir à entraîner le déplacement de l'autre actionneur.

Le troisième pantographe 300 comporte une première paire de bras 302, 304 parallèles entre eux et une deuxième paire de bras 306, 308
10 parallèles entre eux. Le bras 302 est monté mobile en rotation par une première extrémité 302.1 sur une première extrémité 306.1 du bras 306, le bras 304 est monté mobile en rotation par une première extrémité 304.1 sur le bras 306 entre l'extrémité 306.1 reliée au bras 302 et une extrémité 306.2 du bras 306 reliée à l'extrémité 206.2 du bras 202 du deuxième pantographe 200. Le bras 308 est
15 quant à lui monté libre en rotation par une première extrémité 308.1 sur une deuxième extrémité 304.2 du bras 304 et par une deuxième extrémité 308.2 sur le bras 302 entre la première extrémité 302.1 et une deuxième extrémité 302.2.

L'articulation entre le bras 302 et le bras 306 est repérée D_3 .

L'articulation entre le bras 302 et le bras 308 est repérée E_3 .

20 L'articulation entre le bras 304 et le bras 308 est repérée B_3 .

L'articulation entre le bras 304 et le bras 306 est repérée C_3 .

Dans l'exemple représenté, le deuxième 200 et le troisième 300 pantographes sont disposés sensiblement parallèlement l'un par rapport à l'autre.

25 Le bras 306 est monté mobile en rotation sur le châssis du dispositif sensiblement en vis à vis de l'articulation mobile A_2 , et fixe par rapport à l'articulation A_2 .

Selon la présente invention, l'articulation B_3 est disposée en vis-à-vis de l'articulation B_2 et solidaire en mouvement de celle-ci.

Le dispositif comporte un troisième actionneur linéaire 310 de direction Z, orthogonale aux première Y et deuxième X directions des premier 110 et deuxième 210 actionneurs, relié à l'extrémité 302.2 du bras 302, le raccord étant repéré M₃.

5 Le troisième actionneur 310 assure alors un déplacement selon l'axe Z, vertical dans l'exemple représenté.

Le rapport d'homothétie k₃ du troisième pantographe 300 de centre B2 est défini comme suit :

$$10 \quad A_3 \vec{M}_3 = k_3 \cdot A_3 \vec{B}_3.$$

Selon l'invention, on fait bouger l'articulation M₃, l'articulation B₃ étant mobile et l'articulation A₃ étant fixe.

Ainsi tout déplacement d'amplitude z selon la direction Z de
15 l'articulation M₃ provoque un déplacement en B₃ d'une amplitude $\frac{1}{k_3} \times z$ dans la direction Z.

Le déplacement du point A₁ est alors dans la direction Z d'amplitude $\frac{k_2}{k_3} \times z$.

Le déplacement du point M est alors dans la direction Z
20 d'amplitude $-\frac{k_2}{k_3} (k_1 - 1) \times z$.

En choisissant k₃ = (2.k₁ - 1)/(k₁), on obtient, pour un déplacement de l'actionneur 310 d'amplitude 1 dans la direction Z, un déplacement de M1 égal à :

$$-k_1 \cdot z \quad (IV)$$

Grâce à la présente invention, on obtient donc une relation linéaire invariable, les rapports k_1 , k_2 et k_3 étant constants par construction, entre le déplacement des actionneurs et le déplacement de M quelque soit la position dans l'espace et dans toutes les directions.

5 Il y a alors une homogénéité du comportement du dispositif en tout point atteignable par M1.

De manière avantageuse, on peut ainsi obtenir des relations linéaires identiques entre le déplacement de chaque actionneur linéaire 110, 210, 310 et le point M dans les directions X, Y et Z, qui permettent de définir toutes les
10 directions de l'espace.

Ceci permet de simplifier la commande des actionneurs. Les mêmes actionneurs peuvent être utilisés pour les trois directions, ce qui simplifie la réalisation, et diminue le coût du dispositif. La même loi de commande peut être utilisée pour les trois directions, sans nécessité de recourir à une calibration
15 pour chaque axe. Dans l'application à une interface haptique reliée à l'extrémité du bras, non seulement les déplacements sont de même amplitude dans les trois directions, mais les caractéristiques de vitesse et d'accélération sont également homogènes dans toutes les directions, ce qui améliore le retour haptique pour l'utilisateur.

20 Sur la figure 11, on peut voir une variante de réalisation du dispositif selon la présente invention, pour laquelle le troisième pantographe 300 n'a pas été représenté à des fins de clarté. La liaison entre le premier pantographe 100 et le deuxième pantographe 200 est réalisée au moyen d'un cardan 10. Ceci est rendu possible par le fait que cette liaison n'est pas destinée à
25 transmettre un couple, mais uniquement à transmettre une force.

Ce cardan permet d'assurer un grand débattement et est de réalisation plus simple qu'une rotule permettant un débattement équivalent.

Dans l'exemple représenté, le cardan 10 comporte une fourche 12 montée mobile en rotation à l'extrémité du bras 102 du premier pantographe

100 et une deuxième fourche 14 montée mobile en rotation sur le bras 202 du deuxième pantographe 200.

Cette réalisation permet l'apparition d'un phénomène d'auto alignement permettant d'assurer la fonction d'une liaison rotule avec, en plus, un
5 débattement d'au moins un demi-angle solide, ce qui augmente l'espace de travail.

Il est bien entendu qu'un dispositif dont les pantographes sont associés d'une manière différente de celle représentée sur les figures 5 à 9, ne sort pas du cadre de la présente invention. En effet, on pourrait prévoir que le
10 premier actionneur 110 agisse au niveau de A_1 et que le deuxième pantographe 200 soit associé au premier au niveau de B_1 . Dans ce cas les relations entre les différents rapports d'homothétie seraient modifiées si l'on souhaite avoir des relations identiques pour chacun des actionneurs (cf. tableau représenté en figure 12, les références ①, ② et ③ associés aux actionneurs, indiquent la
15 direction linéaire de chacun).

Le dispositif selon la présente invention permet de réaliser un robot télémanipulateur ou interface haptique dont les relations entre les actionneurs et l'extrémité active sont linéaires et invariables quelle que soit la position de l'extrémité M_1 . De manière particulièrement avantageuse, ces
20 relations peuvent en outre être rendues toutes identiques, i.e. ayant le même coefficient de proportionnalité.

Selon un exemple particulier du mode de réalisation décrit en figures 8-11, le pantographe triple utilisé est du type $M_1-A_1M_2-B_2B_3-M_3$. On choisit un premier pantographe ayant une valeur $k_1 = 2$. On choisit ensuite le second
25 pantographe, avec pour $k_2 = 3$ et le troisième pantographe tel que $k_2 = 3/2$. On obtient ainsi un pantographe à trois degrés de liberté, dont les actionneurs sont fixes et indépendants les uns des autres, et dont les déplacements de l'extrémité active (M_1) sont homogènes dans les trois directions sur tout l'espace de travail.

Sur la figure 13, on peut voir un exemple de réalisation d'un actionneur linéaire pouvant être mis en œuvre dans un dispositif de la présente invention.

L'actionneur 400 comporte une première 402 et une deuxième 5 poulie 404 de même diamètre disposées à distance l'une de l'autre, les axes de rotation des poulies étant parallèles.

Une courroie 406 est enroulée autour des poulies 402, 404 et est entraînée par celles-ci.

L'actionneur comporte également un chariot 408 solidaire en 10 mouvement de la courroie 406 et est apte à se déplacer entre les deux poulies 402, 404 selon une direction axiale W.

De manière avantageuse, des moyens de guidage 410 du chariot 408 selon la direction W sont prévus. Ils sont formés, dans l'exemple représenté, par un rail 410 s'étendant entre les deux poulies 402, 404 d'axe parallèle à l'axe 15 W, et sur lequel une semelle 409 du chariot 408 coulisse, la semelle 409 est munie d'une forme pour recevoir le rail 410. Pour cela le chariot 408 comporte par exemple un passage 412 de dimensions ajustées à celles du rail 410.

Ainsi le déplacement du chariot est égal au produit du rayon des poulies par leur angle de rotation, le sens de déplacement du chariot dépendant 20 du sens de rotation des poulies.

Appliqué au dispositif des figures 1 et 2, le chariot peut être fixé au bras 206 du deuxième pantographe par l'articulation A1.

On pourrait prévoir un actionneur avec des poulies de diamètre différent, il faudrait dans ce cas des poulies tournant à des vitesses différentes.

25 L'actionneur 400 peut également être utilisé pour les actionneurs 110 et 310.

Sur la figure 14, on peut voir un exemple de réalisation d'un positionneur bidirectionnel 512 particulièrement adapté à l'actionnement d'un dispositif articulé à pantographe.

Le positionneur 512 comporte deux poulies 516, 518 d'axes parallèles, les centres de poulies 516, 518 étant alignés selon une première direction X1. Ces axes sont orthogonaux à la direction X1. Chaque poulie 516, 518 est montée en rotation sur un châssis 520.

5 Le positionneur 512 comporte également une courroie 20 enroulée autour des poulies 516, 518. Il est entendu que la courroie 520 formant moyen de transmission peut être également formée, par exemple par une chaîne.

Ces poulies sont aptes à être entraînées en rotation par des moyens extérieurs, par exemple par un ou plusieurs moteurs ou manuellement,
10 pour déplacer la courroie 520. Elles seront appelées poulies motrices par la suite.

Le positionneur 512 comporte également un chariot 522 comportant quatre poulies 524.1 à 524.4 de renvoi dans l'exemple représenté, montées libres en rotation sur le chariot et autour desquelles la courroie 520 chemine, une tige 526 d'axe longitudinal Z1 montée mobile en translation selon
15 son axe Z1 sur le chariot 522, dont une première extrémité 526.1 est munie d'une poulie 528 montée libre en rotation sur la tige 526, et dont une deuxième extrémité longitudinale 526.2 est reliée au point F.

L'extrémité F de la tige forme l'extrémité active du positionneur destinée à être reliée à un organe à déplacer.

20 Le chariot 522 a dans l'exemple représenté sensiblement la forme d'un parallélépipède rectangle dont les médiatrices sont parallèles aux axes X1 et Z1. Les poulies 524.1 à 524.4 sont montées aux quatre coins du chariot 522.

La courroie 520 comporte une première extrémité 520.1 fixée
25 sur la tige 526 au niveau de sa deuxième extrémité longitudinale 526.2 et une deuxième extrémité 520.2 également fixée à la deuxième extrémité longitudinale 526.2 de la tige 526.

La courroie suit le cheminement suivant : elle est fixée par son extrémité 520.1 à la deuxième extrémité 526.2 de la tige 526, chemine selon l'axe

Z1 jusqu'à la poulie de renvoi 524.1, puis chemine le long de l'axe X1 jusqu'à la poulie motrice 516, s'enroule autour de celle-ci pour repartir en sens inverse dans la direction de l'axe X1 jusqu'à la poulie de renvoi 524.2. La courroie 520 bifurque ensuite à angle droit et chemine jusqu'à la poulie 528 montée sur la tige 526, repart en sens inverse et chemine jusqu'à la poulie de renvoi 524.3, où elle bifurque à angle droit et chemine le long de l'axe X1 jusqu'à la poulie motrice 518 sur laquelle elle s'enroule pour repartir en sens inverse selon l'axe X1. Elle s'enroule ensuite autour de la poulie de renvoi 524.4, bifurque à angle droit, chemine le long de l'axe Z1 jusqu'à la deuxième extrémité 526.2 de la tige 526 à laquelle elle est fixée.

La courroie 520 forme alors sensiblement une croix.

Suivant la direction et l'angle de rotation des poulies motrices 516, 518, le point H se déplace selon l'axe X1 uniquement, selon l'axe Z1 uniquement ou selon une direction intermédiaire.

Les poulies motrices 516, 518 sont montées en rotation sur un châssis comportant un montant 530 s'étendant entre les deux poulies. Le montant forme avantageusement un rail de guidage pour le chariot 522, comme cela est particulièrement visible sur la figure 14.

De manière avantageuse également, la tige 526 est montée à coulissement dans une rainure du chariot, la rainure étant d'axe Z1, formant ainsi un rail de guidage pour la tige 526.

Le déplacement du point H selon l'axe X1 peut s'écrire :

$$Tx(H) = - (R516\alpha516 + R518\alpha518)/2 \text{ (I)}$$

$$TZ(H) = - (R16\alpha516 - R18\alpha518)/2 \text{ (II)}$$

R516, R518 étant respectivement les rayons des poulies motrices 516, 518,

A516, $\alpha518$ étant respectivement les angles de rotation des poulies 516, 518.

Les masses des actionneurs n'interviennent pas dans l'inertie du système car ils sont fixes.

De manière particulièrement avantageuse, on prévoit que les poulies 516, 518 aient le même rayon R' , ainsi les relations (I) et (II) peuvent s'écrire :

$$Tx1(H) = - R'(\alpha_{516} + \alpha_{518})/2 \text{ (I)}$$

$$TZ1(H) = - R'(\alpha_{516} - \alpha_{518})/2 \text{ (II)}$$

Ceci permet de simplifier la commande du positionneur et d'homogénéiser les relations entre angles et déplacement dans les deux sens de mouvement.

En effet, dans cet exemple de réalisation particulier, un déplacement de H selon l'axe X1 seulement est obtenu en entraînant en rotation les deux poulies motrices 516, 518 dans le même sens et selon un angle de même amplitude.

Un déplacement selon l'axe Z1 seulement est obtenu en entraînant en rotation les deux poulies motrices 516, 518 dans des sens opposés et selon un angle de même amplitude.

Dans l'exemple représenté, les axes X1 et Z1 sont orthogonaux, mais on pourrait prévoir des axes orientés de manière quelconque.

Le positionneur bidirectionnel de la figure 14 est particulièrement adapté pour actionner le dispositif à pantographe à parallélogramme déformable. Sur la figure 15, on peut voir un dispositif à pantographe actionné par un positionneur selon la figure 13 et un positionneur selon la figure 14.

REVENDEICATIONS

1. Dispositif articulé à trois degrés de liberté en translation comportant une extrémité (6) active destinée à interagir avec un environnement extérieur, un premier pantographe(100) et un deuxième pantographe (200) associés en série, le premier pantographe (100) étant sollicité directement au niveau d'une de ses extrémités (A1, B1) par un actionneur linéaire (110), le deuxième pantographe (200) étant sollicité au niveau de deux de ses extrémités (A2, B2, M2) par deux actionneurs , les premier (110), deuxième (210) et troisième actionneurs ayant chacun une direction de déplacement (Y, X, Z) orthogonale aux deux autres directions de déplacement, l'extrémité active étant portée par une extrémité (M1) du premier pantographe, de sorte que la relation liant le déplacement de l'extrémité active dans chacune des directions des actionneurs et le déplacement de chacun des actionneurs soit invariable.
2. Dispositif selon la revendication 1, dans lequel le troisième actionneur est un pantographe (300) lui-même sollicité à une de ses extrémité par un actionneur (310), dit troisième actionneur.
3. Dispositif articulé selon la revendication 2, dans lequel le troisième point (M2) du second pantographe est relié au premier point (A1, B1) du premier pantographe qui n'est pas sollicité directement par le premier actionneur (110), et dans lequel le troisième point (M3, B3) du troisième pantographe est relié au premier (A2, B2) du second pantographe qui n'est pas sollicité directement par le second actionneur (210).
4. Dispositif articulé selon la revendication 2 ou 3, dans lequel les pantographes (100, 200, 300) ont des rapports d'homothétie (k_1 , k_2 , k_3) respectivement, ces rapport d'homothétie étant des fonctions linéaires ou

rationnelles les uns des autres, de manière à ce que le déplacement de l'extrémité active (M1) soit proportionnel au déplacement de chacun des actionneurs avec un coefficient de proportionnalité égal en module dans les trois directions (Y, X, Z).

5

5. Dispositif articulé selon la revendication 4, dans lequel le premier pantographe (100) a un rapport d'homothétie égal à k_1 , le premier actionneur (110) étant relié directement au deuxième point (B1) du premier pantographe, et le second actionneur (210) étant relié directement au deuxième point (B2) du deuxième pantographe, et dans lequel le second pantographe (200) a un rapport d'homothétie k_2 égal à $\frac{k_1}{(k_1 - 1)}$ de manière à ce que les fonctions linéaires reliant le déplacement de l'extrémité active (M1) à celui de chacun des premiers et deuxième actionneurs (110, 210) aient le même coefficient de proportionnalité égal à k_1 en module.

15

6. Dispositif articulé selon la revendication 5, dans lequel le troisième pantographe (300) est relié par son troisième point (M3) au premier point (A2) du second pantographe, le troisième actionneur (310) étant relié au premier point (A3) du troisième pantographe, le deuxième point (B3) étant fixe, et dans lequel le troisième pantographe (300) a un rapport d'homothétie k_3 égal à $(k_1 + 1)$ de manière à ce que les fonctions linéaires reliant le déplacement de l'extrémité active (M1) du premier pantographe à celui de chacun des premiers, deuxième et troisième actionneurs (110, 210, 310) aient le même coefficient de proportionnalité égal à k_1 en module.

25

7. Dispositif articulé selon la revendication 5, dans lequel le troisième pantographe (300) est relié par son troisième point (M3) au premier point (A2) du second pantographe, le troisième actionneur (310) étant relié au

deuxième point (B3) du troisième pantographe, le premier point (A3) du troisième pantographe étant fixe, et dans lequel le troisième pantographe (300) a un rapport d'homothétie k_3 égal à k_1 de manière à ce que les fonctions linéaires reliant le déplacement de l'extrémité active (M1) du premier pantographe à celui de chacun des premiers, deuxième et troisième actionneurs (110, 210, 310) aient le même coefficient de proportionnalité égal à k_1 en module.

8. Dispositif articulé selon la revendication 4, dans lequel le premier pantographe (100) a un rapport d'homothétie égal à k_1 , le premier actionneur (110) étant relié directement au deuxième point (B1) du premier pantographe, et le second actionneur (210) étant relié directement au premier point (A2) du deuxième pantographe, et dans lequel le second pantographe (200) a un rapport d'homothétie k_2 égal à $\frac{(2k_1 - 1)}{(k_1 - 1)}$ de manière à ce que les fonctions linéaires reliant le déplacement de l'extrémité active (M1) du premier pantographe à celui de chacun des premiers et deuxième actionneurs (110, 210) aient le même coefficient de proportionnalité égal à k_1 en module.

9. Dispositif articulé selon la revendication 8, dans lequel le troisième pantographe (300) est relié par son deuxième point (B3) au deuxième point (B2) du second pantographe, le troisième actionneur (310) étant relié au troisième point (M3) du troisième pantographe, le premier point A3 du troisième pantographe étant fixe, et dans lequel le troisième pantographe (300) a un rapport d'homothétie k_3 égal à $\frac{(2k_1 - 1)}{k_1}$ de manière à ce que les fonctions linéaires reliant le déplacement de l'extrémité active (M1) du premier pantographe à celui de chacun des premiers, deuxième et troisième actionneurs (110, 210, 310) aient le même coefficient de proportionnalité égal à k_1 en module.

10. Dispositif articulé selon la revendication 8, dans lequel le troisième pantographe (300) est relié par son deuxième point (B3) au deuxième point (B2) du second pantographe, le troisième actionneur (310) étant relié au premier point (A3) du troisième pantographe, le troisième point (M3) du
 5 troisième pantographe étant fixe, et dans lequel le troisième pantographe (300) a un rapport d'homothétie k_3 égal à $\frac{(2.k_1 - 1)}{(k_1 - 1)}$ de manière à ce que les fonctions linéaires reliant le déplacement de l'extrémité active (M1) à celui de chacun des premiers, deuxième et troisième actionneurs (110, 210, 310) aient le même coefficient de proportionnalité égal à k_1 en module.

10

11. Dispositif articulé selon la revendication 4, dans lequel le premier pantographe (100) a un rapport d'homothétie égal à k_1 , le premier actionneur (110) étant relié directement au premier point (A1), et le second actionneur (210) étant relié directement au premier point (A2) du deuxième
 15 pantographe, et dans lequel le second pantographe (200) a un rapport d'homothétie k_2 égal à $\frac{(2.k_1 - 1)}{k_1}$ de manière à ce que les fonctions linéaires reliant le déplacement de l'extrémité active (M1) du premier pantographe à celui de chacun des premiers et deuxième actionneurs (110, 210) aient le même coefficient de proportionnalité égal à $(k_1 - 1)$ en module.

20

12. Dispositif articulé selon la revendication 9, dans lequel le troisième pantographe (300) est relié par son deuxième point (B3) au deuxième point (B2) du second pantographe, le troisième actionneur (310) étant relié au troisième point (M3) du troisième pantographe, le premier point (A3) étant fixe,
 25 et dans lequel le troisième pantographe (300) a un rapport d'homothétie k_3 égal à $\frac{(2.k_1 - 1)}{(k_1 - 1)}$ de manière à ce que les fonctions linéaires reliant le déplacement de

l'extrémité active (M1) du premier pantographe à celui de chacun des premiers, deuxième et troisième actionneurs (110,210,310) aient le même coefficient de proportionnalité égal à $(k_1 - 1)$ en module.

5 13. Dispositif articulé selon la revendication 9, dans lequel le troisième pantographe (300) est relié par son deuxième point (B3) au deuxième point B2 du second pantographe, le troisième actionneur (310) étant relié au premier point (A3) du troisième pantographe, le troisième point (M3) étant fixe, et dans lequel le troisième pantographe (300) a un rapport d'homothétie k_3 égal
 10 à $\frac{(2.k_1 - 1)}{(k_1)}$ de manière à ce que les fonctions linéaires reliant le déplacement de l'extrémité active (M1) du premier pantographe à celui de chacun des premiers, deuxième et troisième actionneurs (110,210,310) aient le même coefficient de proportionnalité égal à $(k_1 - 1)$ en module.

15 14. Dispositif articulé selon la revendication 12 ou 13, dans lequel le deuxième (200) et le troisième pantographe (300) sont disposés l'un à côté de l'autre, le premier pantographe (100) s'étendant en éloignement des deuxième (200) et troisième (300) pantographes.

20 15. Dispositif articulé selon l'une des revendications 1 à 14, dans lequel la liaison raccordant le premier (100) et le deuxième (200) pantographe est réalisée au moyen d'un cardan.

25 16. Dispositif articulé selon l'une quelconque des revendications 1 à 15, dans lequel au moins un parmi le premier (100), le deuxième (200) et le troisième (300) actionneur linéaire est du type à poulies, comportant une première (402) et une deuxième (404) poulie d'axes parallèles autour desquelles est enroulé un élément de transmission flexible sans fin (406)

et un chariot (408) solidaire en mouvement dudit élément de transmission, ledit chariot (408) étant relié à le au moins un pantographe (100, 200, 300), la rotation dans un sens de rotation ou dans un autre des poulies (402, 404), provoquant le déplacement linéaire du chariot (408) selon la direction reliant les deux poulies (402, 404).

17. Dispositif articulé selon la revendication 16, dans lequel l'actionneur à poulies comporte un rail de guidage (410) s'étendant entre les deux poulies (402, 404) et sur lequel une semelle (409) du chariot (408) est montée à coulissement.

18. Robot télémanipulateur comportant au moins un dispositif articulé selon l'une quelconque des revendications précédentes.

19. Interface haptique comportant au moins un dispositif articulé selon l'une quelconque des revendications 1 à 17.

1 / 10

FIG. 1

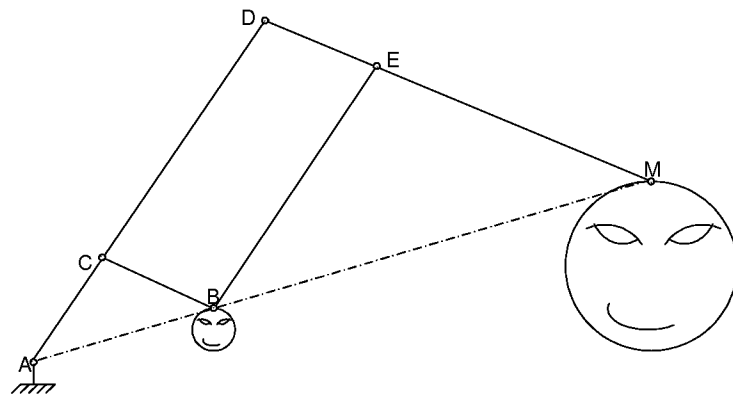


FIG. 2

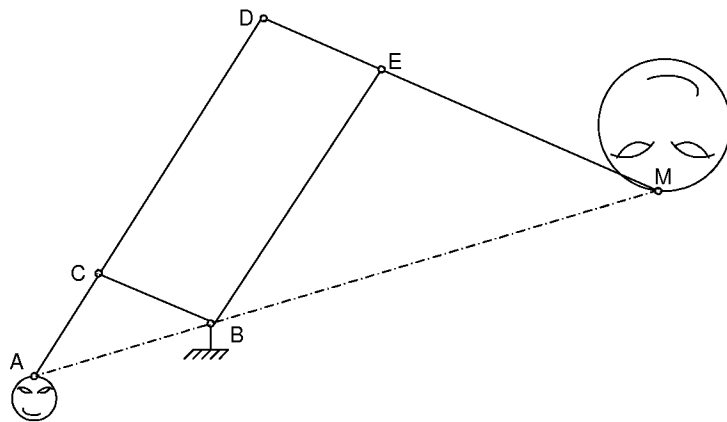
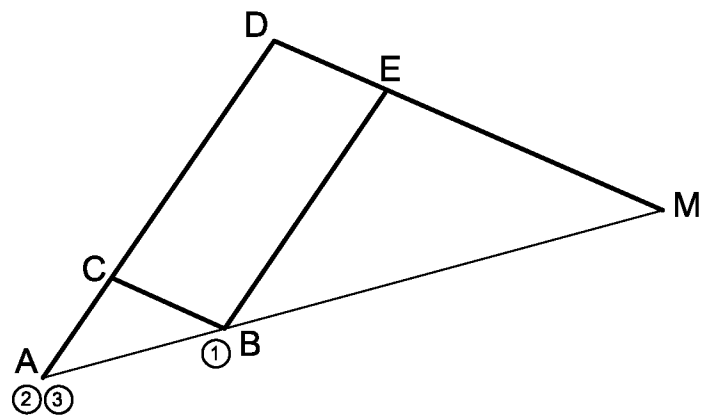


FIG. 3



2 / 10

FIG. 4

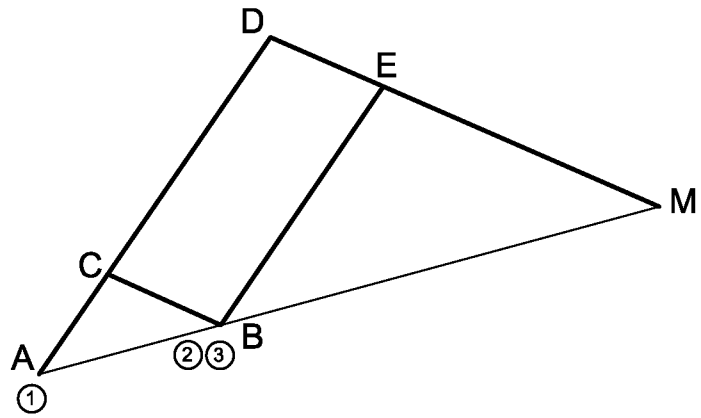
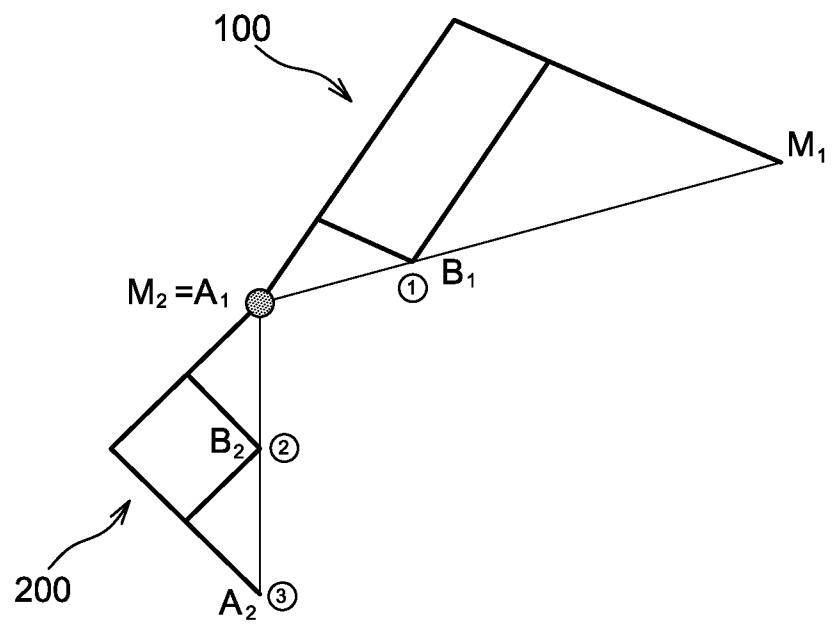


FIG. 5



3 / 10

FIG. 6

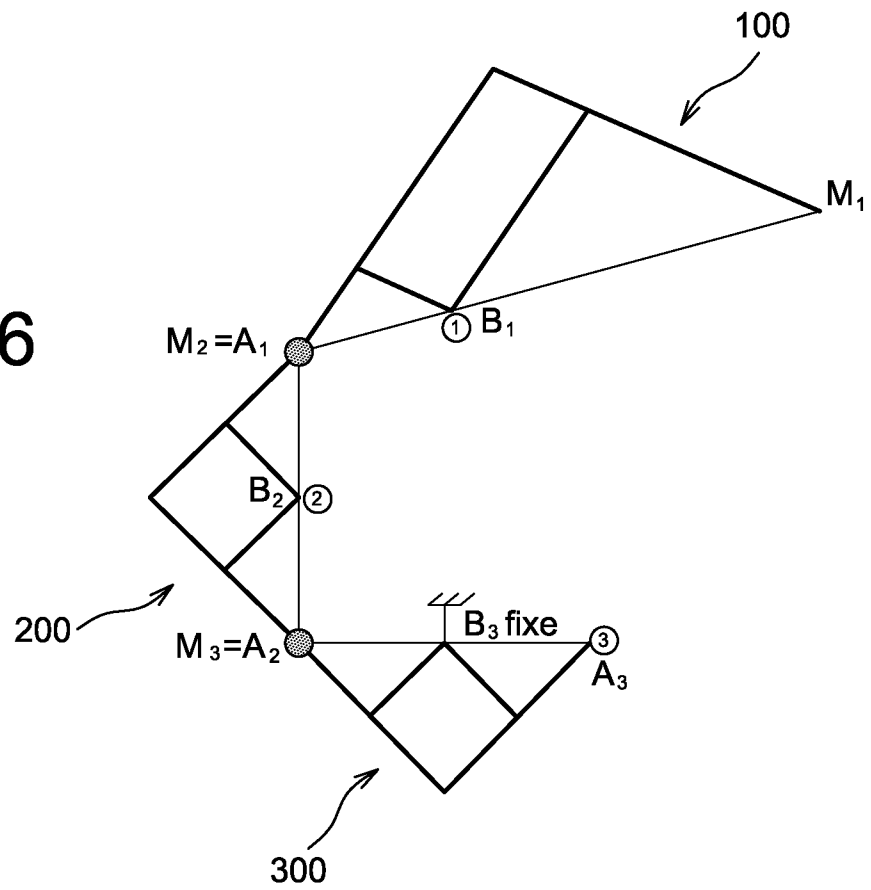
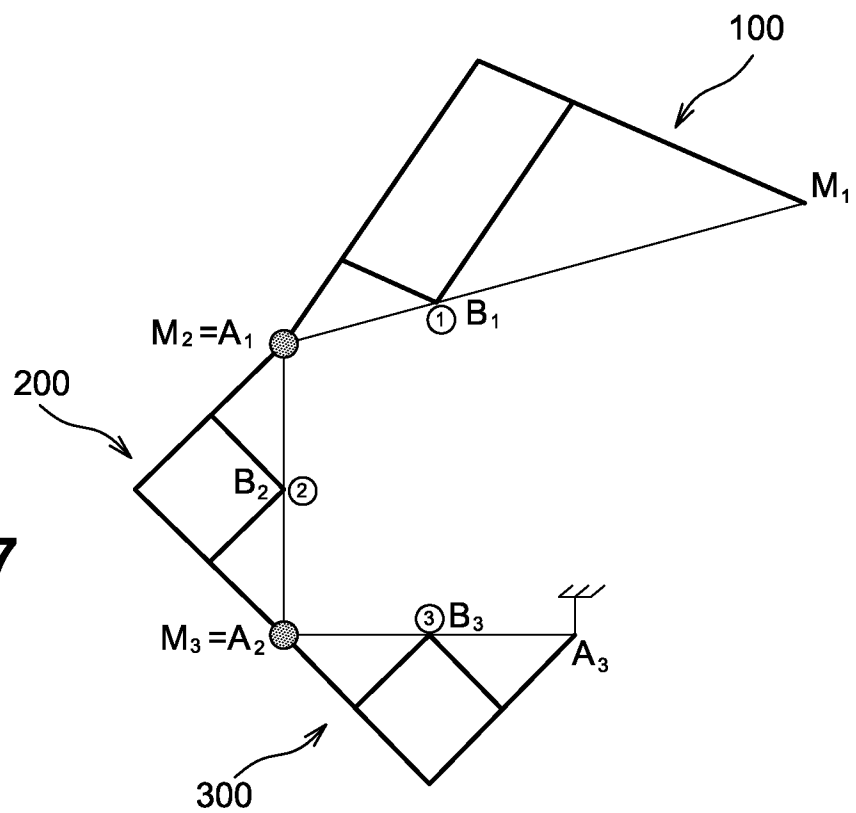


FIG. 7



4 / 10

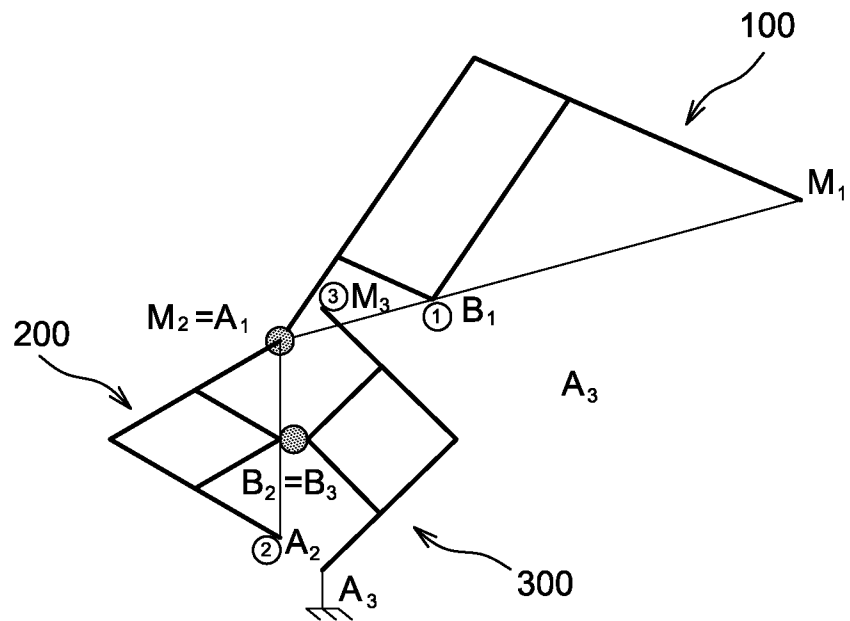


FIG. 8

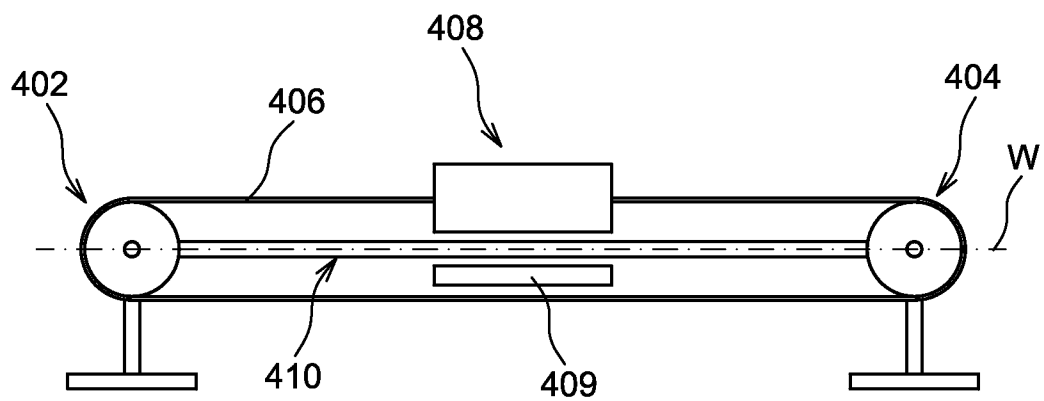
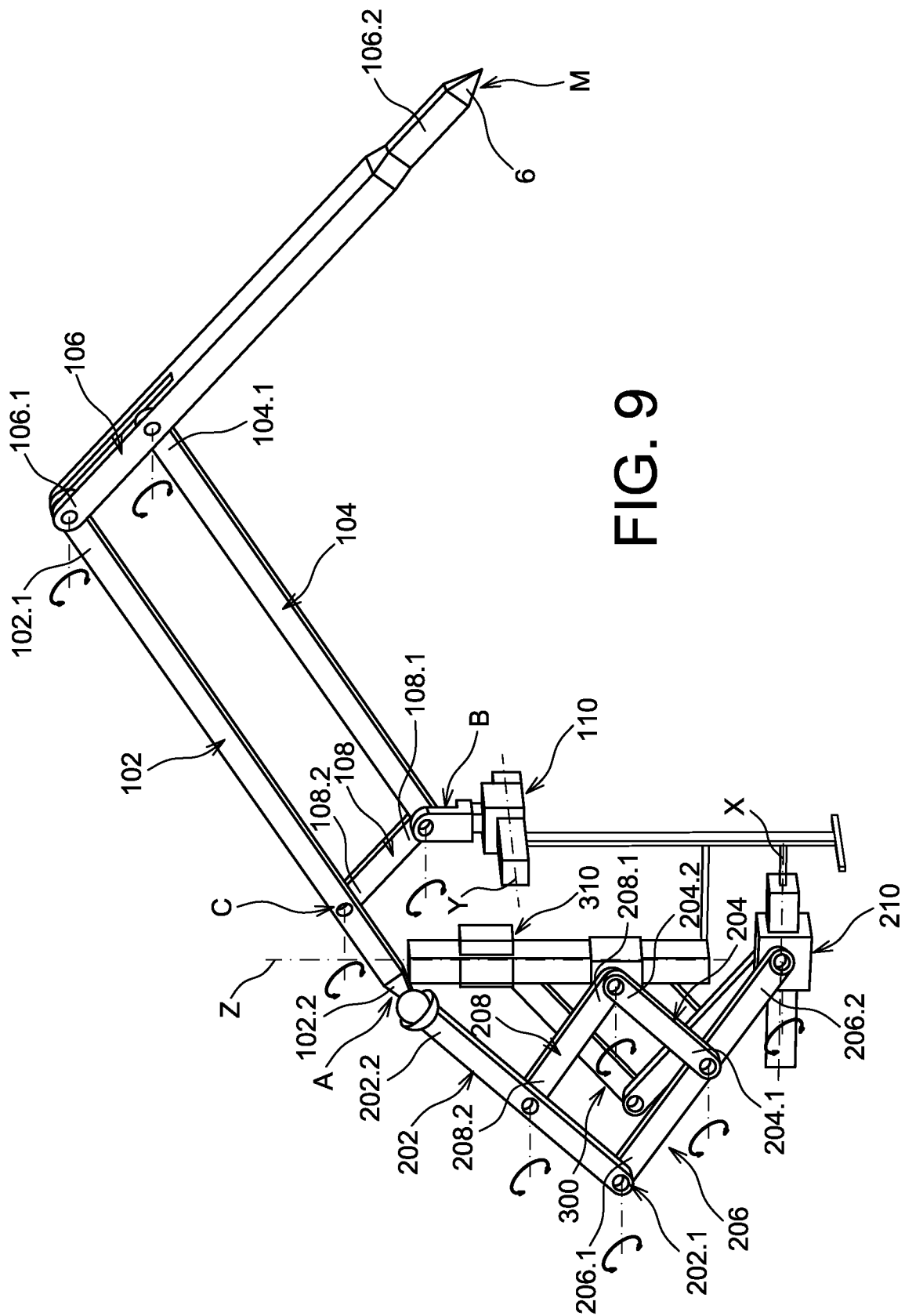
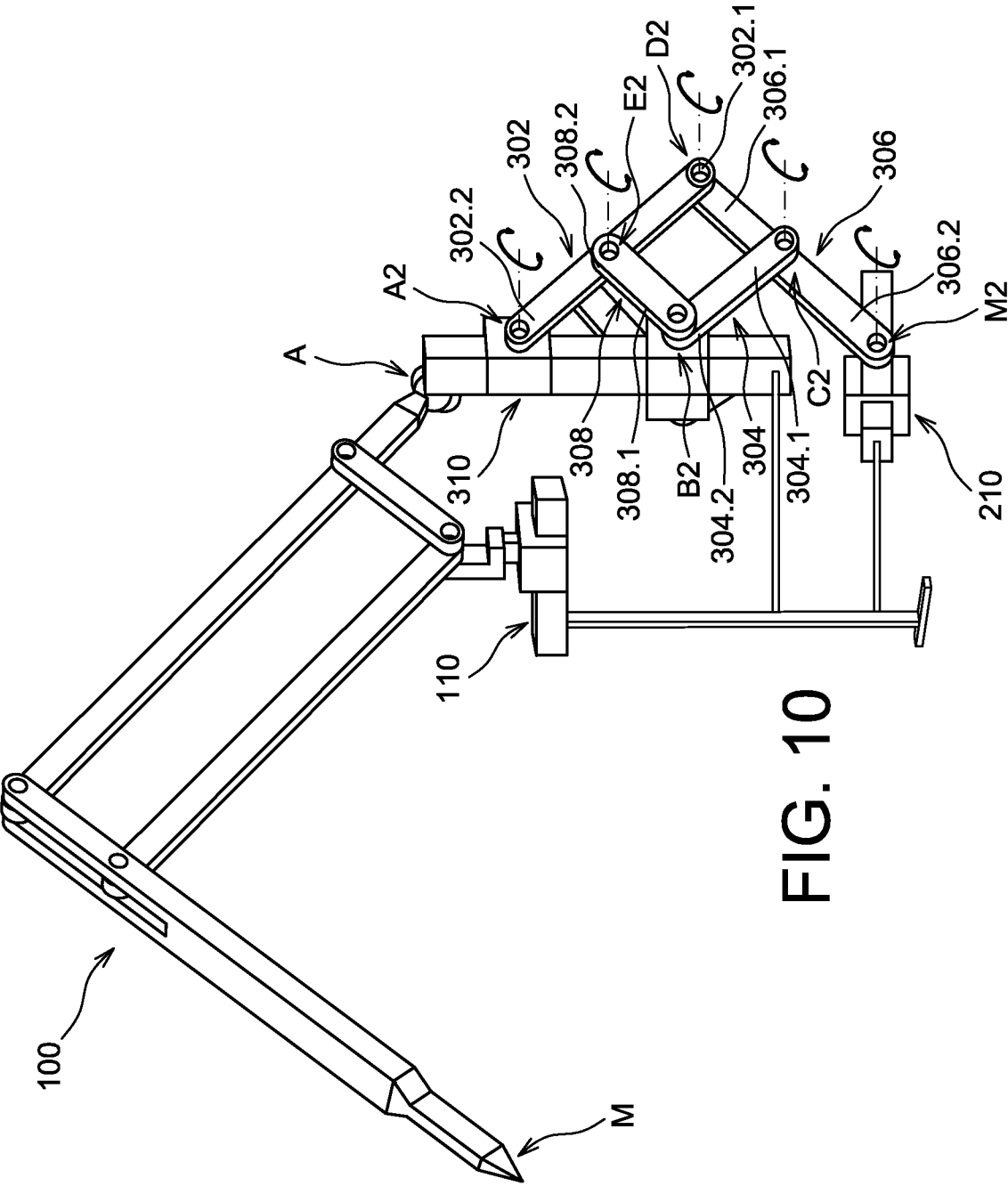
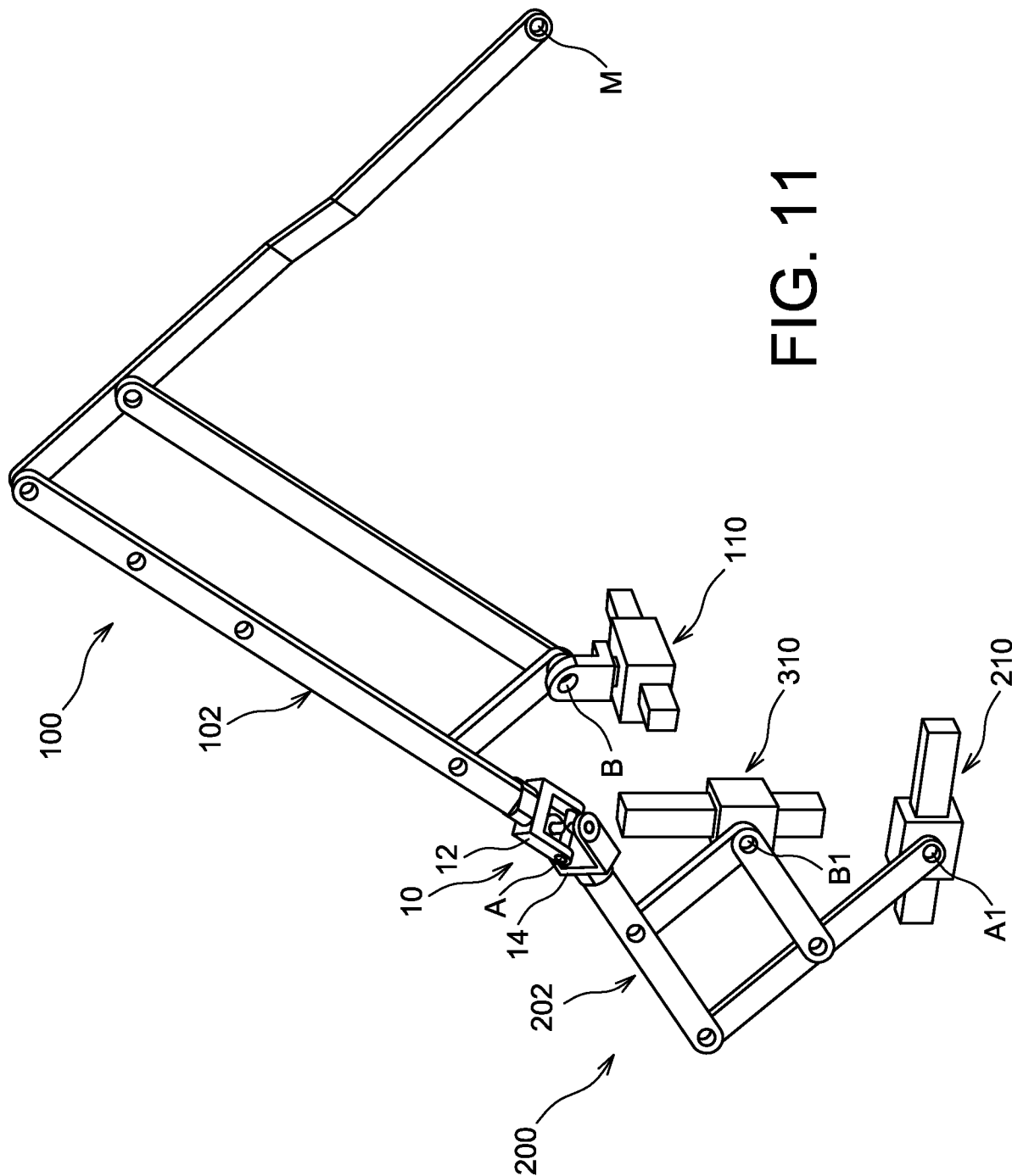


FIG. 13







Mode de réalisation	Type pantographe triple	Actionneur ① relié à	Actionneur ② relié à	Actionneur ③ relié à	Point fixe	k_2	k_3	Illustration figure
1 ^{er}	$M_1-A_1M_2-A_2M_3-A_3$	B_1	B_2	A_3	B_3	$\frac{k_1}{(k_1-1)}$	(k_1+1)	6
2 nd	$M_1-A_1M_2-A_2M_3-B_3$	B_1	B_2	B_3	A_3	$\frac{k_1}{(k_1-1)}$	k_1	7
3 ^{ème}	$M_1-A_1M_2-B_2B_3-M_3$	B_1	A_2	M_3	A_3	$\frac{(2k_1-1)}{(k_1-1)}$	$\frac{(2k_1-1)}{k_1}$	8
4 ^{ème}	$M_1-A_1M_2-B_2B_3-A_3$	B_1	A_2	A_3	M_3	$\frac{(2k_1-1)}{(k_1-1)}$	$\frac{k_1}{(2k_1-1)}$	
5 ^{ème}	$M_1-B_1M_2-A_2M_3-B_3$	A_1	B_2	B_3	A_3	$\frac{(k_1-1)}{k_1}$	(k_1-1)	
6 ^{ème}	$M_1-B_1M_2-A_2M_3-A_3$	A_1	B_2	A_3	B_3	$\frac{(k_1-1)}{k_1}$	k_1	
7 ^{ème}	$M_1-B_1M_2-B_2M_3-B_3$	A_1	A_2	B_3	A_3	$\frac{(2k_1-1)}{k_1}$	$\frac{(k_1-1)}{(2k_1-1)}$	
8 ^{ème}	$M_1-B_1M_2-B_2B_3-A_3$	A_1	A_2	A_3	M_3	$\frac{(2k_1-1)}{k_1}$	$\frac{(2k_1-1)}{(k_1-1)}$	

FIG. 12

9 / 10

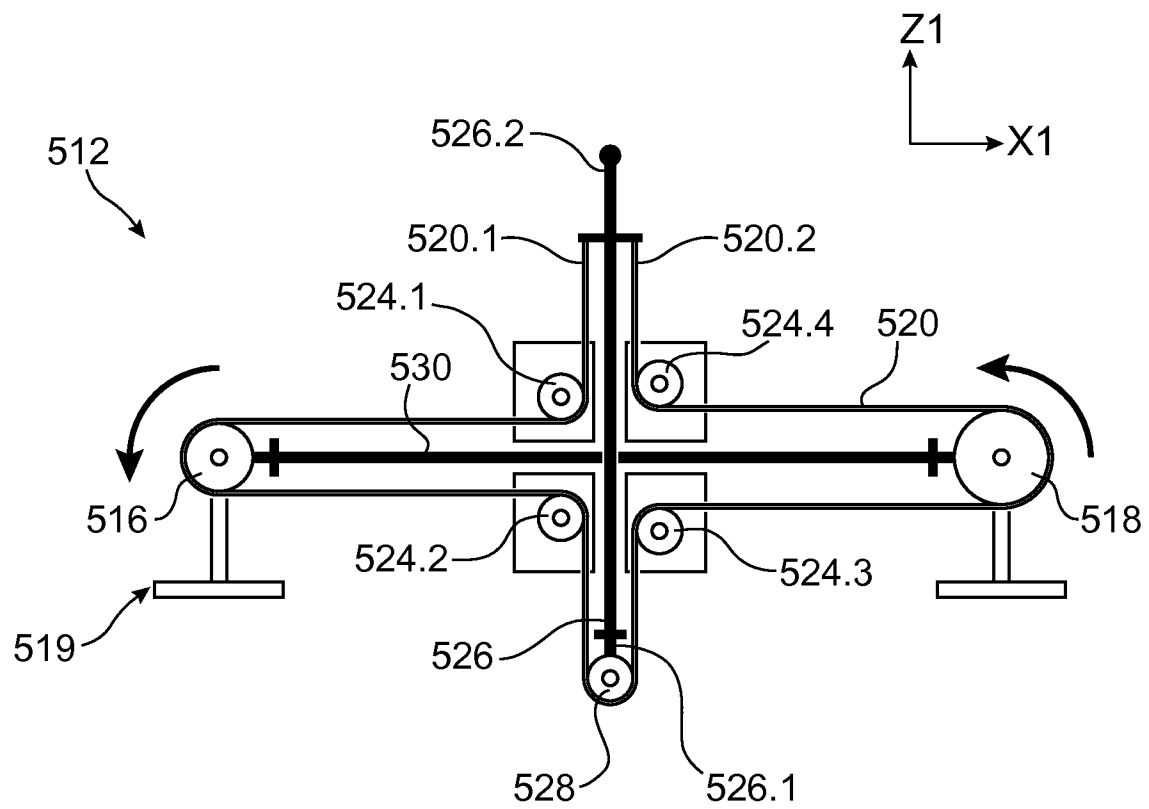


FIG.14

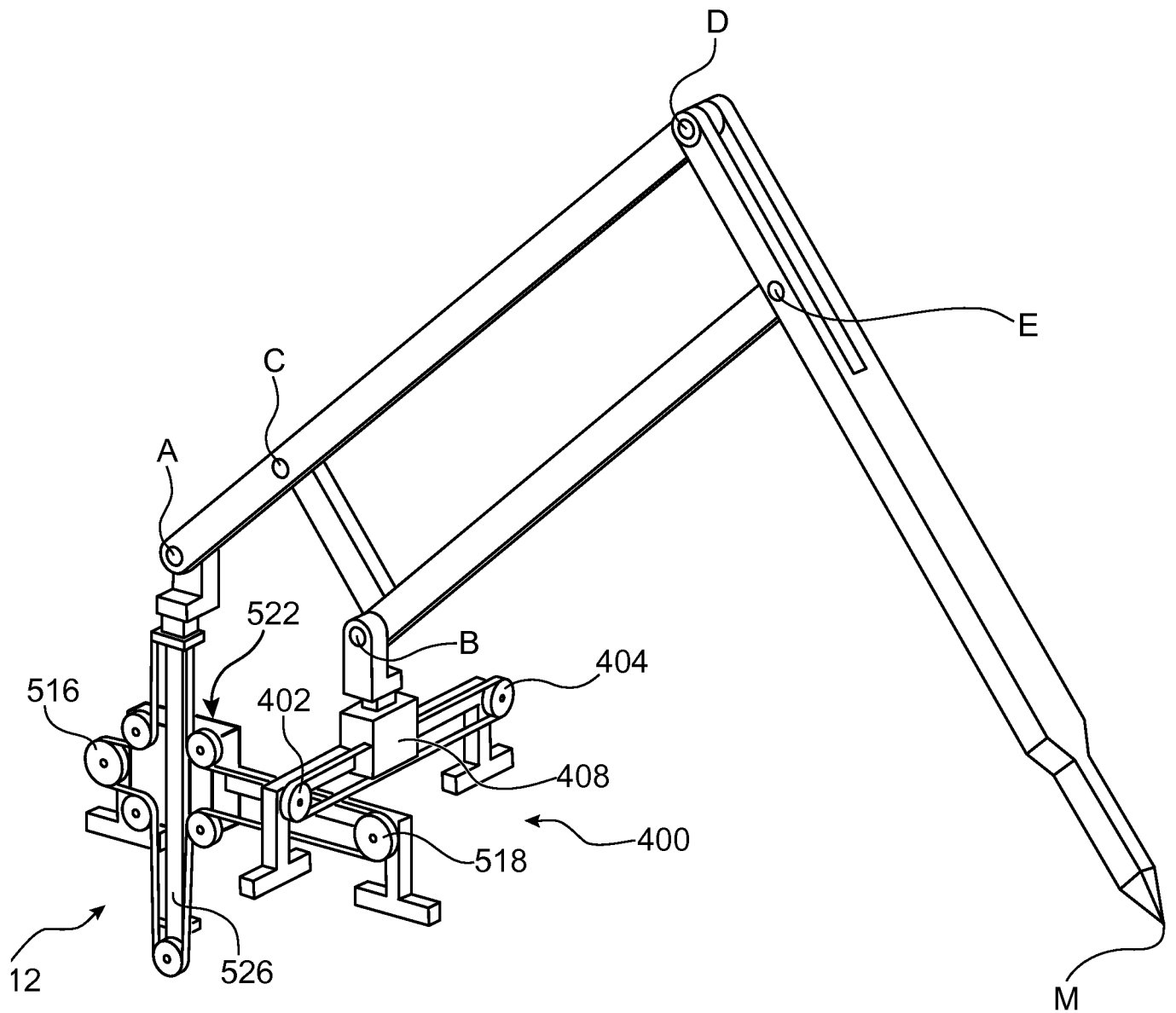


FIG.15

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2008/060053

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. B25J9/10

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)

EP0-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 4 904 152 A (DOI MAKOTO [JP] ET AL) 27 February 1990 (1990-02-27) cited in the application figure 2 -----	1-19
A	US 2007/023999 A1 (HORIE MIKIO [JP] ET AL) 1 February 2007 (2007-02-01) figures 2,3,7,8,11 -----	1-19
A	FR 2 739 801 A (LESEURE MICHEL [FR]) 18 April 1997 (1997-04-18) figures 9,10 -----	1-19



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.
- *G* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

13 octobre 2008

Date of mailing of the international search report

14/11/2008

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5316 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/EP2008/060053

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 4904152	A	27-02-1990	DE 3689116 T2 03-02-1994
			EP 0232424 A1 19-08-1987
			WO 8700478 A1 29-01-1987
			JP 1928315 C 12-05-1995
			JP 3051557 B 07-08-1991
			JP 62024991 A 02-02-1987
US 2007023999	A1	01-02-2007	JP 2007030137 A 08-02-2007
FR 2739801	A	18-04-1997	NONE

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/EP2008/060053

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE
INV. B25J9/10

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

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

C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	US 4 904 152 A (DOI MAKOTO [JP] ET AL) 27 février 1990 (1990-02-27) cité dans la demande figure 2	1-19
A	US 2007/023999 A1 (HORIE MIKIO [JP] ET AL) 1 février 2007 (2007-02-01) figures 2,3,7,8,11	1-19
A	FR 2 739 801 A (LESEURE MICHEL [FR]) 18 avril 1997 (1997-04-18) figures 9,10	1-19

☐ Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents

☒ Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

* Catégories spéciales de documents cités:

A document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent

E document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date

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)

O document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens

P document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

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

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

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

Z document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée

13 octobre 2008

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

14/11/2008

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

Grenier, Alain

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/EP2008/060053

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 4904152	A	27-02-1990	DE 3689116 T2	03-02-1994
			EP 0232424 A1	19-08-1987
			WO 8700478 A1	29-01-1987
			JP 1928315 C	12-05-1995
			JP 3051557 B	07-08-1991
			JP 62024991 A	02-02-1987
US 2007023999	A1	01-02-2007	JP 2007030137 A	08-02-2007
FR 2739801	A	18-04-1997	AUCUN	