

①2 DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②2 Date de dépôt : 02.02.94.

③0 Priorité :

④3 Date de la mise à disposition du public de la demande : 04.08.95 Bulletin 95/31.

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) : DANEL TECHNOLOGY (société anonyme) — FR.

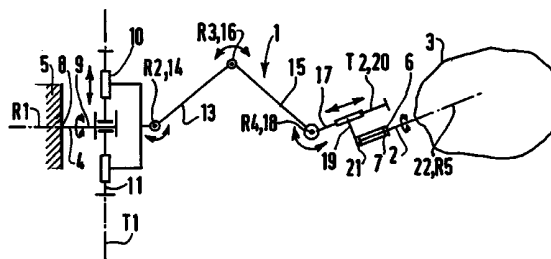
⑦2 Inventeur(s) : Danel François.

⑦3 Titulaire(s) :

⑦4 Mandataire : Bouju Derambure (Bugnion) SA.

⑤4 Dispositif de déplacement et de positionnement d'un élément dans l'espace.

⑤7 L'invention concerne un dispositif de déplacement et de positionnement d'un élément (2) destiné à évoluer dans l'espace dans un champ opératoire (3), du type comprenant au moins trois degrés de liberté en série par rapport à un bâti (5), un ou un ensemble de bras porteurs (13, 15) monté articulé sur le bâti (5) par une de ses parties extrêmes (4) et portant l'élément (2) à son autre partie extrême (6). Selon l'invention, le bras ou l'ensemble de bras-porteur (13, 15) est monté sur le bâti (5) par une première rotation (R1) autour d'un premier axe (9) orienté vers le champ opératoire (3) et par une translation (T1) d'axe (11) orthogonal à l'axe de rotation (9).



**DISPOSITIF DE DEPLACEMENT ET DE POSITIONNEMENT D'UN  
ELEMENT DANS L'ESPACE**

L'invention concerne un dispositif pour le déplacement et le positionnement d'un élément destiné à  
5 évoluer dans l'espace dans un champ opératoire, du type comprenant au moins trois degrés de liberté en série, par rapport à un support.

On connaît déjà de nombreux dispositifs de ce type, par exemple les bras de robots industriels. Un tel  
10 dispositif est généralement constitué d'un membre porteur monté articulé sur le support par une de ses extrémités et portant ledit élément à son autre extrémité. En général, le membre porteur comporte trois axes principaux définissant trois degrés de liberté, et l'orientation dudit élément est  
15 généralement réalisé par un poignet formant l'articulation par rapport au membre porteur, et qui comporte également trois degrés de liberté, généralement des rotations.

Dans cette configuration classique d'un bras de robot articulé, généralement calqué sur la morphologie humaine,  
20 le poignet porté par le membre porteur est extrêmement complexe, onéreux et généralement encombrant du seul fait de la présence indispensable des trois degrés de liberté localisés à cet endroit. Or, l'encombrement dans l'espace du poignet et de la main limite les possibilités de travail  
25 et, plus généralement les performances du dispositif. Dans le même sens, une masse importante portée à l'extrémité libre de ce dispositif en forme de bras articulé limite les performances en vitesse et en accélération.

Ce souci de disposer d'un champ opératoire dégagé  
30 autour de la main et de l'outil du dispositif se présente de façon particulièrement accrue pour les applications dans lesquelles l'élément est destiné à évoluer dans une zone localisée et circonscrite bien définie, ainsi que dans les applications où le dispositif est destiné à évoluer en

coopération directe avec des opérateurs humains pour constituer par exemple un robot d'aide à la manipulation ou aux gestes humains. Tel est plus particulièrement le cas dans le domaine biomédical et chirurgical, notamment neuro-  
5 chirurgical.

L'invention vise donc de façon générale à proposer un dispositif de déplacement et de positionnement d'un élément dans l'espace du type à moins trois degrés de liberté en série, qui ne comporte pas de poignet sophistiqué et  
10 encombrant.

L'invention a également pour objet de proposer un tel dispositif dont la portion d'extrémité portant l'outil de travail est extrêmement simplifiée et peu encombrante.

L'invention a également pour objet de proposer un tel  
15 dispositif susceptible de pouvoir être utilisé en coopération directe et permanente avec les opérateurs humains, par exemple pour l'aide à la manipulation.

L'invention a également pour objet de proposer un tel dispositif permettant de réaliser un système robotisé  
20 destiné aux opérations biomédicales ou chirurgicales, et plus particulièrement neuro-chirurgicales.

Pour ce faire, l'invention propose un tel dispositif caractérisé en ce que le bras ou l'ensemble de bras - porteur est monté sur le bâti par une première rotation  
25 autour d'un premier axe orienté vers le champ opératoire et par une translation d'axe orthogonal à l'axe de rotation.

On a constaté, contrairement aux configurations généralement utilisées et au préjugé général antérieur, que le seul fait de prévoir un tel premier axe de rotation et  
30 un axe de translation orthogonal au premier axe de rotation entre le ou les bras et le bâti, permet de s'affranchir de l'utilisation d'un poignet conventionnel, c'est à dire d'une liaison à au moins trois degrés de liberté en rotation. Dès lors, l'extrémité libre du ou des bras

porteur et son association avec les moyens support de l'élément peuvent être simplifiées évitant ainsi les fausses manipulations, diminuant les imprécisions et augmentant la rigidité générale de l'ensemble, le tout avec  
5 un encombrement largement diminué par rapport à l'art antérieur.

Selon l'invention, l'élément est destiné à évoluer dans un champ opératoire localisé et circonscrit de façon prédéterminée et présentant au moins un axe de symétrie,  
10 notamment dans un champ opératoire biomédical, chirurgical ou neuro-chirurgical, et le dispositif est caractérisé en ce que le premier axe de rotation est orienté selon un axe de symétrie du champ opératoire. Ledit axe de translation est au moins sensiblement orthogonal à la direction  
15 générale entre le bâti et le champ opératoire.

L'invention concerne également plus particulièrement un robot médical, biomédical, chirurgical ou neuro-chirurgical constitué d'un tel dispositif.

L'invention concerne également un tel dispositif  
20 comportant en combinaison tout ou partie des caractéristiques mentionnées ci-dessus ou ci-après.

D'autres avantages et caractéristiques de l'invention apparaîtront à la lecture de la description suivante d'un mode de réalisation préférentiel de l'invention qui se  
25 réfère aux figures annexées dans lesquelles :

- La figure 1 est un schéma illustrant la cinématique d'un dispositif selon l'invention

- Les figures 2 et 3 sont des vues schématiques en perspective du mode de réalisation du dispositif selon  
30 l'invention selon deux positions différentes.

L'invention concerne un dispositif 1 de déplacement de positionnement d'un élément 2 destiné à évoluer dans l'espace d'un champ opératoire 3.

Le dispositif 1 est monté par une de ses parties extrêmes 4 sur un bâti 5.

A son autre partie extrême opposée 6, le dispositif comporte ou supporte l'élément 2 à demeure ou non, 5 directement ou indirectement, au moyen d'organes de fixation amovibles, d'une platine ou tout autre moyen de support 7.

Le dispositif 1 comprend, à partir de sa partie extrême 4 et jusqu'à sa partie extrême opposée 6, la 10 succession d'organes qui est maintenant décrite, ces organes étant agencés entre eux pour définir des axes de déplacement tels que le dispositif 1 présente au moins trois degrés de liberté motorisés.

Une platine 8 formant la partie extrême 4 est montée 15 sur le bâti 5 de manière à pouvoir pivoter de façon relative autour d'un premier axe de rotation 9 (définissant ainsi une première rotation R1).

L'axe 9 est orienté vers le champ opératoire 3, notamment selon son axe principal ou de symétrie.

20 Sur la platine 8 est monté un chariot 10 de manière à pouvoir coulisser sur une certaine course et de façon relative le long d'un premier axe de translation 11 (définissant ainsi une première translation T1).

Les axes 9 et 11 sont perpendiculaires et sécants. 25 L'axe 11 s'étend essentiellement dans une direction orthogonale ou transversale à celle définie par l'élément 2 et le bâti 5.

L'ensemble 8, 9, 10, 11 forme une articulation du dispositif 1 au bâti 5.

30 Sur le chariot 10, et notamment sur une oreille 12 de celui-ci perpendiculaire à l'axe 11, est monté par sa première partie extrême, un premier bras 13, de manière à pouvoir pivoter de façon relative autour d'un deuxième axe de rotation 14 (définissant une deuxième rotation R2).

L'axe 14 est orthogonal à l'axe 9. En particulier, les axes 9 et 14 sont perpendiculaires et sécants, l'axe 14 étant parallèle à l'axe 11.

5 Sur le premier bras 13 et à sa seconde partie extrême est monté, par sa première partie extrême, un second bras 15 de manière à pouvoir pivoter, de façon relative, autour d'un troisième axe de rotation 16 (définissant une troisième rotation R3).

L'axe 16 est parallèle à l'axe 14.

10 Sur la seconde partie extrême du second bras 15 est montée une première pièce de maintien 17 de manière à pouvoir pivoter de façon relative, autour d'un quatrième axe de rotation 18 (définissant une quatrième rotation R4).

L'axe 18 est parallèle aux axes 14 et 16.

15 Sur la première pièce de maintien 17 est montée une deuxième pièce de maintien 19 de manière à pouvoir coulisser, sur une certaine course et de façon relative, le long d'un deuxième axe de translation 20 (définissant une deuxième translation T2).

20 L'axe 20 est orthogonal, notamment perpendiculaire, à l'axe 18.

Sur la deuxième pièce de maintien 19 est montée une troisième pièce de maintien 21, de manière à pouvoir pivoter, de façon relative autour d'un cinquième axe de rotation 22 (définissant une cinquième rotation R5).

L'axe 22 est parallèle à l'axe 20 mais écarté transversalement de lui.

Les trois pièces de maintien 17, 19, 21 forment, ensemble, une tête terminée par les moyens support 7 donc  
30 par l'élément 2.

La cinquième rotation R5 correspond à celle propre de l'élément 2. Elle est prévue pour autant que nécessaire.

L'invention est particulièrement avantageuse et plus spécifiquement applicable dans le cas où le champ

opérateur 3 présente une certaine symétrie axiale ou sphérique. Dans ce cas, l'axe 9 de la rotation R1 est orienté pour correspondre à un axe de symétrie principal du champ opératoire 3. Les déplacements de l'élément 2 peuvent  
5 être ainsi réalisés de façon symétrique avec une grande précision et permettent de choisir des orientations des bras 13, 15 et des moyens support 7 en vue d'optimiser l'accessibilité au champ opératoire.

Les figures 2 et 3 représentent selon deux  
10 orientations différentes un mode de réalisation de l'invention pour une application neuro-chirurgicale. La tête du patient est insérée dans une bride 23 cylindrique de révolution. L'axe 9 de la première rotation R1 est aligné selon l'axe de symétrie de cette bride 23. Cet axe 9  
15 est donc globalement orienté suivant l'axe principal du corps du malade à opérer, celui-ci étant supposé allongé horizontalement.

Les rotations R1, R2, R4, R5, et les translations T1 et T2 peuvent être réalisées de façon connue en soi ou à la  
20 portée de l'homme du métier par des servo-moteurs de haute précision commandés par commande numérique. L'architecture du dispositif selon l'invention permet en particulier d'utiliser des éléments identiques particulièrement simples, notamment pour les rotations R2, R3, R4.

25 Ainsi, l'invention concerne plus particulièrement un robot neuro-chirurgical comprenant des bras porteurs 13, 15 caractérisé en ce que l'articulation de ces bras porteurs 13, 15 au bâti fixe 5 comporte une rotation R1 d'axe 9. Un tel robot facilite et sécurise grandement le travail du  
30 chirurgien dans les opérations complexes requérant à la fois une grande précision et une accessibilité permanente du champ opératoire 3.

**REVENDEICATIONS**

1. Dispositif de déplacement et de positionnement d'un élément (2) destiné à évoluer dans l'espace dans un  
5 champ opératoire (3), du type comprenant au moins trois degrés de liberté en série par rapport à un bâti (5), un ou un ensemble de bras porteurs (13, 15) monté articulé sur le bâti (5) par une de ses parties extrêmes (4) et portant l'élément (2) à son autre partie extrême (6), caractérisé  
10 en ce que le bras ou l'ensemble de bras-porteur (13, 15) est monté sur le bâti (5) par une première rotation (R1) autour d'un premier axe (9) orienté vers le champ opératoire (3) et par une translation (T1) d'axe (11) orthogonal à l'axe de rotation (9).

15 2. Dispositif selon la revendication 1 caractérisé en ce que l'axe de translation (11) est perpendiculaire au premier axe de rotation (9).

3. Dispositif selon l'une des revendications 1 et 2 caractérisé en ce que le premier axe de rotation (9) est  
20 orienté selon un axe de symétrie du champ opératoire (3).

4. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 3 caractérisé en ce que l'axe de translation (11) est porté par le premier axe de rotation (9).

5. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 4  
25 caractérisé en ce que le bras ou l'ensemble de bras porteurs (13, 15) est monté sur le bâti (5) par une seconde rotation (R2) autour d'un second axe de rotation (14) orthogonal au premier axe de rotation (9).

6. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 5  
30 caractérisé en ce que le bras ou l'ensemble de bras porteurs (13, 15) comporte des moyens supports (7) portant l'élément (2), qui sont articulés au bras ou l'ensemble de bras porteur (13, 15) par une rotation (R4) d'axe (18) orthogonal au premier axe de rotation (9).



7. Dispositif selon la revendication 6 caractérisé en ce que les moyens supports (7) comportent un axe de translation (20) de l'élément (2) orthogonal à l'axe de rotation (18).

5 8. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 7 caractérisé en ce qu'il comporte un premier bras (13) articulé au bâti (5), et un second bras (15) articulé au premier bras (13) et aux moyens support (7) portant l'élément (2).

10 9. Dispositif selon la revendication 8 caractérisé en ce que les deux bras (13, 15) sont articulés entre eux par une rotation (R3) d'axe (16) orthogonal au premier axe de rotation (9).

15 10. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, caractérisé en ce que les axes de rotation 9, 14, 16 et 18 sont parallèles.

20 11. Robot médical, biomédical ou chirurgical, notamment neuro-chirurgical, caractérisé en ce qu'il est constitué d'un dispositif selon l'une des revendications 1 à 10.

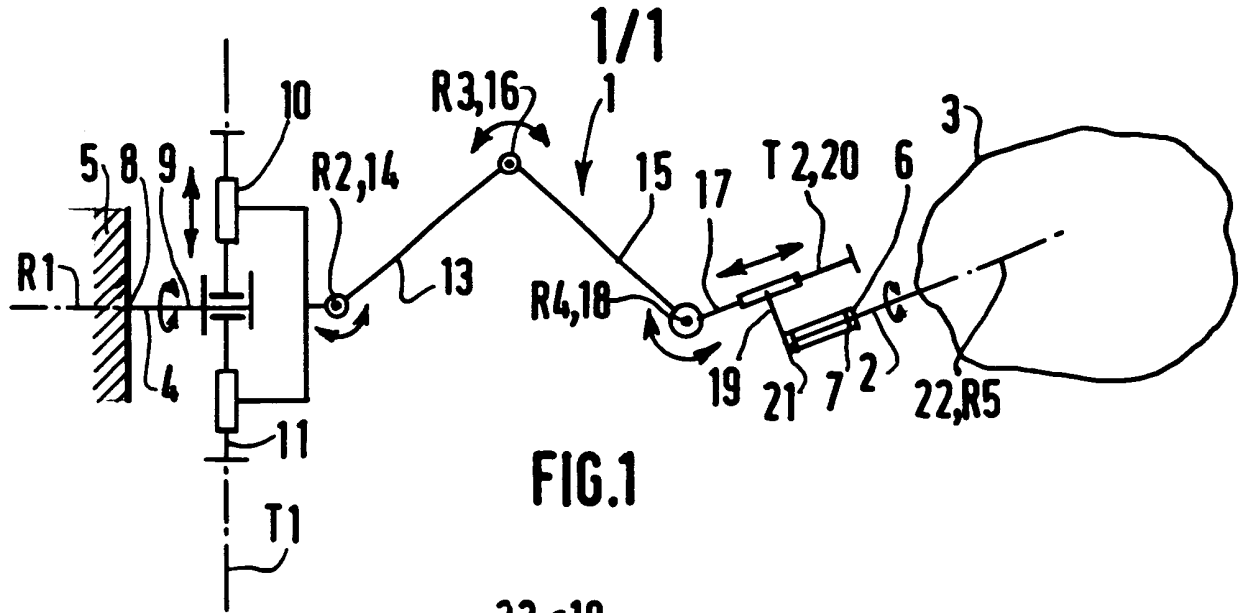


FIG. 1

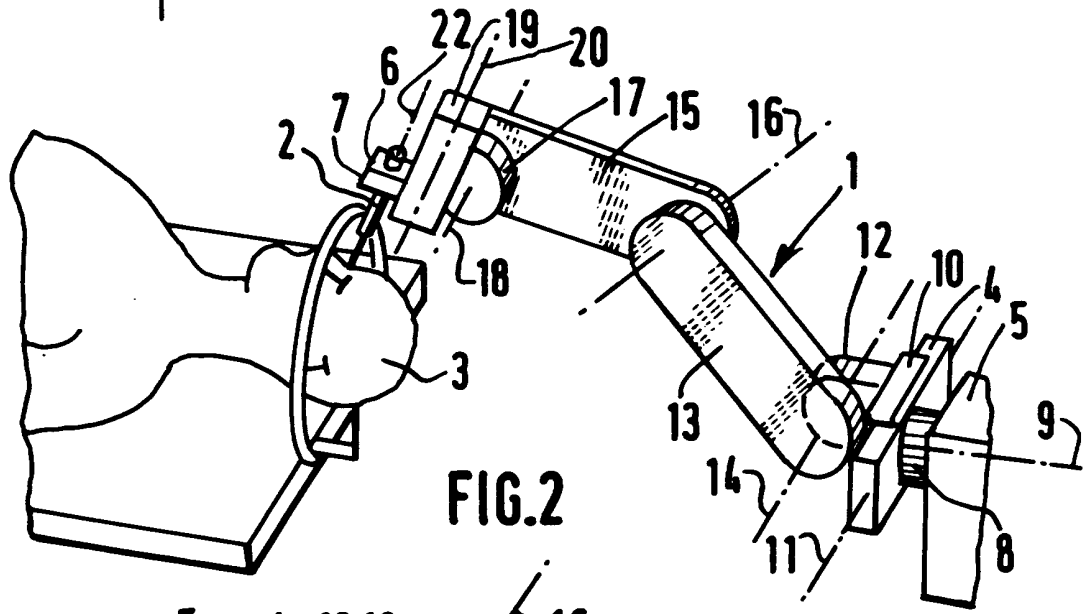


FIG. 2

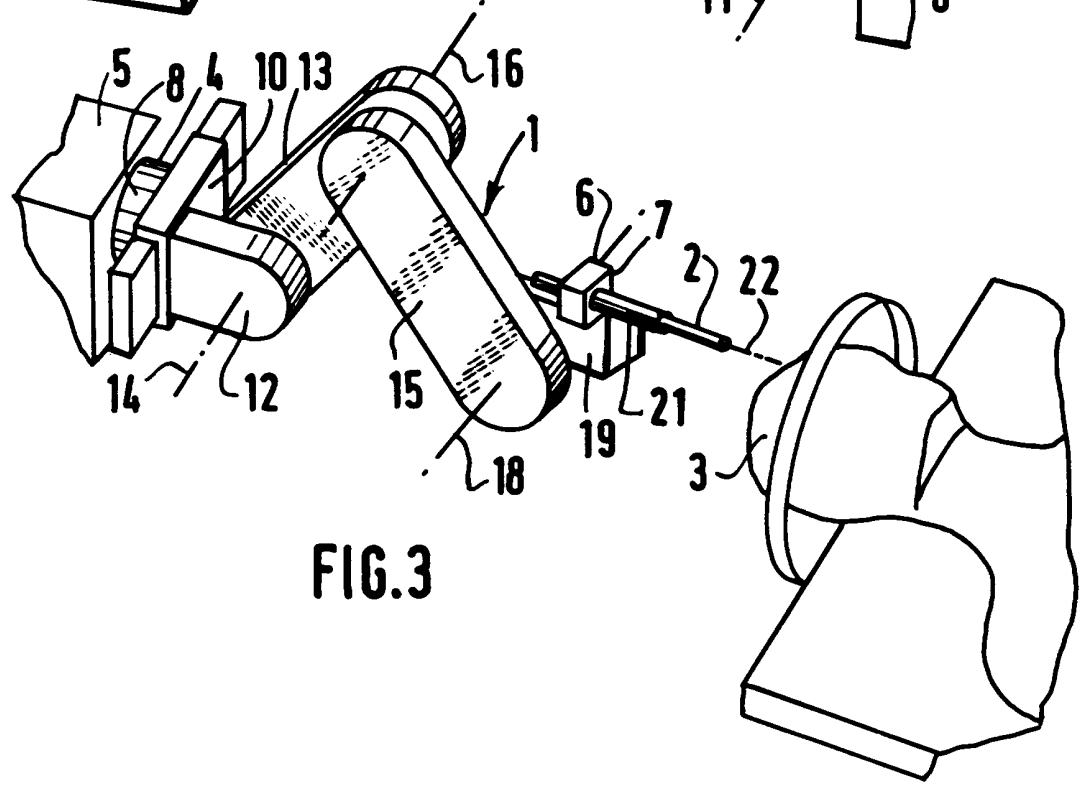


FIG. 3

INSTITUT NATIONAL  
de la  
PROPRIETE INDUSTRIELLE

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

N° d'enregistrement  
national

FA 495854  
FR 9401163

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		Revendications concernées de la demande examinée
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	
X	DE-A-38 17 833 (FRAUNHOFER)  * colonne 3, ligne 7 - colonne 4, ligne 17 * * colonne 4, ligne 41 - ligne 44 *	1,2,4-6, 8-10
Y	---	3,7,11
Y	REVUE GENERALE DE L'ELECTRICITE, no.11, 1984, PARIS FR pages 747 - 751 DIAZ 'MICROMANIPULATEURS STEREOTAXIQUES DANS LE DOMAINE CHIRURGICAL' * page 749, ligne 1 - page 750, ligne 1 *	3,7,11
A	US-A-5 279 309 (TAYLOR)  * colonne 9, ligne 11 - colonne 12, ligne 34 *	1,3-6, 8-11
A	US-A-5 078 140 (KWOH) * colonne 3, ligne 48 - colonne 4, ligne 3 * * colonne 5, ligne 18 - ligne 40 * * colonne 7, ligne 11 - ligne 18 *	1,6-11
		DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.Cl.5)
		B25J A61B
Date d'achèvement de la recherche		Examineur
26 Septembre 1994		Lammineur, P
<p><b>CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES</b></p> <p>X : particulièrement pertinent à lui seul  Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie  A : pertinent à l'encontre d'au moins une revendication ou arrière-plan technologique général  O : divulgation non-écrite  P : document intercalaire</p> <p>T : théorie ou principe à la base de l'invention  E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure.  D : cité dans la demande  L : cité pour d'autres raisons  .....  &amp; : membre de la même famille, document correspondant</p>		

1

EPO FORM 1503 03.82 (POMC13)