

12

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22 Date de dépôt : 05.03.10.

30 Priorité :

43 Date de mise à la disposition du public de la
demande : 09.09.11 Bulletin 11/36.

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

60 Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

71 Demandeur(s) : NICOLAS FRANCOIS — FR.

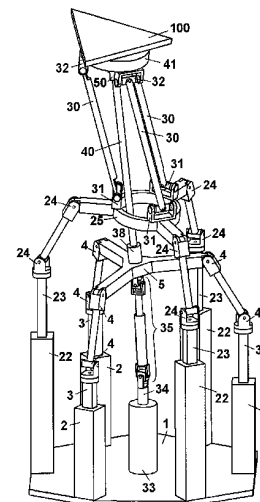
72 Inventeur(s) : NICOLAS FRANCOIS.

73 Titulaire(s) : NICOLAS FRANCOIS.

74 Mandataire(s) : NICOLAS FRANCOIS.

54 ROBOT PARALLELE DOTE DE TROIS A SIX DEGRES DE LIBERTE DONT TROIS DEGRES DE LIBERTE EN
TRANSLATION.

57 L'invention concerne un robot parallèle comprenant au moins deux sous-ensembles, agissant tous uniquement en parallèle depuis la base (1) sur la plateforme (100). Ce robot ne présente pas de configuration singulière de type parallèle. Un premier sous-ensemble comporte une seule structure mobile (5), disposant d'un degré de liberté en translation et de deux degrés de liberté en rotation, trois actionneurs (2), un mât (40), constitué d'une barre. La structure mobile (5) est mise en mouvement au moyen des trois actionneurs (2) agissant en parallèle. Le premier sous-ensemble déplace selon trois degrés de liberté en translation dans l'espace une articulation passive (50) fixée sur la plateforme (100). Un deuxième sous-ensemble, agissant sur l'orientation de la plateforme (100) autour du centre de rotation de l'articulation passive (50) du premier sous-ensemble, comporte au moins un actionneur (22).



DOMAINE TECHNIQUE

La présente invention concerne un robot parallèle doté de trois à six degrés de liberté dont trois degrés de liberté en translation. Ce robot permet de déplacer et d'orienter
5 une plateforme, permet d'effectuer des mesures de position dans l'espace ou peut servir de dispositif haptique. La plateforme peut être équipée d'un outil, d'un instrument, d'un dispositif émetteur, d'un dispositif récepteur, d'un dispositif de mesure et/ou d'un dispositif de préhension.

10 TECHNIQUE ANTERIEURE

Les robots parallèles sont composés d'un groupe de chaînes cinématiques, composées d'actionneurs et de barres articulées, agissant en parallèle depuis une base sur une plateforme. Les robots parallèles ne comportent aucun actionneur dont la partie fixe
15 est déplacée en translation par un autre actionneur et ne comportent aucun sous-ensemble, comportant des actionneurs, déplacé par un autre sous-ensemble comportant des actionneurs.

Les robots parallèles ont pour avantage une grande rigidité et une grande précision de positionnement et d'orientation, et peuvent atteindre des vitesses de déplacement et des
20 accélérations importantes. Ils présentent un temps de calcul rapide du modèle géométrique inverse.

Dans la suite, le qualificatif "passif" appliqué à un élément, une liaison ou une articulation signifie que cet élément, cette liaison ou cette articulation ne comporte pas d'actionneur motorisé. Les liaisons pivot, cardan, sphérique et prismatique détaillées dans
25 la suite sont toutes des liaisons passives.

Les chaînes cinématiques des robots parallèle connus disposant simultanément de trois degrés de liberté en translation et de degrés de liberté en rotation, comportent un actionneur et deux éléments de liaisons passifs dotés d'au moins deux degrés de liberté en rotation et possédant chacun leur propre centre de rotation.

30 Dans une première variante, la partie fixe de l'actionneur est liée à la base au moyen d'un premier élément de liaison passif et la partie mobile de l'actionneur est liée à la plateforme au moyen d'un deuxième élément de liaison passif. Ainsi la partie fixe de l'actionneur est déplacée en rotation, mais n'est pas déplacée en translation.

Dans une deuxième variante, la partie fixe de l'actionneur est solidaire de la base et la partie mobile de l'actionneur est liée à la première extrémité d'une barre au moyen d'un premier élément de liaison passif et la deuxième extrémité de la barre est liée à la plateforme au moyen d'un deuxième élément de liaison passif.

- 5 Le deuxième élément de liaison passif est susceptible de prendre n'importe quelle position sur une sphère dont le centre est situé au centre de rotation du premier élément de liaison passif et de rayon égal à la distance entre les centres de rotation des deux éléments de liaison passifs.

10 La posture de la plateforme résulte de l'action simultanée de toutes les chaînes sur la plateforme et correspond à un état d'équilibre qui est déterminé par la combinaison de position de la partie mobile des actionneurs de toutes les chaînes cinématiques.

15 Pour chaque élément de liaison fixé sur la plateforme, l'orientation de la barre ou de l'actionneur reliant un élément de liaison passif à l'autre élément de liaison passif d'une même chaîne cinématique et la position dans l'espace dudit élément de liaison passif fixé sur la plateforme résultent de l'action simultanée de toutes les chaînes cinématiques sur la plateforme.

20 En effet, les barres ou les actionneurs sont totalement libres en rotation et leurs changements d'orientation résultent uniquement du passage d'un état d'équilibre à un autre correspondant au passage d'une posture à une autre, donc chaque barre ou chaque actionneur, reliant la base à la plateforme, ne peut s'orienter par elle / lui-même de façon individuelle.

25 La modification de position de la partie mobile de ne serait-ce qu'un actionneur d'une chaîne cinématique modifie l'orientation de la partie fixe et de la partie mobile de l'actionneur ou de la barre de toutes les chaînes cinématiques et modifie la position dans l'espace de tous les éléments de liaison passifs fixés sur la plateforme.

La résolution du modèle géométrique direct, extrêmement coûteuse en temps de calcul, montre que pour une même combinaison de position de la partie mobile des actionneurs des chaînes cinématiques plusieurs solutions de postures pour la plateforme existent.

30 Dans un premier cas, les postures sont éloignées les unes des autres, et la plateforme ne risque pas de passer de l'une à l'autre sans intervention des moyens de commande du robot.

Mais, dans un deuxième cas, il existe au sein de l'espace de travail des robots parallèles connus, des configurations singulières de type parallèle qui correspondent à des

régions de l'espace de travail dans lesquelles plusieurs postures proches les unes des autres possèdent la même combinaison de position de la partie mobile des actionneurs et la plateforme peut alors se retrouver dans l'une quelconque de ces postures du fait de l'inertie de la plateforme, des forces exercées par la masse transportée par la plateforme, de la gravité ou des jeux dans les articulations.

Si la trajectoire de la plateforme passe par l'une de ces régions, la plateforme peut se retrouver dans l'une quelconque des postures vérifiant la combinaison de position de la partie mobile des actionneurs, sans que les moyens de commande du robot puissent discerner la posture courante du robot, ni même forcer la plateforme du robot à se trouver dans une posture déterminée.

Par la suite, les consignes appliquées à la commande des actionneurs n'étant plus adaptées à la succession de postures formant la trajectoire initialement programmée, il en résulte une perte de contrôle du robot.

La trajectoire du robot doit donc être calculée pour éviter de passer par ces régions, ce qui nécessite un temps de calcul important et réduit l'espace de travail réellement exploitable pour des opérations telles que de l'usinage ou de l'assemblage et rend l'utilisation de ces robots problématique dans des utilisations médicales.

Lorsque ces robots sont dotés de six degrés de liberté, ceux-ci présentent une faible plage angulaire d'orientation de la plateforme de l'ordre de +/- 30 degrés pour les rotations autour des axes X et Y et +/-40 degrés pour la rotation autour de l'axe Z.

On connaît par ailleurs un robot hybride de type parallèle-sériel qui est constitué d'au moins deux sous-ensembles montés en série et comprenant chacun une base, trois actionneurs dont la partie fixe est solidaire de leur base respective et une structure mobile mise en mouvement au moyen desdits actionneurs agissant en parallèle sur ladite structure mobile.

La structure mobile d'un sous-ensemble forme la base du sous-ensemble suivant. Un premier sous-ensemble, dont la base forme la base globale du robot, déplace selon un degré de liberté en translation et oriente selon deux degrés de liberté en rotation un deuxième sous-ensemble, permettant ainsi de déplacer selon au moins cinq degrés de liberté la structure mobile du deuxième sous-ensemble, l'orientation de la base du deuxième sous-ensemble étant déterminée par l'orientation de la structure mobile du premier sous-ensemble.

La plage d'orientation de la structure mobile d'un sous-ensemble est déterminée par l'orientation de la base de ce sous-ensemble.

Chaque sous-ensemble ne comporte pas de configuration singulière de type parallèle et donc ce robot ne présente pas de configuration singulière de type parallèle.

Cependant ce robot présente les inconvénients des robots sériels, puisqu'il ne possède pas une architecture uniquement parallèle, à savoir une inertie importante due à
5 la masse des actionneurs du deuxième sous-ensemble déplacés en translation et en rotation par les actionneurs du premier sous-ensemble, une moindre rigidité et une moindre précision par rapport à des robots parallèles dont tous les actionneurs des moyens de mise en mouvement agissent tous uniquement en parallèle depuis la base sur la
10 plateforme, la partie fixe de tous les actionneurs étant solidaire de la base globale du robot et n'étant pas déplacée en translation, et la partie mobile de tous les actionneurs étant articulée à la plateforme éventuellement au moyen d'une barre articulée.

De plus, lorsque la structure mobile du premier sous-ensemble change d'orientation afin de positionner le centre de la structure mobile du deuxième sous-ensemble en un
15 point de l'espace de travail, la plage d'orientation de la structure mobile du deuxième sous-ensemble, dépendante de l'orientation de la base du deuxième sous-ensemble qui est identique à l'orientation de la structure mobile du premier sous-ensemble, est modifiée relativement à la base globale du robot. Le robot ne bénéficie donc pas d'une plage d'orientation de la plateforme globale du robot constante dans tout l'espace de travail,
20 réduisant considérablement la gamme des mouvements / orientations possibles au sein de l'espace de travail, la plateforme globale correspondant à la structure mobile du deuxième sous-ensemble pour un robot comprenant deux sous-ensembles.

Une augmentation du nombre de sous-ensemble montés en série ou l'ajout en série d'actionneurs angulaires entre une structure mobile et la base du sous-ensemble suivant
25 pour tenter de pallier à ce dernier problème ne feraient que renforcer l'aspect sériel du robot en lui faisant perdre encore plus de rigidité, tout en présentant un encombrement important et tout en nécessitant un nombre croissant d'actionneurs.

EXPOSE DE L'INVENTION

30

L'invention a pour objectif de proposer un robot présentant les avantages des robots parallèles connus en éliminant leurs inconvénients. Les principaux avantages du robot de la présente invention résident dans le fait que sa plateforme présente une unique posture pour une combinaison donnée de position de la partie mobile des actionneurs, ne présente

pas de configuration singulière de type parallèle à l'intérieur de l'espace de travail, bénéficie d'un calcul simple et rapide des modèles géométriques direct et inverse permettant le pilotage, la vérification de la conformité de la trajectoire et la modification de la trajectoire de la plateforme en temps réel et bénéficie d'une grande rigidité grâce au fait que la partie fixe de tous les actionneurs est solidaire de la base ou est contrainte à un déplacement uniquement en rotation en étant articulée à la base au moyen d'une liaison passive dotée d'au moins trois degrés de liaison dont trois degrés de liaison en translation.

Ces objectifs sont atteints grâce à l'invention ayant pour objet un robot parallèle, doté de trois à six degrés de liberté dont trois degrés de liberté en translation, comprenant une base et une plateforme couplée à la base par des moyens de mise en mouvement qui comportent uniquement des sous-ensembles agissant tous uniquement en parallèle depuis la base sur la plateforme et comportant tous au moins un actionneur, tous les actionneurs desdits moyens de mise en mouvement ayant leur partie mobile dotée d'un seul degré de liberté relativement à leur partie fixe respective, tous les actionneurs desdits moyens de mise en mouvement agissant uniquement en parallèle, la partie fixe de tous les actionneurs desdits moyens de mise en mouvement étant liée à la base au moyen d'une liaison passive dotée d'au moins trois degrés de liaison dont trois degrés de liaison en translation, la partie fixe d'au moins quatre actionneurs desdits moyens de mise en mouvement étant liée à la base au moyen d'une liaison passive dotée d'au moins trois degrés de liaison dont trois degrés de liaison en translation.

Lesdits moyens de mise en mouvement comprennent au moins deux sous-ensembles, dont un premier sous-ensemble comporte une seule structure mobile, trois chaînes cinématiques liant la structure mobile à la base, un seul mât et une articulation passive, ladite structure mobile étant rigide et étant dotée de deux degrés de liberté en rotation et étant dotée d'un degré de liberté en translation, ledit mât étant constitué d'une barre, ladite articulation passive étant dotée d'au moins deux degrés de liberté en rotation et d'au moins deux degrés de liaison en translation, ladite structure mobile étant liée à la base uniquement au moyen des trois dites chaînes cinématiques liant ladite structure mobile à la base, chaque chaîne cinématique liant ladite structure mobile à la base comprenant un actionneur, chaque chaîne cinématique liant ladite structure mobile à la base comprenant deux éléments d'articulation passifs équivalents au total à quatre liaisons pivot passives, la mise en mouvement selon deux degrés de liberté en rotation et un degré de liberté en translation de ladite structure mobile étant obtenue au moyen des trois

actionneurs, des trois dites chaînes cinématiques liant ladite structure mobile à la base, agissant en parallèle et dont leur partie fixe est liée à la base au moyen d'une liaison passive dotée d'au moins trois degrés de liaison dont trois degrés de liaison en translation, la partie mobile de chacun desdits actionneurs étant liée à ladite structure mobile au

5 moyen d'au moins un des deux éléments d'articulation passifs de ladite chaîne cinématique respective liant ladite structure mobile à la base, la première extrémité dudit mât étant liée à la plateforme uniquement au moyen de ladite articulation passive, la deuxième extrémité dudit mât étant liée à ladite structure mobile uniquement au moyen

10 d'une liaison passive dotée d'au moins cinq degrés de liaison dont trois degrés de liaison en translation, ladite structure mobile étant liée à la plateforme uniquement au moyen de la chaîne cinématique formée uniquement par ledit mât muni à sa première extrémité de ladite articulation passive et à sa deuxième extrémité de ladite liaison passive, l'axe longitudinal dudit mât formant un angle constant avec ladite structure mobile, ledit premier sous-ensemble déplaçant selon trois degrés de liberté en translation ladite

15 articulation passive du premier sous-ensemble grâce à l'action desdits trois actionneurs du premier sous-ensemble, et dont au moins un deuxième sous-ensemble, agissant sur l'orientation de la plateforme autour du centre de rotation de ladite articulation passive dudit premier sous-ensemble, comporte au moins un actionneur dont la partie fixe est liée à la base au moyen d'une liaison passive dotée d'au moins trois degrés de liaison dont trois

20 degrés de liaison en translation. La position dans l'espace de l'articulation passive liant la première extrémité du mât du premier sous-ensemble à la plateforme est déterminée uniquement par la combinaison de position de la partie mobile des trois actionneurs du premier sous-ensemble, indépendamment de l'action exercée par l'un quelconque des autres sous-ensembles des moyens de mise en mouvement sur la plateforme.

25 La partie fixe d'aucun actionneur des moyens de mise en mouvement de la plateforme n'est déplacée en translation par un autre actionneur.

La structure mobile est de forme quelconque.

Une chaîne cinématique liant la structure mobile à la base peut être réalisée soit au moyen d'un actionneur dont la partie fixe est liée à la base au moyen d'un premier élément

30 d'articulation passif et dont la partie mobile est liée à la structure mobile au moyen d'un deuxième élément d'articulation passif, soit au moyen d'un actionneur dont la partie fixe est solidaire de la base et dont la partie mobile est liée au moyen d'un premier élément d'articulation passif à la première extrémité d'une barre dont la deuxième extrémité est liée au moyen d'un deuxième élément d'articulation passif à la structure mobile. Le

premier élément d'articulation passif peut être constitué soit d'une liaison pivot, soit d'un cardan, soit d'une liaison sphérique et le deuxième élément d'articulation passif est respectivement constitué d'une liaison sphérique, d'un cardan, d'une liaison pivot. La somme du nombre de liaisons pivot équivalentes des deux éléments d'articulation passifs d'une même chaîne cinématique étant égale à quatre, il en résulte des contraintes géométriques dans l'obtention de la posture de la structure mobile qui font qu'en dessous d'un angle limite entre le plan de la structure mobile et le plan de la base, pour chaque combinaison de position de la partie mobile des actionneurs la structure mobile présente une seule posture respective dans l'espace, l'angle limite déterminant les limites de l'enveloppe de travail de la structure mobile.

La deuxième extrémité du mât est liée à la structure mobile soit au moyen d'une liaison fixe, ayant six degrés de liaison, soit au moyen d'une liaison pivot passive, ayant cinq degrés de liaison. L'axe longitudinal du mât est de préférence perpendiculaire à la structure mobile et passe par le centre de la structure mobile. Le mât est placé au dessus d'un plan horizontal passant par le centre de la structure mobile et reste en permanence au dessus de ce plan.

Pour chaque combinaison de position de la partie mobile des actionneurs du sous-ensemble, l'articulation passive fixée à la première extrémité du mât présente une seule position respective dans l'espace.

Ainsi, le mât, monté sur ladite structure mobile, transforme le déplacement de la structure mobile, dotée de deux degrés de liberté en rotation et d'un degré de liberté en translation, en un déplacement selon trois degrés de liberté en translation de l'articulation passive, tout en présentant un encombrement minimal du mât et en utilisant seulement trois actionneurs.

Le deuxième sous-ensemble comporte un prisme déformable et une structure mobile, dotée d'un degré de liberté en translation et de deux degrés de liberté en rotation, mise en mouvement uniquement au moyen de trois actionneurs dudit sous-ensemble agissant en parallèle sur ladite structure mobile, ledit prisme déformable étant constitué d'au moins trois barres de mêmes longueurs munies chacune à leurs deux extrémités d'une liaison angulaire passive respective dotée d'au moins deux degrés de liberté en rotation, toutes les liaisons angulaires passives d'une même extrémité desdites barres formant une base respective dudit prisme déformable. La plateforme est liée à ladite structure mobile uniquement au moyen dudit prisme déformable.

Dans la suite, l'expression "liaison angulaire passive" désigne uniquement une liaison angulaire passive qui est fixée à l'extrémité d'une barre du prisme déformable.

Lorsque toutes les liaisons angulaires passives des deux bases du prisme déformable sont des cardans, le prisme déformable impose le parallélisme entre la structure mobile sur laquelle l'une des bases du prisme déformable est montée et la plateforme sur laquelle l'autre base du prisme déformable est montée, permettant ainsi de modifier l'orientation de la plateforme, autour du centre de rotation de l'articulation passive du premier sous-ensemble, grâce à une modification d'orientation de la structure mobile du deuxième sous-ensemble.

La partie fixe de l'articulation passive est fixée au centre de la plateforme. L'articulation passive forme un élément ponctuel dans l'espace et permet une rotation sans entrave de la plateforme autour de cet élément. Le mât du premier sous-ensemble détermine la position dans l'espace de l'articulation passive. La plateforme étant mise en mouvement au moyen de deux sous-ensembles, la position de la partie mobile des actionneurs mettant en mouvement les structures mobiles respectives des deux sous-ensembles doivent vérifier la contrainte suivante, à savoir que l'altitude de la base du prisme déformable montée sur la structure mobile du deuxième sous-ensemble est telle que le centre de la base du même prisme déformable montée sur la plateforme coïncide avec le centre de rotation de l'articulation passive. Au dessus du plan horizontal passant par le centre de la structure mobile du premier sous-ensemble, cette altitude est unique et la plateforme présente ainsi une unique posture dans l'espace pour la combinaison correspondante de position de la partie mobile de tous les actionneurs.

Il en résulte que le robot ne présente pas de configuration singulière de type parallèle au sein de son espace de travail.

La plage d'orientation de la plateforme est indépendante de la position de cette articulation passive dans l'espace puisqu'elle dépend uniquement de la plage d'orientation de la structure mobile du deuxième sous-ensemble, mettant en mouvement le prisme déformable, qui est constante, donc la plateforme possède une plage d'orientation constante relativement à la base dans son espace de travail.

Dans une variante, le deuxième sous-ensemble comporte au moins un dispositif rotatif passif, constitué d'une liaison pivot passive, un prisme déformable et une structure mobile, dotée d'un degré de liberté en translation et de deux degrés de liberté en rotation, mise en mouvement uniquement au moyen de trois actionneurs dudit sous-ensemble agissant en parallèle sur ladite structure mobile, ledit prisme déformable étant constitué

d'au moins trois barres de mêmes longueurs munies chacune à leurs deux extrémités d'une liaison angulaire passive respective dotée d'au moins deux degrés de liberté en rotation, toutes les liaisons angulaires passives d'une même extrémité desdites barres formant une base respective dudit prisme déformable. La plateforme est liée à ladite structure mobile
5 uniquement au moyen de la chaîne cinématique constituée dudit prisme déformable dont toutes les liaisons angulaires passives d'au moins l'une des bases dudit prisme déformable sont solidaires de la partie fixe d'au moins un dit dispositif rotatif passif respectif.

Ainsi la plateforme peut effectuer une rotation autour de sa normale.

La commande de cette rotation est effectuée au moyen d'un actionneur rotatif
10 additionnel, appartenant au deuxième sous-ensemble, dont la partie fixe est solidaire de la base et dont la partie mobile est solidaire de la première extrémité d'un double cardan télescopique dont la deuxième extrémité est solidaire de la deuxième extrémité du mât du premier sous-ensemble, la deuxième extrémité du mât étant liée aussi à la structure mobile du premier sous-ensemble au moyen d'une liaison pivot passive.

15 Ainsi le mât peut être entraîné en rotation autour de son axe longitudinal, et transmettre le mouvement de rotation de l'actionneur rotatif additionnel à la plateforme, qui est guidée en rotation au moyen dudit dispositif rotatif passif ou du prisme déformable guidé en rotation au moyen dudit dispositif rotatif passif. La plateforme peut réaliser un nombre illimité de tours complets autour de sa normale.

20 Dans une autre variante, le deuxième sous-ensemble comporte un prisme déformable et une structure mobile, dotée d'un degré de liberté en translation, mise en mouvement uniquement au moyen d'au moins un actionneur dudit sous-ensemble, ledit prisme déformable étant constitué d'au moins trois barres de mêmes longueurs munies chacune à leurs deux extrémités d'une liaison angulaire passive respective dotée d'au
25 moins deux degrés de liberté en rotation, toutes les liaisons angulaires passives d'une même extrémité desdites barres formant une base respective dudit prisme déformable. La plateforme est liée à ladite structure mobile uniquement au moyen dudit prisme déformable.

Ainsi la plateforme bénéficie d'une orientation constamment parallèle à la base.

30 Dans une autre variante, le deuxième sous-ensemble comporte au moins un dispositif rotatif passif, constitué d'une liaison pivot passive, un prisme déformable et une structure mobile, dotée d'un degré de liberté en translation, mise en mouvement uniquement au moyen d'au moins un actionneur dudit sous-ensemble, ledit prisme déformable étant constitué d'au moins trois barres de mêmes longueurs munies chacune à

leurs deux extrémités d'une liaison angulaire passive respective dotée d'au moins deux degrés de liberté en rotation, toutes les liaisons angulaires passives d'une même extrémité desdites barres formant une base respective dudit prisme déformable. La plateforme est liée à ladite structure mobile uniquement au moyen de la chaîne cinématique constituée dudit prisme déformable dont toutes les liaisons angulaires passives d'au moins l'une des bases dudit prisme déformable sont solidaires de la partie fixe d'au moins un dit dispositif rotatif passif respectif.

Ainsi la plateforme peut réaliser une rotation autour de sa normale.

Lorsque toutes les liaisons angulaires passives d'au moins l'une des bases du prisme déformable liant la plateforme à la structure mobile du deuxième sous-ensemble sont des liaisons sphériques passives, le prisme déformable permet de modifier l'orientation de la plateforme selon trois degrés de liberté en rotation grâce à une modification de l'altitude et de l'orientation de la base dudit prisme déformable qui subit une torsion du fait de la contrainte imposée par l'articulation passive.

Dans l'ensemble des variantes du robot, la mise en mouvement de la structure mobile du deuxième sous-ensemble peut être effectuée selon l'une des variantes suivantes :

Selon une première variante, la structure mobile du deuxième sous-ensemble, dotée de deux degrés de liberté en rotation et d'un degré de liberté en translation, est mise en mouvement, selon deux degrés de liberté en rotation et un degré de liberté en translation, uniquement au moyen de trois actionneurs, dudit sous-ensemble, agissant en parallèle sur ladite structure mobile, ladite structure mobile dudit sous-ensemble étant liée à la base uniquement au moyen de trois chaînes cinématiques comportant chacune un actionneur respectif, desdits trois actionneurs dudit sous-ensemble, et deux éléments d'articulation passifs respectifs équivalents à des liaisons pivot passives dont le total du nombre de liaisons pivot passives équivalentes comprises dans lesdits deux éléments d'articulation passifs respectifs, d'une même dite chaîne cinématique, est égal à quatre, la partie mobile de chacun desdits actionneurs étant liée à ladite structure mobile au moyen d'une branche cinématique passive respective comprenant au moins un élément de liaison passif constitué d'un desdits deux éléments d'articulation passifs d'une dite chaîne cinématique respective. Ladite structure mobile est liée à la plateforme au moyen d'une chaîne cinématique passive comprenant au moins un prisme déformable.

Selon une deuxième variante, la structure mobile du deuxième sous-ensemble, dotée d'un degré de liberté en translation et de deux degrés de liberté en rotation, est mise

en mouvement, selon deux degrés de liberté en rotation et un degré de liberté en translation, uniquement au moyen de trois actionneurs, dudit sous-ensemble, agissant en parallèle sur ladite structure mobile, la partie fixe de chacun desdits actionneurs étant solidaire de la base, la partie mobile de chacun desdits actionneurs dudit sous-ensemble
5 étant liée à ladite structure mobile dudit sous-ensemble uniquement au moyen d'un élément de liaison passif respectif équivalent à trois liaisons pivot et à une liaison prismatique passives. Ladite structure mobile est liée à la plateforme au moyen d'une chaîne cinématique passive comprenant au moins un prisme déformable.

Selon une troisième variante, la structure mobile du deuxième sous-ensemble, dotée
10 d'un degré de liberté en translation et de deux degrés de liberté en rotation, est mise en mouvement, selon deux degrés de liberté en rotation et un degré de liberté en translation, uniquement au moyen de trois actionneurs, dudit sous-ensemble, agissant en parallèle sur ladite structure mobile, la partie fixe de chacun desdits actionneurs étant solidaire de la base, ladite structure mobile étant liée à la partie mobile du premier actionneur, desdits
15 actionneurs dudit sous-ensemble, uniquement au moyen d'un élément de liaison passif équivalent à deux liaisons pivot et à une liaison prismatique passives. Ladite structure mobile est liée à la partie mobile du deuxième actionneur, desdits actionneurs dudit sous-ensemble, uniquement au moyen d'un élément de liaison passif équivalent à trois liaisons pivot et à une liaison prismatique passives. La structure mobile dudit sous-ensemble est
20 liée à la partie mobile du troisième actionneur, desdits actionneurs dudit sous-ensemble, uniquement au moyen d'un élément de liaison passif équivalent uniquement à un assemblage de liaisons pivot passives. Ladite structure mobile est liée à la plateforme au moyen d'une chaîne cinématique passive comprenant au moins un prisme déformable.

Dans une quatrième variante, le deuxième sous-ensemble est similaire au premier
25 sous-ensemble des moyens de mise en mouvement.

Ainsi, les moyens de mise en mouvement comportent au moins deux sous-ensembles comportant chacun une seule structure mobile, trois chaînes cinématiques liant la structure mobile à la base, un seul mât et une articulation passive, ladite structure mobile étant rigide et étant dotée de deux degrés de liberté en rotation et étant dotée d'un
30 degré de liberté en translation, ledit mât étant constitué d'une barre, ladite articulation passive étant dotée d'au moins deux degrés de liberté en rotation et d'au moins deux degrés de liaison en translation, ladite structure mobile étant liée à la base uniquement au moyen des trois dites chaînes cinématiques liant ladite structure mobile à la base, chaque chaîne cinématique liant ladite structure mobile à la base comprenant un actionneur,

chaque chaîne cinématique liant ladite structure mobile à la base comprenant deux éléments d'articulation passifs équivalents au total à quatre liaisons pivot passives, la mise en mouvement selon deux degrés de liberté en rotation et un degré de liberté en translation de ladite structure mobile étant obtenue au moyen des trois actionneurs, des

5 trois dites chaînes cinématiques liant ladite structure mobile à la base, agissant en parallèle et dont leur partie fixe est liée à la base au moyen d'une liaison passive dotée d'au moins trois degrés de liaison dont trois degrés de liaison en translation, la partie mobile de chacun desdits actionneurs étant liée à ladite structure mobile au moyen d'au moins un des deux éléments d'articulation passifs de ladite chaîne cinématique respective

10 liant ladite structure mobile à la base, la première extrémité dudit mât étant liée à la plateforme uniquement au moyen de ladite articulation passive, la deuxième extrémité dudit mât étant liée à ladite structure mobile uniquement au moyen d'une liaison passive dotée d'au moins cinq degrés de liaison dont trois degrés de liaison en translation, ladite structure mobile étant liée à la plateforme uniquement au moyen de la chaîne cinématique

15 formée uniquement par ledit mât muni à sa première extrémité de ladite articulation passive et à sa deuxième extrémité de ladite liaison passive, l'axe longitudinal dudit mât formant un angle constant avec ladite structure mobile, ledit sous-ensemble déplaçant selon trois degrés de liberté en translation ladite articulation passive dudit sous-ensemble grâce à l'action desdits actionneurs dudit sous-ensemble.

20 Les moyens de mise en mouvement comportent en outre au moins un troisième sous-ensemble. Au moins le troisième sous-ensemble peut comporter un actionneur dont la partie fixe est articulée à la base et dont la partie mobile est articulée à la plateforme et/ou un actionneur dont la partie fixe est solidaire de la base et dont la partie mobile est articulée à la première extrémité d'une barre dont la deuxième extrémité est articulée à la

25 plateforme.

Les moyens de mise en mouvement peuvent comporter au moins trois sous-ensembles dont la mise en mouvement s'effectue de façon similaire à la mise en mouvement du premier sous-ensemble du robot, ainsi la structure mobile d'au moins un sous-ensemble, dotée de deux degrés de liberté en rotation et d'un degré de liberté en

30 translation, est mise en mouvement, selon deux degrés de liberté en rotation et un degré de liberté en translation, uniquement au moyen de trois actionneurs, dudit sous-ensemble, agissant en parallèle sur ladite structure mobile, ladite structure mobile dudit sous-ensemble étant liée à la base uniquement au moyen de trois chaînes cinématiques comportant chacune un actionneur respectif, desdits trois actionneurs dudit sous-

ensemble, et deux éléments d'articulation passifs respectifs équivalents à des liaisons pivot passives dont le total du nombre de liaisons pivot passives équivalentes comprises dans lesdits deux éléments d'articulation passifs respectifs, d'une même dite chaîne cinématique, est égal à quatre, la partie mobile de chacun desdits actionneurs étant liée à ladite structure mobile au moyen d'une branche cinématique passive respective
5 comprenant au moins un élément de liaison passif constitué d'un desdits deux éléments d'articulation passifs d'une dite chaîne cinématique respective. L'unique mât liant ladite structure mobile à la plateforme est constitué d'une barre, la première extrémité dudit mât étant liée à la plateforme uniquement au moyen d'une articulation passive, dotée d'au
10 moins deux degrés de liberté en rotation et d'au moins deux degrés de liaison en translation, et la deuxième extrémité dudit mât étant liée à ladite structure mobile uniquement au moyen d'une liaison passive dotée d'au moins cinq degrés de liaison dont trois degrés de liaison en translation.

Pour chaque sous-ensemble comportant un mât, la position dans l'espace de l'articulation passive liant la première extrémité dudit mât dudit sous-ensemble à la
15 plateforme est déterminée uniquement par la combinaison de position de la partie mobile des trois actionneurs dudit sous-ensemble, indépendamment de l'action exercée par l'un quelconque des autres sous-ensembles des moyens de mise en mouvement sur la plateforme. Ainsi la plateforme possède une unique posture pour la combinaison de
20 position de la partie mobile de tous les actionneurs de tous les sous-ensembles, par conséquent l'espace de travail ne présente pas de configuration singulière de type parallèle. De plus, la plateforme bénéficie d'une plage angulaire supérieure à +/- 90 degrés selon les rotations autour des axes X, Y et Z, permettant le parcourt par la plateforme des cinq faces d'un objet sensiblement cubique sans modifier la posture de l'objet. Le nombre
25 de mâts étant réduit à trois, le risque de collision entre ceux-ci est limité.

Lorsque le robot comporte plusieurs sous-ensembles comportant un mât, l'un de ces sous-ensembles est considéré comme étant le premier sous-ensemble et un autre de ces sous-ensembles est considéré comme étant le deuxième sous-ensemble agissant sur l'orientation de la plateforme autour du centre de rotation de l'articulation passive
30 appartenant au premier sous-ensemble.

La plateforme est liée à la structure mobile d'au moins un sous-ensemble uniquement au moyen de la chaîne cinématique passive formée uniquement par un mât, constitué d'une barre de longueur fixe, muni à sa première extrémité d'une seule articulation passive dotée de trois degrés de liberté en rotation et d'un seul degré de liberté

en translation, la deuxième extrémité dudit mât étant solidaire de la structure mobile, ladite structure mobile, dotée de deux degrés de liberté en rotation et d'un degré de liberté en translation, étant mise en mouvement au moyens de trois actionneurs agissant en parallèle.

- 5 La liaison prismatique des articulations passives permet d'éviter une déformation du robot lorsque survient un léger défaut de position des articulations passives dans l'espace les unes par rapport aux autres dû à un défaut de synchronisation des mouvements des actionneurs des sous-ensembles.

10 Dans une cinquième variante, le deuxième sous-ensemble comporte au moins deux actionneurs agencés chacun selon l'une des deux variantes suivantes à savoir une première variante dans laquelle la partie fixe de l'actionneur est articulée à la base et sa partie mobile est articulée à la plateforme et une deuxième variante dans laquelle la partie fixe de l'actionneur est solidaire de la base et sa partie mobile est articulée à la première extrémité d'une barre dont la deuxième extrémité est articulée à la plateforme.

15 Dans les variantes du robot dans lesquelles la partie fixe de tous les actionneurs des moyens de mise en mouvement est solidaire de la base, le robot bénéficie d'une grande rigidité, d'une dynamique importante et d'une consommation d'énergie réduite. De plus, des dispositifs de mesure de grande précision peuvent aisément être installés pour effectuer la mesure de la position de la partie mobile des actionneurs, afin de déterminer
20 avec précision la posture de la plateforme, grâce au calcul du modèle géométrique direct.

La partie mobile des actionneurs peut être mise en mouvement au moyen de moteur électrique, pneumatique, hydraulique, linéaire, piézo-électrique ou de champs magnétiques variables.

25 Dans l'ensemble des modes de réalisation du robot, les mouvements de la partie mobile des actionneurs peuvent être rotatifs ou linéaires.

Dans le cas d'actionneurs à mouvement rotatif, l'expression "la position de la partie mobile d'un actionneur" désigne l'angle de rotation de la partie mobile d'un actionneur.

30 Chaque actionneur peut être constitué de deux actionneurs dont la partie fixe est solidaire de la base, à savoir un actionneur primaire et un actionneur secondaire, le mouvement de la partie mobile de l'actionneur primaire étant recopié au moyen d'un dispositif, autorisant un rapport de similitude, sur la partie mobile de l'actionneur secondaire, la structure mobile étant liée aux parties mobiles respectives des actionneurs secondaires.

Le robot est pourvu de moyens de commande destinés à commander les moteurs des actionneurs de façon à commander les mouvements de la plateforme.

Les actionneurs peuvent être passifs, dans le cas d'un robot servant de dispositif haptique, et être constitués de capteur de déplacement linéaire et/ou de déplacement
5 rotatif.

Le robot peut être muni d'une pince, de caméras et de dispositif de mesure de la position et de l'orientation dans l'espace de la base et/ou de la plateforme.

DESCRIPTION DES DESSINS

10

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront plus clairement à la lecture de la description suivante d'un mode de réalisation préférentiel, donné à titre d'exemple illustratif et non limitatif, et des figures annexées faisant partie intégrante de ladite description et qui sont toutes des vues en perspective, parmi lesquelles :

15

la figure 1 présente un robot, doté de six degrés de liberté, comportant deux sous-ensembles, dont un premier sous-ensemble comprend une structure mobile (5) munie d'un mât (40) et dont un deuxième sous-ensemble, dans sa première variante, comporte une structure mobile (25) munie d'un prisme déformable (30, 31, 32) lié à un dispositif rotatif passif (41),

20

- la figure 2 présente une vue de détail des chaînes cinématiques liant la structure mobile (5) à la base (1),

- la figure 3 présente un robot, doté de cinq degrés de liberté, comportant deux sous-ensembles, le deuxième sous-ensemble étant dans sa deuxième variante,

25

- la figure 4 présente un robot, doté de six degrés de liberté, comportant un prisme déformable (30, 31, 32) subissant une torsion, le deuxième sous-ensemble étant dans sa troisième variante,

- la figure 5 présente un robot, doté de trois degrés de liberté en translation, dont la plateforme (100) est constamment parallèle à la base (1),

30

- la figure 6 présente un robot, doté de six degrés de liberté, utilisant seulement six actionneurs (2, 22, 33),

- la figure 7 présente un robot, doté de six degrés de liberté, comprenant trois sous-ensembles,

- la figure 8 présente une variante du précédent robot, dont la plateforme (100) est munie de trois barres liées à la première extrémité de leur mât (40) respectif au moyen d'une articulation passive (50) respective,

5 - la figure 9 présente un robot, doté de six degrés de liberté, dont le deuxième sous-ensemble comporte au moins deux actionneurs (22) dont la partie fixe est articulée à la base (1),

- la figure 10 présente un robot, doté de six degrés de liberté, dont le deuxième sous-ensemble comporte au moins deux actionneurs (22) dont la partie fixe est solidaire de la base (1).

10 Dans les figures, seule la partie fixe des liaisons constituant les éléments d'articulation est représentée, la partie mobile étant solidaire d'un autre élément et donc confondue avec cet autre élément.

Un élément de liaison ou un élément d'articulation, constitué de plusieurs liaisons, est numéroté de façon globale avec un nombre entier. Une liaison intégrée dans un
15 élément de liaison ou un élément d'articulation est numéroté avec un indice supplémentaire constitué d'une lettre de l'alphabet.

Plusieurs traits partant d'un même numéro sont dirigés vers les différentes liaisons ou groupe de liaisons constituant un même élément.

Le numéro désignant un actionneur est porté sur sa partie fixe.

20 Lorsque la deuxième extrémité du mât est liée à la structure mobile au moyen d'une liaison passive constituée d'une liaison fixe, celle-ci n'est pas représentée sur la figure, puisque le mât et la structure mobile sont alors solidaires.

MEILLEURES MANIERES DE REALISER L'INVENTION

25

La figure 1 présente un robot dans son premier mode de réalisation, doté de six degrés de liberté, dont les moyens de mise en mouvement de la plateforme (100) sont composés d'un premier sous-ensemble et d'un deuxième sous-ensemble.

30 Le premier sous-ensemble comporte une structure mobile (5) rigide de forme quelconque. La structure mobile (5) est mise en mouvement, selon deux degrés de liberté en rotation et un degré de liberté en translation, au moyen de trois chaînes cinématiques comprenant chacune un actionneur (2) et deux éléments d'articulation passifs (4).

Une chaîne cinématique liant la structure mobile (5) à la base (1), présentée en détail dans la figure 2, peut être réalisée soit au moyen d'un actionneur (2) dont la partie

fixe est articulée au moyen d'un premier élément d'articulation passif (4) à la base (1) et dont la partie mobile est articulée au moyen d'un deuxième élément d'articulation passif (4) à la structure mobile (5), soit au moyen d'un actionneur (2) dont la partie fixe est solidaire de la base (1) et dont la partie mobile (3) est articulée au moyen d'un premier
 5 élément d'articulation passif (4) à la première extrémité d'une barre dont la deuxième extrémité est articulée au moyen d'un deuxième élément d'articulation passif (4) à la structure mobile (5). Le premier élément d'articulation passif (4) peut être constitué soit d'une liaison pivot, soit d'un cardan, soit d'une liaison sphérique et le deuxième élément d'articulation passif (4) est respectivement constitué d'une liaison sphérique, d'un cardan,
 10 d'une liaison pivot.

Toutes les variantes du robot peuvent être réalisées au moyen de l'une quelconque des variantes de chaîne cinématique décrites précédemment.

La chaîne cinématique présentée dans la figure est constituée d'un actionneur (2) dont la partie fixe est solidaire de la base (1) et dont la partie mobile (3) est liée à la
 15 première extrémité d'une barre au moyen d'un élément d'articulation passif (4) équivalent à trois liaisons pivot passives, la deuxième extrémité de ladite barre étant liée à la structure mobile (5) au moyen d'un élément d'articulation passif (4) constitué d'une liaison pivot passive.

La première extrémité du mât (40), constitué d'une barre, est articulée à la
 20 plateforme (100) au moyen d'une articulation passive (50) constituée d'un cardan.

La deuxième extrémité du mât (40) est liée à la structure mobile (5) au moyen d'une liaison pivot passive (38). L'axe longitudinal du mât (40) forme un angle constant avec la structure mobile (5) et passe par le centre de la structure mobile.

Le deuxième sous-ensemble comporte une structure mobile (25) qui est mise en
 25 mouvement, selon deux degrés de liberté en rotation et un degré de liberté en translation, uniquement au moyen de trois actionneurs (22), dudit sous-ensemble, agissant en parallèle sur la structure mobile (25).

Dans une première variante, la structure mobile (25) du deuxième sous-ensemble est liée à la base (1) uniquement au moyen de trois chaînes cinématiques comportant
 30 chacune un actionneur (22) respectif et deux éléments d'articulation passifs (24) respectifs équivalents à des liaisons pivot passives dont le total du nombre de liaisons pivot passives équivalentes comprises dans les deux éléments d'articulation passifs (24) respectifs, d'une même chaîne cinématique, est égal à quatre. La partie mobile (23) de chacun des actionneurs (22) étant liée à la structure mobile (25) au moyen d'une branche cinématique

passive respective comprenant au moins un élément de liaison passif (24) constitué d'un desdits deux éléments d'articulation passifs (24) respectifs.

Un prisme déformable (30, 31, 32), constitué d'au moins trois barres (30) de mêmes longueurs, est monté sur la structure mobile (25) du deuxième sous-ensemble. A la première extrémité de chaque barre (30) du prisme est fixée la partie fixe d'une liaison angulaire passive (31) de type cardan dont la partie mobile est solidaire de la structure mobile (25).

A la deuxième extrémité de chaque barre (30) du prisme est fixée la partie fixe d'une liaison angulaire passive (32) de type cardan dont la partie mobile est solidaire de la partie fixe d'un dispositif rotatif passif (41), constitué d'une liaison pivot passive, dont la partie mobile est solidaire de la plateforme (100).

Ainsi, la plateforme (100) et la structure mobile (25) du deuxième sous-ensemble disposent de la même orientation, quelle que soit l'orientation de ladite structure mobile (25), puisque la plateforme (100) et ladite structure mobile (25) sont constamment parallèles, grâce aux contraintes imposées par le prisme déformable (30, 31, 32).

La commande de la rotation de la plateforme (100) autour de sa normale est effectuée au moyen d'un actionneur rotatif additionnel (33), appartenant au deuxième sous-ensemble, dont la partie fixe est solidaire de la base (1) et dont la partie mobile (34) est liée à la deuxième extrémité du mât (40) au moyen d'un double cardan télescopique (35).

Ainsi le mouvement de rotation de l'actionneur rotatif additionnel (33) est transmis au mât (40), qui le transmet à son tour à la plateforme (100) qui peut effectuer une rotation autour de sa normale en étant guidée en rotation au moyen du dispositif rotatif passif (41).

Dans une variante, le mouvement de rotation de l'actionneur rotatif additionnel (33) peut être transmis directement à la plateforme (100) ou à un dispositif, tel un dispositif de préhension monté rotatif sur la plateforme, au moyen d'au moins un double cardan télescopique muni éventuellement à son extrémité d'un dispositif tel un jeu d'engrenages.

L'une des structures mobiles (5, 25) d'un sous-ensemble peut comporter en son centre un orifice traversé par le mât (40) d'un autre sous-ensemble.

Dans l'ensemble des variantes du robot comportant un prisme déformable (30, 31, 32), la structure mobile (5) du premier sous-ensemble peut être placée au dessus ou au dessous de la structure mobile (25) du deuxième sous-ensemble.

La figure 3 présente un robot, doté de cinq degrés de liberté, composé de deux sous-ensembles. Le premier sous-ensemble se différencie du premier sous-ensemble du robot de la figure 1 par le fait que le mât (40) est monté de façon solidaire sur la structure mobile (5) et que l'articulation passive (50) fixée à la première extrémité du mât (40) est
5 une articulation sphérique.

Dans une deuxième variante de mise en mouvement de la structure mobile (25) du deuxième sous-ensemble, la partie mobile (23) de chacun des actionneurs (22) est liée à la structure mobile (25) uniquement au moyen d'un élément de liaison passif (24) respectif équivalent à trois liaisons pivot et à une liaison prismatique passives, la partie fixe de
10 chacun des actionneurs (22) étant solidaire de la base (1).

La partie mobile de chaque liaison angulaire (32), dont la partie fixe est solidaire de la deuxième extrémité d'une barre (30) respective du prisme déformable (30, 31, 32) est solidaire de la plateforme (100).

La figure 4 présente un robot, doté de six degrés de liberté, dont le premier sous-ensemble est similaire au premier sous-ensemble du robot de la figure 1.
15

La structure mobile (25) du deuxième sous-ensemble, mise en mouvement selon sa troisième variante, comporte une première barre de section circulaire dont la première extrémité est solidaire du reste de ladite structure mobile (25).

Un premier élément de liaison passif (24.1) équivalent à deux liaisons pivot et à
20 liaison prismatique passives est obtenu grâce à l'assemblage d'une première liaison pivot dont la partie mobile est solidaire de la partie fixe d'une deuxième liaison pivot qui autorise en outre une liaison prismatique, la deuxième liaison pivot formant ainsi une liaison de type pivot glissant avec la barre intégrée dans la structure mobile (25), la partie fixe de la première liaison pivot étant solidaire de la partie mobile (23) d'un premier
25 actionneur (22).

Un deuxième élément de liaison passif (24.2), équivalent à trois liaisons pivot et à une liaison prismatique passives est obtenu grâce à l'assemblage d'une première liaison pivot dont la partie mobile est solidaire de la partie fixe d'une deuxième liaison pivot qui autorise en outre une liaison prismatique, la deuxième liaison pivot formant ainsi une
30 liaison de type pivot glissant avec une deuxième barre de section circulaire dont l'une des extrémité est solidaire de la partie fixe d'une troisième liaison pivot dont la partie mobile est solidaire de la structure mobile (25), la partie fixe de la première liaison pivot étant solidaire de la partie mobile (23) d'un deuxième actionneur (22).

La structure mobile (25) est liée, de préférence en son centre, à la partie mobile (23) d'un troisième actionneur (22) au moyen d'un troisième élément de liaison passif (24.3) constitué de deux liaisons pivot passives montées en cardan.

5 Les axes longitudinaux des deux barres, se déplaçant de préférence dans deux plans respectifs orthogonaux entre eux, sont concourants en un point qui correspond au centre de rotation du troisième élément de liaison passif (24.3).

Les liaisons angulaires (32) de l'une des bases du prisme déformable (30, 31, 32) sont des liaisons sphériques passives, ainsi le prisme déformable permet de modifier l'orientation de la plateforme (100) selon trois degrés de liberté en rotation grâce à une torsion du prisme déformable combinée à l'action de l'actionneur rotatif additionnel optionnel (33) qui permet de supprimer la singularité, propre à cette variante, intervenant lorsque toutes les barres (30) du prisme (30, 31, 32) sont parallèles. L'actionneur rotatif (33) contraint la plateforme (100) à tourner autour de sa normale dans le sens souhaité pour aller vers l'une des deux postures qui sont solutions de la même

10

15 combinaison de position de la partie mobile (3) des actionneurs (2). Ce type de singularité ne présente pas les inconvénients des singularités de type parallèle des robots parallèles connus puisqu'il est possible de la traverser et d'obtenir à tout moment la posture de la plateforme (100) souhaitée.

La figure 5 présente un robot, doté de trois degrés de liberté, dont la

20 plateforme (100) bénéficie d'une orientation constamment parallèle à la base (1).

Le premier sous-ensemble est similaire au premier sous-ensemble du robot de la figure 3. Le deuxième sous-ensemble comporte un prisme déformable (30, 31, 32) monté sur une structure mobile (25), disposant d'un degré de liberté en translation, solidaire de la partie mobile (23) d'au moins un actionneur (22), doté d'un degré de liberté en translation, dont la partie fixe est solidaire de la base (1).

25

Pour obtenir une rotation de la plateforme (100) autour de sa normale, un actionneur rotatif additionnel (33) et un dispositif rotatif passif (41) peuvent être ajoutés.

La structure mobile (25) présentée dans la figure est guidée en translation au moyen de plusieurs actionneurs (22), disposant d'un degré de liberté en translation, qui peuvent être passifs ou motorisés avec éventuellement un dispositif de recopie de mouvement

30 entre ces actionneurs (22).

La figure 6 présente un robot, doté de six degrés de liberté, dont le premier sous-ensemble est similaire au premier sous-ensemble du robot de la figure 1. La structure mobile (25) du deuxième sous-ensemble est liée à la partie mobile (23) d'un premier

actionneur (22), dont la partie fixe est solidaire de la base (1), au moyen uniquement d'un premier élément de liaison passif (24.1) équivalent à trois liaisons pivot et à une première liaison prismatique passives. La structure mobile (25) est liée à la partie mobile (23) d'un deuxième actionneur (22), dont la partie fixe est solidaire de la base (1), uniquement au
 5 moyen d'un deuxième élément de liaison passif (24.2) formé de l'assemblage d'une seule liaison pivot passive (24.a) couplée à un élément d'articulation passif (24.b, 24.c, 24.d) équivalent à trois liaisons pivot et à une deuxième liaison prismatique passives, l'axe de rotation de ladite seule liaison pivot passive étant orthogonal à l'axe longitudinal de ladite deuxième liaison prismatique.

10 La structure mobile (25) du deuxième sous-ensemble est liée au mât (40) du premier sous-ensemble uniquement au moyen d'une articulation angulaire passive (70) dotée de trois degrés de liberté en rotation.

Le robot utilise seulement six actionneurs et chaque degré de liberté en rotation de la plateforme (100) est obtenu de façon découplée au moyen d'un seul actionneur (22, 33)
 15 respectif.

La figure 7 présente un robot, doté de six degrés de liberté, dont les moyens de mise en mouvement de la plateforme (100) sont composés de trois sous-ensembles comportant chacun une structure mobile (5).

20 La première extrémité du mât (40), constitué d'une barre, est liée à la plateforme (100) au moyen d'une articulation passive (50) constituée d'une articulation sphérique passive.

La deuxième extrémité du mât (40) est solidaire de la structure mobile (5). L'axe longitudinal du mât (40) forme un angle constant avec la structure mobile (5) et passe par le centre de la structure mobile (5).

25 Au moins deux sous-ensembles étant identiques, l'un des sous-ensembles est considéré comme étant le premier sous-ensemble et l'autre sous-ensemble est considéré comme étant le deuxième sous-ensemble. La numérotation des éléments de chaque sous-ensemble reprend la numérotation des éléments constitutifs (2, 3, 4, 5) du premier sous-ensemble.

30 La figure 8 présente une variante du robot de la figure 7 dans laquelle chaque articulation passive (50) liant un mât (40) respectif à la plateforme (100) est une articulation sphérique passive (50) autorisant en outre une liaison prismatique. La plateforme (100) comporte trois barres de section circulaire dont la première extrémité est solidaire du reste de la plateforme

Chaque articulation passive (50) est obtenue grâce à l'assemblage formé de deux liaisons pivot montées en série avec une troisième liaison pivot qui autorise en outre une liaison prismatique, la troisième liaison pivot formant ainsi une liaison de type pivot glissant avec une barre respective intégrée dans la plateforme (100).

5 La liaison prismatique des articulations passives (50) permet d'éviter une déformation du robot lorsque survient un léger défaut de position des articulations passives (50) dans l'espace les unes par rapport aux autres dû à un défaut de synchronisation des mouvements des actionneurs (2) des sous-ensembles. Un dispositif de sécurité peut être ajouté afin de déterminer la position de l'articulation passive (50) par
10 rapport à l'extrémité d'une barre respective et d'empêcher l'articulation passive d'aller au-delà de ladite barre.

Dans les deux précédents robots, le nombre de sous-ensembles peut être augmenté pour déplacer de fortes charges ou des charges de grandes envergures.

15 La plateforme (100) peut être constituée de l'objet à déplacer et les articulations passives liant les mâts respectifs à l'objet sont fixées de façon temporaire sur l'objet.

La figure 9 présente un robot, doté de six degrés de liberté, qui se différencie du robot de la figure 4 par le fait que le deuxième sous-ensemble est constitué d'au moins deux actionneurs (22) dont la partie fixe est articulée à la base (1) au moyen d'un cardan (46) et dont la partie mobile est articulée à la plateforme (100) au moyen d'une
20 liaison sphérique (45).

La figure 10 présente un robot, doté de six degrés de liberté, qui se différencie du robot de la figure 4 par le fait que le deuxième sous-ensemble est constitué d'au moins deux actionneurs (22) dont la partie fixe est solidaire de la base (1) et dont la partie mobile (23) est articulée au moyen d'un cardan (48) à la première extrémité d'une
25 barre (47) dont la deuxième extrémité est articulée à la plateforme au moyen d'une liaison sphérique (45).

Dans les variantes présentées dans les figures 9 et 10, la rotation de la plateforme (100) selon trois degrés de liberté peut être obtenue au moyen des actionneurs (22) du deuxième sous-ensemble au nombre de trois avec la présence d'une
30 singularité similaire à celle décrite dans le robot de la figure 4, qui peut être supprimée en dotant le deuxième sous-ensemble d'au moins deux actionneurs (22) et d'un actionneur rotatif additionnel (33) articulé au mât (40). La présence d'un troisième actionneur (22) permet d'augmenter la force du robot.

Dans l'ensemble des variantes du robot, afin d'augmenter la force du robot, la plateforme (100) peut aussi être munie de barres supplémentaires, chacune des barres étant articulée au moyen d'une articulation sphérique passive autorisant en outre une liaison prismatique passive soit à la partie mobile d'un actionneur supplémentaire dont la partie fixe est articulée à la base (1) soit à la première extrémité d'une barre dont la deuxième extrémité est articulée à la partie mobile d'un actionneur supplémentaire dont la partie fixe est solidaire de la base. La posture de la plateforme (100) étant entièrement déterminée par la combinaison de position de la partie mobile (3, 23, 34) des actionneurs (2, 22, 33) des deux premiers sous-ensembles, les actionneurs supplémentaires permettent d'augmenter la force du robot sans risquer de déformation de celui-ci puisque leur articulation avec la plateforme (100) s'effectue au moyen d'une articulation sphérique passive autorisant en outre une liaison prismatique passive.

Dans certaines variantes du robot, l'articulation passive (50) peut être dotée d'un degré de liberté en translation complémentaire permettant d'éviter une déformation du robot lorsque survient un léger défaut de synchronisation entre les mouvements des actionneurs (2) du premier sous-ensemble, qui déplacent l'articulation passive (50), et les mouvements des actionneurs du deuxième sous-ensemble (22), qui déplacent le prisme déformable (30, 31, 32).

Les éléments de liaison passifs (24) équivalents au total à trois liaisons pivot et à une liaison prismatique passives peuvent être agencés selon plusieurs assemblages et selon différentes combinaisons d'ordre de l'assemblage, à titre d'exemple non limitatif : rotule évidée, rotule pleine couplée à une liaison prismatique, cardan couplé à une liaison pivot glissant, cardan couplé à une liaison pivot couplée à une liaison prismatique.

Les éléments de liaisons passifs ou les éléments d'articulation passifs ne comportent pas d'actionneur motorisé.

Un actionneur à mouvement linéaire peut être réalisé au moyen d'un actionneur à mouvement rotatif couplé à un dispositif transformant le mouvement linéaire en mouvement rotatif. Ce dispositif peut être réalisé au moyen de deux plateaux, respectivement plateau fixe et plateau mobile, articulés au moyen d'au moins deux chaînes cinématiques passives identiques comprenant chacune une première liaison pivot dont la partie mobile est solidaire de la première extrémité d'une première barre dont la deuxième extrémité est solidaire de la partie fixe d'une deuxième liaison pivot dont la partie mobile est solidaire de la première extrémité d'une deuxième barre dont la deuxième extrémité est solidaire de la partie fixe d'une troisième liaison pivot. La partie

fixe de la première liaison pivot de chaque chaîne cinématique passive étant couplée à la partie mobile d'un unique actionneur rotatif, dont la partie fixe est solidaire du plateau fixe, au moyen éventuellement d'un dispositif de recopie de mouvement complété éventuellement au moyen d'un dispositif d'inversion de sens de rotation. La partie mobile

5 de la troisième liaison pivot de chaque chaîne cinématique passive étant solidaire du plateau mobile. Il en résulte un mouvement de translation selon un degré de liberté du plateau mobile relativement au plateau fixe.

Le plateau fixe formant la partie fixe d'un actionneur, et le plateau mobile formant la partie mobile d'un actionneur.

10 Le prisme déformable (30, 31, 32) peut comporter des barres supplémentaires (30) permettant d'augmenter la rigidité du robot et de renforcer le parallélisme entre les barres du prisme.

Un autre avantage de ce robot réside dans le fait que selon le rapport entre la longueur du mât (40) et la distance entre les parties fixes des actionneurs (2, 22), il est

15 possible d'obtenir des déplacements de la plateforme (100) dotés d'une amplitude inférieure à l'amplitude des mouvements des actionneurs, et donc d'obtenir une résolution des mouvements de la plateforme (100) meilleure que la résolution des mouvements des actionneurs (2, 22). A l'inverse, il est possible d'obtenir une amplitude des mouvements de la plateforme supérieure à l'amplitude des mouvements des actionneurs.

20 Les moteurs, les outils, les instruments ou les dispositifs fixés sur la plateforme (100) sont des éléments additionnels qui ne font pas partie du robot, par conséquent leurs actionneurs et/ou leurs moteurs ne font pas partie du robot et l'élément mobile de ces moteurs ne peut être assimilé à la plateforme (100) du robot.

L'expression "partie fixe" et "partie mobile" des éléments tels que les liaisons pivot

25 et les liaisons prismatiques ne servent qu'à nommer l'une des parties d'un élément par rapport à l'autre, puisque les deux parties de l'élément sont mobiles l'une par rapport à l'autre.

On ne sortirait pas du cadre de l'invention en ajoutant des éléments, tels que par exemple des liaisons pivot ou des liaisons prismatique supplémentaires, qui ne sont pas

30 absolument nécessaires à l'obtention des mouvements du robot.

On ne sortirait pas du cadre de l'invention en remplaçant des éléments passifs par des éléments motorisés, tels l'articulation passive (38) liant la deuxième extrémité du mât (40) à la structure mobile (5) par un moteur ou le dispositif rotatif passif (41) par un moteur, ou en remplaçant la barre constituant le mât (40) par un actionneur.

POSSIBILITES D'APPLICATION INDUSTRIELLE

Le robot peut être utilisé dans des domaines d'application très variés, notamment
 5 celui des machines-outils ou des dispositifs d'assemblage nécessitant des déplacements et
 des orientations de grande précision de l'outil ou de l'objet à usiner ou à assembler. Le
 robot est particulièrement intéressant pour l'usinage d'optique grâce à sa très grande
 précision angulaire. Le robot peut servir à déplacer et/ou orienter un objet de masse
 importante ou des dispositifs tels que dispositif de mesure médical, outil chirurgical,
 10 théodolite, télescope, émetteur / récepteur d'onde de télécommunication, émetteur /
 récepteur de rayonnement (laser, rayon X).

Le robot peut servir à constituer une machine à mesurer tridimensionnelle.

Le robot peut servir à réaliser les mouvements d'un simulateur de moyens de
 locomotion ou d'une machine d'attraction.

15 Le robot peut servir de poignet pour un robot sériel, apportant à celui-ci une très
 grande précision de mouvement localement, sans mettre en mouvement l'ensemble des
 éléments du bras du robot, la position de la base et/ou de la plateforme du robot parallèle
 dans l'espace étant déterminée(s) par un dispositif de mesure. Le robot peut être adjoint au
 bras d'un engin de chantier, à un engin de manutention ou à une grue articulée.

20 Le robot peut servir dans des opérations de 'pick-and-place' rapide, ou de
 palettisation, notamment de charges importantes, avec un espace de travail important
 bénéficiant de plages angulaires d'orientation importantes de la plateforme, avec un
 encombrement réduit des chaînes cinématiques entre la ou les structure(s) mobile(s) et la
 plateforme.

25 Le robot peut servir de dispositif haptique permettant de détecter le déplacement et
 l'orientation de la plateforme effectués par un opérateur par rapport à la base par l'emploi
 de capteurs de position de la partie mobile des actionneurs, et complété ou non par un
 dispositif de retour de force.

30 Le robot peut servir de troisième main pour maintenir un objet, lorsque les
 actionneurs sont passifs et sont dotés d'un dispositif de blocage commandé.

Le robot peut être monté sur un dispositif de déplacement linéaire, rotatif, cartésien
 ou de type portique.

Plusieurs robots peuvent collaborer à la manipulation d'un objet de grande
 dimension ou de masse importante.

Les secteurs d'activités susceptibles d'utiliser de tels robots sont variés :
construction automobile, navale et aéronautique, construction de bâtiment, électronique,
agro-alimentaire, manufacture, biotechnologies, médical, métrologie, mécanique,
logistique, ...

REVENDEICATIONS

1. Robot parallèle, doté de trois à six degrés de liberté dont trois degrés de liberté en translation, comprenant une base (1) et une plateforme (100) couplée à la base par des moyens de mise en mouvement qui comportent uniquement des sous-ensembles agissant tous uniquement en parallèle depuis la base (1) sur la plateforme (100) et comportant tous
- 5 au moins un actionneur (2, 22), tous les actionneurs (2, 22) desdits moyens de mise en mouvement ayant leur partie mobile (3, 23) dotée d'un seul degré de liberté relativement à leur partie fixe respective, tous les actionneurs (2, 22) desdits moyens de mise en mouvement agissant uniquement en parallèle, la partie fixe de tous les actionneurs (2, 22) desdits moyens de mise en mouvement étant liée à la base (1) au moyen d'une liaison
- 10 passive dotée d'au moins trois degrés de liaison dont trois degrés de liaison en translation, la partie fixe d'au moins quatre actionneurs (2, 22) desdits moyens de mise en mouvement étant liée à la base (1) au moyen d'une liaison passive dotée d'au moins trois degrés de liaison dont trois degrés de liaison en translation caractérisé en ce que lesdits moyens de mise en mouvement comprennent au moins deux sous-ensembles, dont un premier sous-
- 15 ensemble comporte
- une seule structure mobile (5), trois chaînes cinématiques liant la structure mobile (5) à la base (1), un seul mât (40) et une articulation passive (50),
- ladite structure mobile (5) étant rigide et étant dotée de deux degrés de liberté en rotation et étant dotée d'un degré de liberté en translation,
- 20 ledit mât (40) étant constitué d'une barre,
- ladite articulation passive (50) étant dotée d'au moins deux degrés de liberté en rotation et d'au moins deux degrés de liaison en translation,
- ladite structure mobile (5) étant liée à la base (1) uniquement au moyen des trois dites chaînes cinématiques liant ladite structure mobile (5) à la base (1),
- 25 chaque chaîne cinématique liant ladite structure mobile (5) à la base (1) comprenant un actionneur (2),
- chaque chaîne cinématique liant ladite structure mobile (5) à la base (1) comprenant deux éléments d'articulation passifs (4) équivalents au total à quatre liaisons pivot passives,
- 30 la mise en mouvement selon deux degrés de liberté en rotation et un degré de liberté en translation de ladite structure mobile (5) étant obtenue au moyen des trois actionneurs (2), des trois dites chaînes cinématiques liant ladite structure mobile (5) à

la base (1), agissant en parallèle et dont leur partie fixe est liée à la base (1) au moyen d'une liaison passive dotée d'au moins trois degrés de liaison dont trois degrés de liaison en translation,

la partie mobile (3) de chacun desdits actionneurs (2) étant liée à ladite structure mobile (5) au moyen d'au moins un des deux éléments d'articulation passifs (4) de ladite chaîne cinématique respective liant ladite structure mobile (5) à la base (1), la première extrémité dudit mât (40) étant liée à la plateforme (100) uniquement au moyen de ladite articulation passive (50),

la deuxième extrémité dudit mât (40) étant liée à ladite structure mobile (5) uniquement au moyen d'une liaison passive (38) dotée d'au moins cinq degrés de liaison dont trois degrés de liaison en translation,

ladite structure mobile (5) étant liée à la plateforme (100) uniquement au moyen de la chaîne cinématique formée uniquement par ledit mât (40) muni à sa première extrémité de ladite articulation passive (50) et à sa deuxième extrémité de ladite liaison passive (38),

l'axe longitudinal dudit mât (40) formant un angle constant avec ladite structure mobile (5),

ledit premier sous-ensemble déplaçant selon trois degrés de liberté en translation ladite articulation passive (50) du premier sous-ensemble grâce à l'action desdits trois actionneurs (2) du premier sous-ensemble,

et dont au moins un deuxième sous-ensemble, agissant sur l'orientation de la plateforme (100) autour du centre de rotation de ladite articulation passive (50) dudit premier sous-ensemble, comporte au moins un actionneur (22) dont la partie fixe est liée à la base (1) au moyen d'une liaison passive dotée d'au moins trois degrés de liaison dont trois degrés de liaison en translation,

et en ce que la position dans l'espace de l'articulation passive (50) liant la première extrémité du mât (40) du premier sous-ensemble à la plateforme (100) est déterminée uniquement par la combinaison de position de la partie mobile (3) des trois actionneurs (2) du premier sous-ensemble, indépendamment de l'action exercée par l'un quelconque des autres sous-ensembles des moyens de mise en mouvement sur la plateforme (100).

2. Robot parallèle selon la revendication 1 caractérisé en ce que les moyens de mise en mouvement comportent au moins deux sous-ensembles comportant chacun

- une seule structure mobile (5), trois chaînes cinématiques liant la structure mobile (5) à la base (1), un seul mât (40) et une articulation passive (50),
 ladite structure mobile (5) étant rigide et étant dotée de deux degrés de liberté en rotation et étant dotée d'un degré de liberté en translation,
- 5 ledit mât (40) étant constitué d'une barre,
 ladite articulation passive (50) étant dotée d'au moins deux degrés de liberté en rotation et d'au moins deux degrés de liaison en translation,
 ladite structure mobile (5) étant liée à la base (1) uniquement au moyen des trois dites chaînes cinématiques liant ladite structure mobile (5) à la base (1),
- 10 chaque chaîne cinématique liant ladite structure mobile (5) à la base (1) comprenant un actionneur (2),
 chaque chaîne cinématique liant ladite structure mobile (5) à la base (1) comprenant deux éléments d'articulation passifs (4) équivalents au total à quatre liaisons pivot passives,
- 15 la mise en mouvement selon deux degrés de liberté en rotation et un degré de liberté en translation de ladite structure mobile (5) étant obtenue au moyen des trois actionneurs (2), des trois dites chaînes cinématiques liant ladite structure mobile (5) à la base (1), agissant en parallèle et dont leur partie fixe est liée à la base (1) au moyen d'une liaison passive dotée d'au moins trois degrés de liaison dont trois degrés de
- 20 liaison en translation,
 la partie mobile (3) de chacun desdits actionneurs (2) étant liée à ladite structure mobile (5) au moyen d'au moins un des deux éléments d'articulation passifs (4) de ladite chaîne cinématique respective liant ladite structure mobile (5) à la base (1),
 la première extrémité dudit mât (40) étant liée à la plateforme (100) uniquement au
- 25 moyen de ladite articulation passive (50),
 la deuxième extrémité dudit mât (40) étant liée à ladite structure mobile (5) uniquement au moyen d'une liaison passive (38) dotée d'au moins cinq degrés de liaison dont trois degrés de liaison en translation,
 ladite structure mobile (5) étant liée à la plateforme (100) uniquement au moyen de la
- 30 chaîne cinématique formée uniquement par ledit mât (40) muni à sa première extrémité de ladite articulation passive (50) et à sa deuxième extrémité de ladite liaison passive (38),
 l'axe longitudinal dudit mât (40) formant un angle constant avec ladite structure mobile (5),

ledit sous-ensemble déplaçant selon trois degrés de liberté en translation ladite articulation passive (50) dudit sous-ensemble grâce à l'action desdits actionneurs (2) dudit sous-ensemble.

3. Robot parallèle selon l'une quelconque des précédentes revendications
 5 caractérisé en ce que le deuxième sous-ensemble comporte un prisme déformable (30, 31, 32) et une structure mobile (25), dotée d'un degré de liberté en translation et de deux degrés de liberté en rotation, mise en mouvement uniquement au moyen de trois actionneurs (22) dudit sous-ensemble agissant en parallèle sur ladite structure mobile (25), ledit prisme déformable (30, 31, 32) étant constitué d'au moins trois
 10 barres (30) de mêmes longueurs munies chacune à leurs deux extrémités d'une liaison angulaire passive (31, 32) respective dotée d'au moins deux degrés de liberté en rotation, toutes les liaisons angulaires passives (31, 32) d'une même extrémité desdites barres (30) formant une base respective dudit prisme déformable (30, 31, 32) et en ce que la plateforme (100) est liée à ladite structure mobile (25) uniquement au moyen dudit prisme
 15 déformable (30, 31, 32).

4. Robot parallèle selon l'une quelconque des précédentes revendications caractérisé en ce que le deuxième sous-ensemble comporte au moins un dispositif rotatif passif (41), constitué d'une liaison pivot passive, un prisme déformable (30, 31, 32) et une
 20 structure mobile (25), dotée d'un degré de liberté en translation et de deux degrés de liberté en rotation, mise en mouvement uniquement au moyen de trois actionneurs (22) dudit sous-ensemble agissant en parallèle sur ladite structure mobile (25), ledit prisme déformable (30, 31, 32) étant constitué d'au moins trois barres (30) de mêmes longueurs munies chacune à leurs deux extrémités d'une liaison angulaire passive (31, 32) respective dotée d'au moins deux degrés de liberté en rotation, toutes les liaisons angulaires
 25 passives (31, 32) d'une même extrémité desdites barres (30) formant une base respective dudit prisme déformable (30, 31, 32) et en ce que la plateforme (100) est liée à ladite structure mobile (25) uniquement au moyen de la chaîne cinématique constituée dudit prisme déformable (30, 31, 32) dont toutes les liaisons angulaires passives (31, 32) d'au moins l'une des bases dudit prisme déformable (30, 31, 32) sont solidaires de la partie fixe
 30 d'au moins un dit dispositif rotatif passif (41) respectif.

5. Robot parallèle selon l'une quelconque des précédentes revendications caractérisé en ce que le deuxième sous-ensemble comporte un prisme déformable (30, 31, 32) et une structure mobile (25), dotée d'un degré de liberté en translation, mise en mouvement uniquement au moyen d'au moins un actionneur (22) dudit sous-ensemble,

ledit prisme déformable (30, 31, 32) étant constitué d'au moins trois barres (30) de mêmes longueurs munies chacune à leurs deux extrémités d'une liaison angulaire passive (31, 32) respective dotée d'au moins deux degrés de liberté en rotation, toutes les liaisons angulaires passives (31, 32) d'une même extrémité desdites barres (30) formant une base
5 respective dudit prisme déformable (30, 31, 32) et en ce que la plateforme (100) est liée à ladite structure mobile (25) uniquement au moyen dudit prisme déformable (30, 31, 32).

6. Robot parallèle selon l'une quelconque des précédentes revendications caractérisé en ce que le deuxième sous-ensemble comporte au moins un dispositif rotatif passif (41), constitué d'une liaison pivot passive, un prisme déformable (30, 31, 32) et une
10 structure mobile (25), dotée d'un degré de liberté en translation, mise en mouvement uniquement au moyen d'au moins un actionneur (22) dudit sous-ensemble, ledit prisme déformable (30, 31, 32) étant constitué d'au moins trois barres (30) de mêmes longueurs munies chacune à leurs deux extrémités d'une liaison angulaire passive (31, 32) respective dotée d'au moins deux degrés de liberté en rotation, toutes les liaisons angulaires
15 passives (31, 32) d'une même extrémité desdites barres (30) formant une base respective dudit prisme déformable (30, 31, 32) et en ce que la plateforme (100) est liée à ladite structure mobile (25) uniquement au moyen de la chaîne cinématique constituée dudit prisme déformable (30, 31, 32) dont toutes les liaisons angulaires passives d'au moins l'une des bases dudit prisme déformable (30, 31, 32) sont solidaires de la partie fixe d'au
20 moins un dit dispositif rotatif passif (41) respectif.

7. Robot parallèle selon l'une quelconque des précédentes revendications caractérisé en ce que la structure mobile (5) d'au moins un sous-ensemble, dotée de deux degrés de liberté en rotation et d'un degré de liberté en translation, est mise en
25 mouvement, selon deux degrés de liberté en rotation et un degré de liberté en translation, uniquement au moyen de trois actionneurs (2), dudit sous-ensemble, agissant en parallèle sur ladite structure mobile (5), ladite structure mobile (5) dudit sous-ensemble étant liée à la base (1) uniquement au moyen de trois chaînes cinématiques comportant chacune un actionneur (2) respectif, desdits trois actionneurs dudit sous-ensemble, et deux éléments d'articulation passifs (4) respectifs équivalents à des liaisons pivot passives dont le total
30 du nombre de liaisons pivot passives équivalentes comprises dans lesdits deux éléments d'articulation passifs (4) respectifs, d'une même dite chaîne cinématique, est égal à quatre, la partie mobile de chacun desdits actionneurs (2) étant liée à ladite structure mobile (5) au moyen d'une branche cinématique passive respective comprenant au moins un élément de liaison passif (4) constitué d'un desdits deux éléments d'articulation passifs (4) d'une

dite chaîne cinématique respective et en ce que l'unique mât (40) liant ladite structure mobile (5) à la plateforme (100) est constitué d'une barre, la première extrémité dudit mât (40) étant liée à la plateforme (100) uniquement au moyen d'une articulation passive (50), dotée d'au moins deux degrés de liberté en rotation et d'au moins deux
 5 degrés de liaison en translation, et la deuxième extrémité dudit mât (40) étant liée à ladite structure mobile (5) uniquement au moyen d'une liaison passive (38) dotée d'au moins cinq degrés de liaison dont trois degrés de liaison en translation.

8. Robot parallèle selon l'une quelconque des précédentes revendications caractérisé en ce que la structure mobile (25) du deuxième sous-ensemble, dotée d'un
 10 degré de liberté en translation et de deux degrés de liberté en rotation, est mise en mouvement, selon deux degrés de liberté en rotation et un degré de liberté en translation, uniquement au moyen de trois actionneurs (22), dudit sous-ensemble, agissant en parallèle sur ladite structure mobile (25), la partie fixe de chacun desdits actionneurs (22) étant solidaire de la base (1), la partie mobile (23) de chacun desdits actionneurs (22)
 15 dudit sous-ensemble étant liée à ladite structure mobile (25) dudit sous-ensemble uniquement au moyen d'un élément de liaison passif (24) respectif équivalent à trois liaisons pivot et à une liaison prismatique passives, et en ce que ladite structure mobile (25) est liée à la plateforme (100) au moyen d'une chaîne cinématique passive comprenant au moins un prisme déformable (30, 31, 32).

20 9. Robot parallèle selon l'une quelconque des précédentes revendications caractérisé en ce que la structure mobile (25) du deuxième sous-ensemble, dotée d'un degré de liberté en translation et de deux degrés de liberté en rotation, est mise en mouvement, selon deux degrés de liberté en rotation et un degré de liberté en translation, uniquement au moyen de trois actionneurs (22), dudit sous-ensemble, agissant en
 25 parallèle sur ladite structure mobile (25), la partie fixe (22) de chacun desdits actionneurs (22) étant solidaire de la base (1), ladite structure mobile (25) étant liée à la partie mobile (23) du premier actionneur (22), desdits actionneurs dudit sous-ensemble, uniquement au moyen d'un élément de liaison passif (24) équivalent à deux liaisons pivot et à une liaison prismatique passives et en ce que ladite structure mobile (25) est liée à la
 30 partie mobile (23) du deuxième actionneur (22), desdits actionneurs dudit sous-ensemble, uniquement au moyen d'un élément de liaison passif (24) équivalent à trois liaisons pivot et à une liaison prismatique passives et en ce que la structure mobile (25) dudit sous-ensemble est liée à la partie mobile (23) du troisième actionneur (22), desdits actionneurs dudit sous-ensemble, uniquement au moyen d'un élément de liaison passif (24) équivalent

uniquement à un assemblage de liaisons pivot passives et en ce que ladite structure mobile (25) est liée à la plateforme (100) au moyen d'une chaîne cinématique passive comprenant au moins un prisme déformable (30, 31, 32).

10. Robot parallèle selon l'une quelconque des précédentes revendications

5 caractérisé en ce que la structure mobile (25) du deuxième sous-ensemble, dotée de deux degrés de liberté en rotation et d'un degré de liberté en translation, est mise en mouvement, selon deux degrés de liberté en rotation et un degré de liberté en translation, uniquement au moyen de trois actionneurs (22), dudit sous-ensemble, agissant en parallèle sur ladite structure mobile (25), ladite structure mobile (25) dudit sous-ensemble

10 étant liée à la base (1) uniquement au moyen de trois chaînes cinématiques comportant chacune un actionneur (22) respectif, desdits trois actionneurs dudit sous-ensemble, et deux éléments d'articulation passifs (24) respectifs équivalents à des liaisons pivot passives dont le total du nombre de liaisons pivot passives équivalentes comprises dans lesdits deux éléments d'articulation passifs (24) respectifs, d'une même dite chaîne

15 cinématique, est égal à quatre, la partie mobile (23) de chacun desdits actionneurs (22) étant liée à ladite structure mobile (25) au moyen d'une branche cinématique passive respective comprenant au moins un élément de liaison passif (24) constitué d'un desdits deux éléments d'articulation passifs (24) d'une dite chaîne cinématique respective et en ce que ladite structure mobile (25) est liée à la plateforme (100) au moyen d'une chaîne

20 cinématique passive comprenant au moins un prisme déformable (30, 31, 32).

11. Robot parallèle selon l'une quelconque des précédentes revendications caractérisé en ce que la plateforme (100) est liée à la structure mobile (5) d'au moins un sous-ensemble uniquement au moyen de la chaîne cinématique passive formée

25 uniquement par un mât (40), constitué d'une barre de longueur fixe, muni à sa première extrémité d'une seule articulation passive (50) dotée de trois degrés de liberté en rotation et d'un seul degré de liberté en translation, la deuxième extrémité dudit mât (40) étant solidaire de la structure mobile (5), ladite structure mobile (5), dotée de deux degrés de liberté en rotation et d'un degré de liberté en translation, étant mise en mouvement au moyen de trois actionneurs (2) agissant en parallèle.

2/10

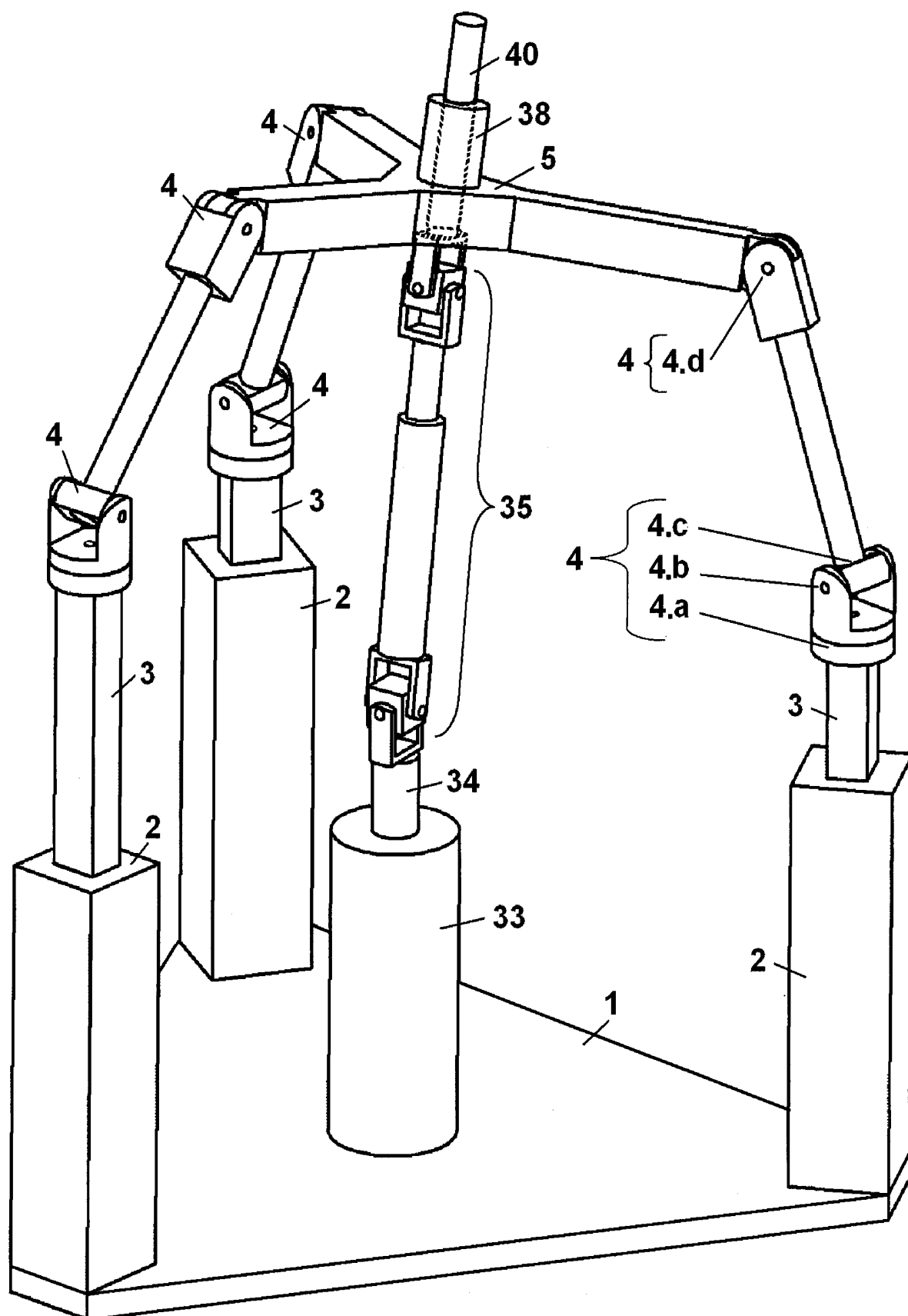


FIG.2

5/10

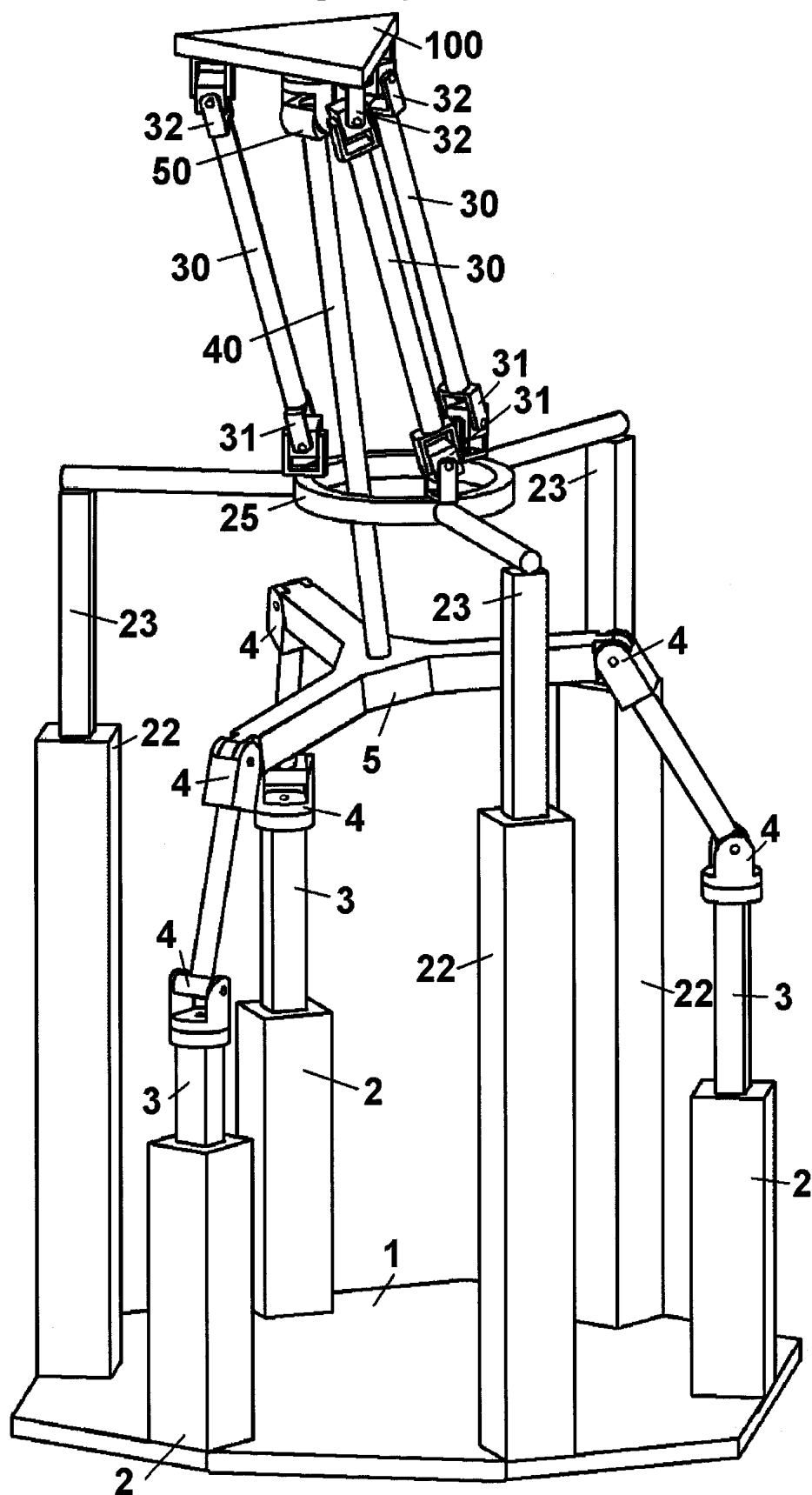


FIG.5

6/10

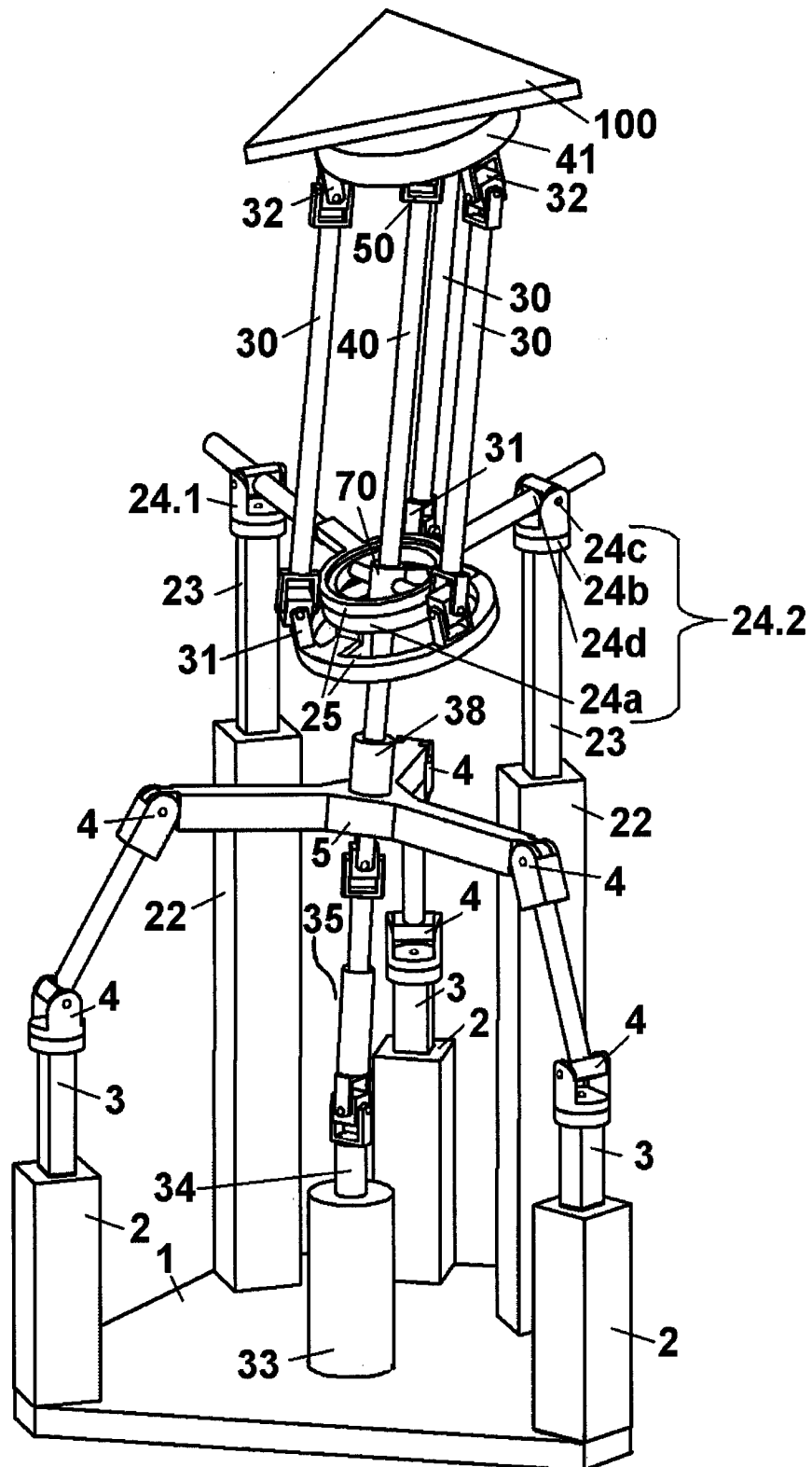


FIG. 6

7/10

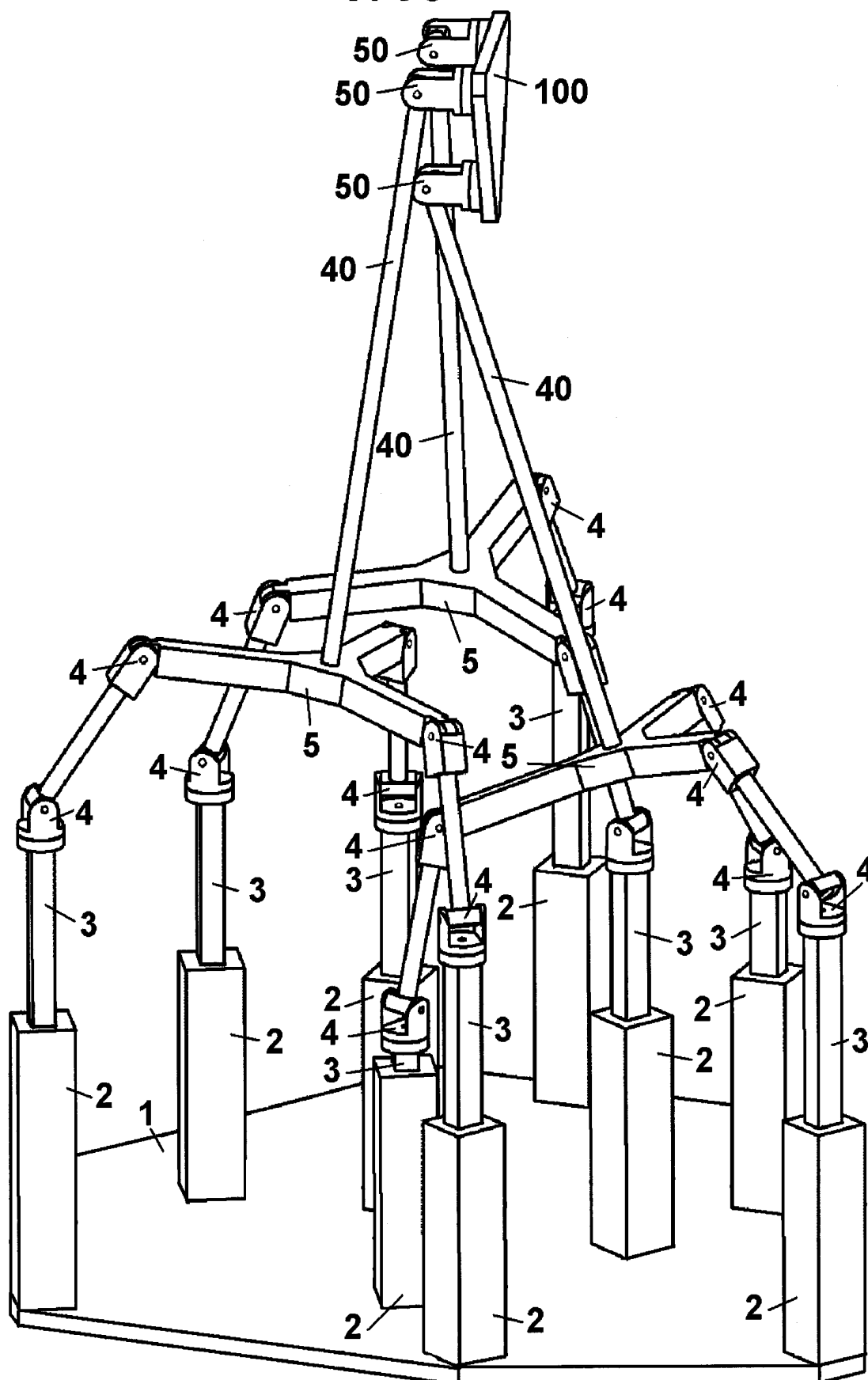
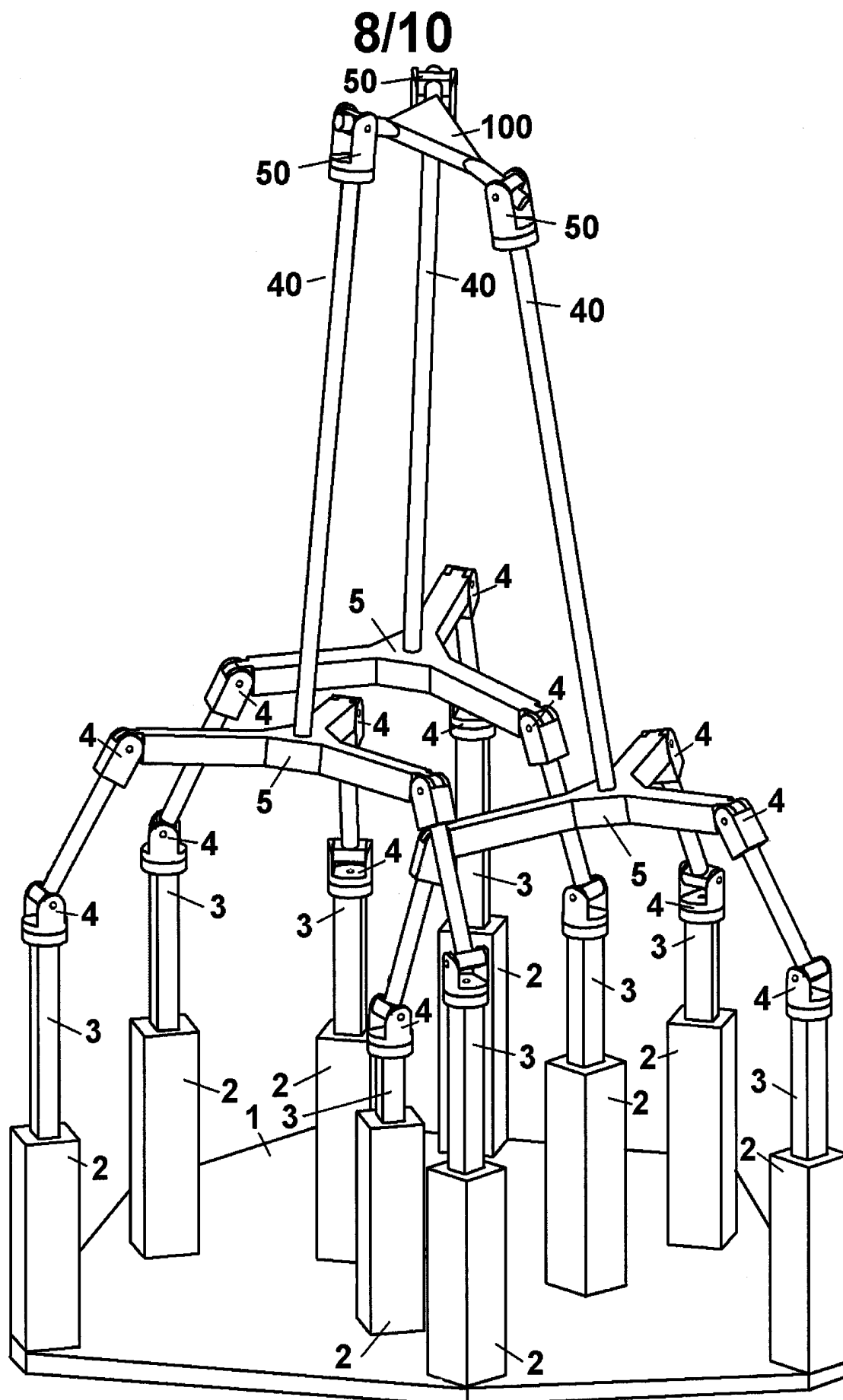


FIG. 7

**FIG.8**

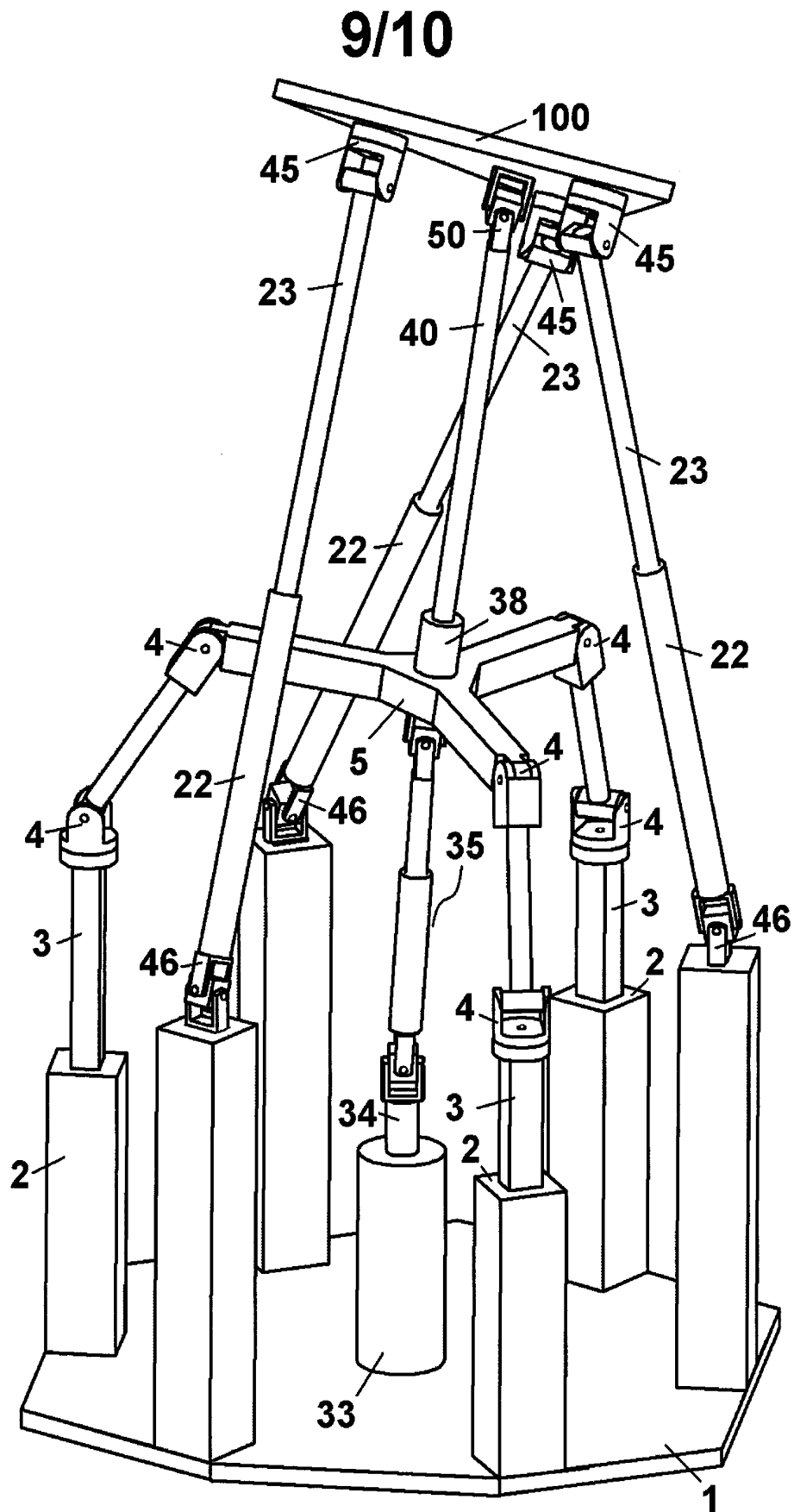
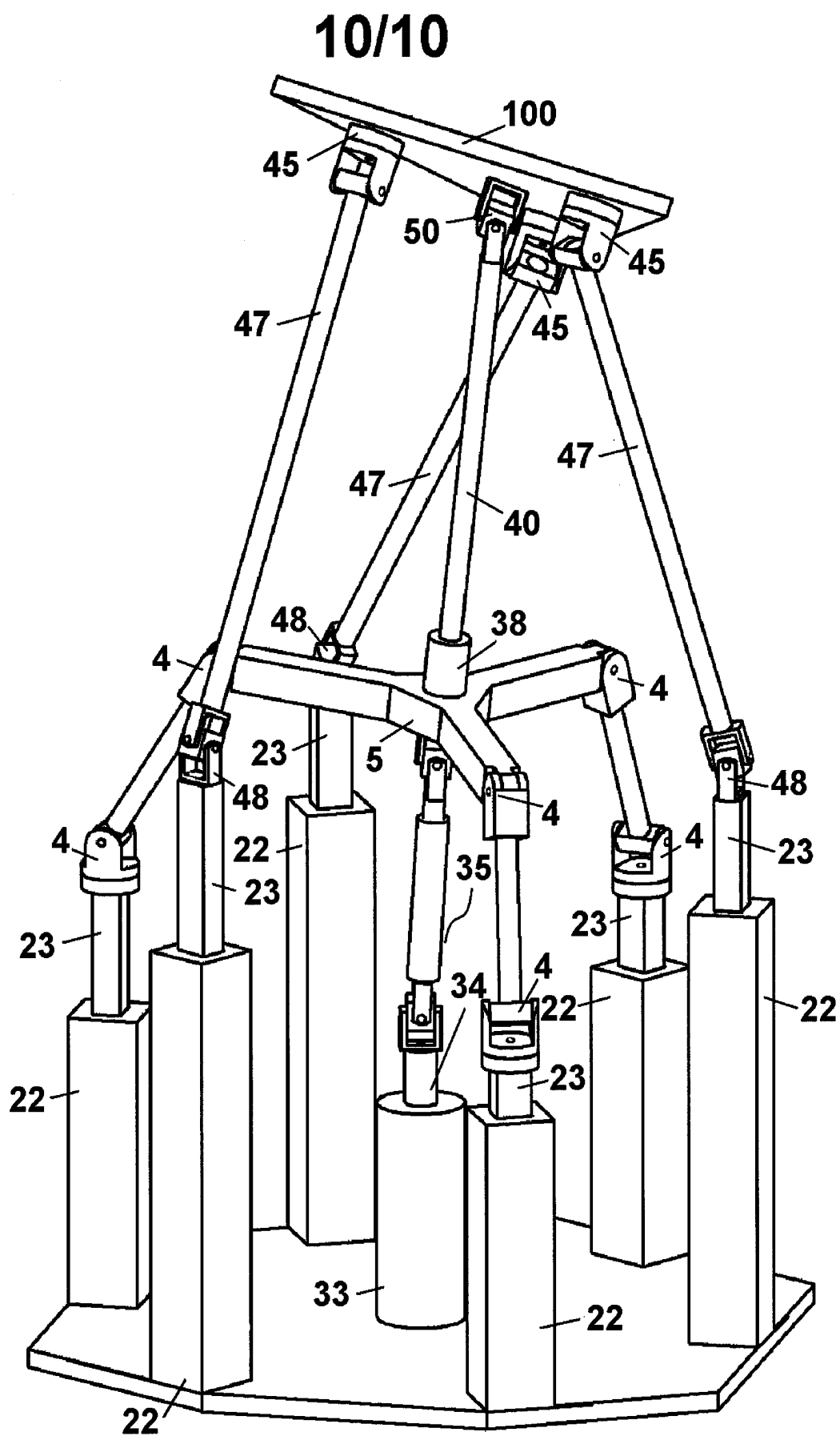


FIG.9





**RAPPORT DE RECHERCHE
PRÉLIMINAIRE**
établi sur la base des dernières revendications
déposées avant le commencement de la recherche

N° d'enregistrement
national

FA 733433
FR 1000903

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
A	US 6 497 548 B1 (ROY SHAMBHU NATH [US] ET AL) 24 décembre 2002 (2002-12-24) * abrégé; figure 4 *	1-11	B25J17/02 B25J18/04
A	DE 10 2004 058450 A1 (FRIEDRICH HARTMUT [DE]) 8 juin 2006 (2006-06-08) * abrégé; figure 1 *	1-11	
A	US 5 114 300 A (SHAHINPOOR MOHSEN [US] ET AL) 19 mai 1992 (1992-05-19) * abrégé; figure 1 *	1-11	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)
			B25J B23Q
		Date d'achèvement de la recherche	Examineur
		8 octobre 2010	Lumineau, Stéphane
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS		T : théorie ou principe à la base de l'invention	
X : particulièrement pertinent à lui seul		E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure.	
Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie		D : cité dans la demande	
A : arrière-plan technologique		L : cité pour d'autres raisons	
O : divulgation non-écrite		
P : document intercalaire		& : membre de la même famille, document correspondant	

EPO FORM 1503 12.99 (P04C14) 2

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 1000903 FA 733433**

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

Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du **08-10-2010**

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

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 6497548	B1	24-12-2002	US 2003053901 A1 US 6648583 B1	20-03-2003 18-11-2003

DE 102004058450	A1	08-06-2006	AUCUN	

US 5114300	A	19-05-1992	AUCUN	
