



(12)

CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: **a 2015 00191**

(22) Data de depozit: **13/03/2015**

(41) Data publicării cererii:
30/09/2016 BOPI nr. **9/2016**

(71) Solicitant:
• **UNIVERSITATEA TEHNICĂ DIN
CLUJ-NAPOCA, STR.MEMORANDUMULUI
NR.28, CLUJ-NAPOCA, CJ, RO**

(72) Inventatori:
• **PLITEA NICOLAE, STR.MOISE NICOARĂ
NR.18, CLUJ-NAPOCA, CJ, RO;**
• **PÎSLĂ DOINA LIANA, STR.HAȚEG
NR.26/7, CLUJ-NAPOCA, CJ, RO;**
• **VAIDA LIVIU CĂLIN, STR. TEILOR NR.10,
SC.2, AP.21, FLOREȘTI, CJ, RO;**

• **GHERMAN BOGDAN GEORGE,
STR. HELTAI GAȘPAR NR. 70,
CLUJ-NAPOCA, CJ, RO;**
• **TUCAN PAUL GEORGE MIHAI,
STR. PRINCIPALĂ NR. 30, SAT VĂLENI,
COMUNA CĂIANU, CJ, RO;**
• **GOVOR CĂLIN ADRIAN,
STR. DRAGALINA NR. 24, D7/12, ZALĂU,
SJ, RO;**
• **COVACIU FLORIN, STR. PRINCIPALĂ
NR. 591, COMUNA SUSENI, MS, RO**

(54) **FAMILIE DE ROBOȚI PARALELI PENTRU BIOPSIA TRANSPERINEALĂ A PROSTATEI**

(57) Rezumat:

Invenția se referă la o familie de roboți paraleli, pentru realizarea ecoghidată a biopsiei transperineale a prostatei. Familia conform invenției este alcătuită din trei roboți (1, 81 și 161) având, fiecare, câte două module (2 și 3, 82 și 83, 162 și 163) montate pe un batiu (6), fiecare modul (2 și 3, 82 și 83, 162 și 163) pentru ghidarea unei sonde (4, 84 și 164) ecografice și, respectiv, a acului unui pistol (5, 85 și 165) de biopsie, având cinci grade de mobilitate, permițând poziționarea în spațiu a sondei (4, 84 și 164) ecografice, respectiv, a acului pistolului (5, 85 și 165) de biopsie, și orientarea acestuia în jurul a două axe, suprimând doar mișcarea de rotație care nu este necesară.

Revendicări: 8

Figuri: 9

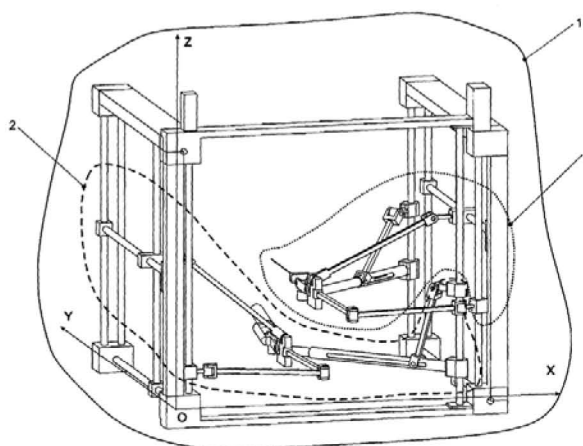


Fig. 1

Cu începere de la data publicării cererii de brevet, cererea asigură, în mod provizoriu, solicitantului, protecția conferită potrivit dispozițiilor art.32 din Legea nr.64/1991, cu excepția cazurilor în care cererea de brevet de invenție a fost respinsă, retrasă sau considerată ca fiind retrasă. Întinderea protecției conferite de cererea de brevet de invenție este determinată de revendicările conținute în cererea publicată în conformitate cu art.23 alin.(1) - (3).



FAMILIE DE ROBOȚI PARALELI PENTRU BIOPSIA TRANSPERINEALĂ A PROSTATEI

Invenția se referă la o **familie de roboți paraleli pentru biopsia transperineală a prostatei**, fiecare alcătuit din două module (roboți), unul destinat poziționării și orientării sondei ecografice, iar celălalt poziționării și orientării pistolului de biopsie, care lucrează împreună, având același sistem de coordonate. Fiecare modul (pentru poziționarea sondei, respectiv a acului) are cinci grade de mobilitate, permițând poziționarea în spațiu a efectorului final – sonda ecografică, respectiv acul pistolului de biopsie și orientarea acestuia în jurul a două axe, fiind suprimată doar mișcarea de rotație proprie care nu este necesară în aceste aplicații. Fiecare din modulele (roboții) menționate este alcătuit la rândul său din două lanțuri cinematice (mecanisme) de ghidare a platformei mobile pe care este fixat efectorul final (sonda sau acul). Astfel, se obține o rigiditate și precizie îmbunătățite față de roboții seriali, îmbunătățind totodată și performanțele dinamice și asigurând un număr minim de elemente mobile ale structurii robotizate.

Este cunoscut sistemul robotic pentru biopsia transperineală a prostatei, brevet US2009/0030339 A1 format dintr-un sistem de ghidare și inserare a sondei transrectale de prelevare imagistică și un sistem de ghidare a acului pentru prelevarea probei biologice. Cele două sisteme sunt montate pe o platformă cu 5 GDL.

Dezavantajul sistemului constă în faptul că modulul de inserție al acului pentru biopsie este operat manual sistemul oferind doar o ghidare a pistolului de biopsie, proba biologică trebuie recoltată manual.

Un alt sistem robotizat de execuție a biopsiei prostatei este PNEUSTEP, brevet WO2014/058833 A1 și constă într-o platformă mobilă acționată prin motoare pneumatice speciale pentru a opera sub mașina de prelevare imagistică prin rezonanță magnetică. Platforma are 3 GDL pentru poziționarea sondei TRUS și pentru inserarea acului de prelevare a probei biologice. Sistemul este limitat la execuția biopsiei prostatice transrectale, inserția acului făcându-se prin canalul de ghidare al sondei TRUS.

Printre sistemele robotice de execuție a puncției biopsie prostatică se mai numără și robotul de ghidare a sondei ecografice pentru prelevarea transrectală a probei biologice, brevet WO2013/155156 A1.

Acest sistem este constituit dintr-un braț robotizat cu trei GDL pentru ghidarea sondei ecografice, prelevarea materialului pentru analiză făcându-se prin canalul de inserție a acului, special creat în structura sondei.

Structura este limitată la execuția biopsiilor transrectale, iar precizia este limitată din cauza structurii seriale de poziționare.

Problema tehnică rezolvată cu ajutorul prezentei propunerii de invenție constă în realizarea unei familii de roboți paraleli cu ajutorul cărora să se realizeze procedura de biopsie transperineală a prostatei. Lanțurile cinematice propuse pentru a fi utilizate în realizarea roboților vor asigura o rigiditate și dexteritate crescută atât a sondei ecografice cât și a pistolului de biopsie (și implicit a acului), aducând avantaje însemnate față de structurile robotice prezentate anterior în domeniul biopsiei prostatei realizate robotic.

Aplicația specifică a familiei de roboți propuse în cadrul prezentei invenții o reprezintă realizarea procedurii de biopsie transperineală a prostatei și anume: prelevarea de țesut presupus tumoral din prostată, cu ajutorul unui pistol de biopsie, cu penetrarea țesutului uman prin zona perineală, pe o traiectorie liniară între punctul de inserție și punctul țintă din prostată, urmărită cu ajutorul unei sonde ecografice endorectale.

Familia de roboți propusă în acest brevet prezintă o structură modulară, cu o precizie și rigiditate îmbunătățite față de cele existente (în speță cele seriale), permițând o poziționare și orientare a sondei ecografice endorectale precum și a acului de biopsie astfel încât să se poată preleva cu ușurință probe de țesut, cu evitarea riscului de lezare a organelor sensibile din zona prostatei. Un avantaj al structurilor propuse îl reprezintă faptul că se folosesc doar cuple active de translație, astfel asigurând un plus de precizie în poziționare și o rigiditate crescută.

Aționarea roboților propuși se poate realiza fie cu ajutorul unor motoare rotative poziționate pe batiul robotului sau a unor motoare liniare care se deplasează pe căi de rulare fixe, care pot fi considerate ca părți componente ale batiului, astfel reducându-se la minimum numărul și greutatea elementelor aflate în mișcare.

Toate structurile robotice propuse au cinci grade de mobilitate și sunt de familia F=1 conținând un număr de cinci cuple active (motoare) și un număr de cuple pasive, prin intermediul cărora se asigură poziționarea și orientarea acului de biopsie.

Se prezintă în continuare mai multe figuri care exemplifică modul de realizare al invenției:

Figura 1 – reprezintă schema cinematică a robotului BIO-PROS-1 cu zece grade de mobilitate format din două module, fiecare cu câte 5 grade de mobilitate, primul, 2, pentru ghidarea sondei ecografice endorectale, iar cel de-al doilea, 3, pentru ghidarea pistolului (acului) de biopsie;

Figura 2 – reprezintă schema cinematică a modulului 2 a robotului paralel cu zece grade de mobilitate BIO-PROS-1, având două lanțuri de ghidare a platformei, având cuplele active q_1, q_2, q_3, q_4, q_5 grupate în două mecanisme active, primul, notat cu 7 având trei grade de mobilitate și trei cuple active, și al doilea, notat cu 8 și având trei grade de mobilitate și două cuple active, lucrând în coordonate cilindrice;

Figura 3 – reprezintă schema cinematică a modulului 3 a robotului paralel cu zece grade de mobilitate BIO-PROS-1, având două lanțuri de ghidare a platformei, având cuplele active $q'_1, q'_2, q'_3, q'_4, q'_5$ grupate în două mecanisme active, primul, notat cu 44 având trei grade de mobilitate și trei cuple active, și al doilea, notat cu 45 și având trei grade de mobilitate și două cuple active, lucrând în coordonate cilindrice;

Figura 4 – reprezintă schema cinematică a robotului BIO-PROS-2 cu zece grade de mobilitate format din două module, fiecare cu câte 5 grade de mobilitate, primul, 81, pentru ghidarea sondei ecografice endorectale, iar cel de-al doilea, 82, pentru ghidarea pistolului (acului) de biopsie;

Figura 5 – reprezintă schema cinematică a modulului 81 a robotului paralel cu zece grade de mobilitate BIO-PROS-2, având două lanțuri de ghidare a platformei, având cuplele active q_1, q_2, q_3, q_4, q_5 grupate în două mecanisme active, primul, notat cu 86 având trei grade de mobilitate și trei cuple active, și al doilea, notat cu 87 și având trei grade de mobilitate și două cuple active, lucrând în coordonate cilindrice;

Figura 6 – reprezintă schema cinematică a modulului 82 a robotului paralel cu zece grade de mobilitate BIO-PROS-2, având două lanțuri de ghidare a platformei, având cuplele active $q'_1, q'_2, q'_3, q'_4, q'_5$ grupate în două mecanisme active, primul, notat cu 123 având trei grade de mobilitate și trei cuple active, și al doilea, notat cu 124 și având trei grade de mobilitate și două cuple active, lucrând în coordonate cilindrice;

Figura 7 – reprezintă schema cinematică a robotului BIO-PROS-3 cu zece grade de mobilitate format din două module, fiecare cu câte 5 grade de mobilitate, primul, 162, pentru ghidarea sondei ecografice endorectale, iar cel de-al doilea, 163, pentru ghidarea pistolului (acului) de biopsie;

Figura 8 – reprezintă schema cinematică a modulului 162 a robotului paralel cu zece grade de mobilitate BIO-PROS-3, având două lanțuri de ghidare a platformei, având cuplele active q_1, q_2, q_3, q_4, q_5 grupate în două mecanisme active, primul, notat cu 167 având trei

grade de mobilitate și trei cuple active, și al doilea, notat cu 168 și având trei grade de mobilitate și două cuple active, lucrând în coordonate cilindrice;

Figura 9 – reprezintă schema cinematică a modului 163 a robotului paralel cu zece grade de mobilitate BIO-PROS-3, având două lanțuri de ghidare a platformei, având cuplele active $q'_1, q'_2, q'_3, q'_4, q'_5$ grupate în două mecanisme active, primul, notat cu 213 având trei grade de mobilitate și trei cuple active, și al doilea, notat cu 214 și având trei grade de mobilitate și două cuple active, lucrând în coordonate cilindrice;

Sunt prezentate în continuare trei structuri robotice făcând parte din **familia de roboți paraleli pentru biopsia transperineală a prostatei.**

Primul robot destinat biopsierii transperineale a prostatei, 1, numit de acum **BIO-PROS-1**, conform invenției este alcătuit (conform figurii 1) din două module (structuri robotice care lucrează împreună, având un sistem comun de coordonate și fiind montate pe același batiu): modulul 2 pentru ghidarea sondei ecografice endorectale 4 și modulul 3 pentru ghidarea pistolului de biopsie 5. Ambele structuri cinematice (2 și 3) sunt montate pe un suport (batiul 6).

Primul modul al robotului BIO-PROS-1 (figura 1), cel pentru ghidarea sondei ecografice endorectale 4, este la rândul său alcătuit din două mecanisme (module) paralele: primul, 7, având trei grade de mobilitate, iar al doilea, 8, având tot trei grade de mobilitate, ambele realizând mișcări de translație prin a căror combinare se asigură cele cinci grade de mobilitate ale modului necesare poziționării și orientării sondei ecografice endorectale 4.

Primul mecanism, 7 este un modul (mecanism) paralel cu $M=3$ grade de mobilitate de familia $F=1$ cu trei cuple active de translație. Poziționarea liniară a cuplelor active de translație se realizează cu ajutorul motoarelor 14 și 15 care translatează pe căile de rulare 17 și 18, tijele 9 și 10 fiind susținute în capătul opus de tijele de ghidare 19 și 20, fixate pe batiul 6 și pe care pot glisa bușele 30 și 31. Bucșa 12 poate translata atât pe orizontală cât și pe verticală, odată cu translatarea pe orizontală a tijeii 10 sau pe verticală a tijeii 9, iar prin intermediul cuplelor de rotație 21 și 28 (situată pe platforma 27), a căror axă de rotație este orizontală și conectate prin intermediul tijeii 22, se poziționează în planul orizontal platforma cu orientare constantă 27. Cea de-a treia cuplă de translație este materializată prin șurubul 11 montat prin intermediul unor lagăre de mișcare pe batiul 6 și acționat cu ajutorul motorului rotativ 16 și prin a cărui rotire se poziționează în poziție verticală piulița 13. Odată cu piulița 13 translatează și cuplele de rotație 23, 24, precum și cupla 29, situată pe platforma 27, a căror

axă de rotație este verticală, cuple conectate între ele cu ajutorul tijelor 25 și 26, astfel poziționându-se în planul vertical platforma 27 (prin impunerea cotei Z).

Cel de-al doilea mecanism al modului 3 al robotului **BIO-PROS-1**, 8, este tot un modul (mecanism) paralel cu $M=3$ grade de mobilitate de familia $F=1$, având două cuple active de translație, ambele de-a lungul tijei 32, fixată rigid pe batiul 6. Ca și în cazul precedent, acționarea se poate face fie prin motoare rotative, fie prin motoare liniare. Elementul 33 execută o mișcare cilindrică în jurul tijei 32, de rază variabilă care se obține prin apropierea sau depărtarea bușelor 34 și 35. Conexiunea între bușele 34 și 35 este realizată prin intermediul cuplelor de rotație 37 și 38, a căror axă de rotație este orizontală și a tijei 36 care face conexiunea între cele două bușe. Elementul 39 reprezintă o țevă care este atașată rigid bușei 35, aceasta putându-se roti liber în jurul tijei 32 și deplasându-se pe verticală odată cu bușea 35. În țeava 39 este executată o frezare (canal) 40 care permite glisarea cuplei de rotație 38, care are axul de rotație (orizontal) atașat rigid de elementul 33. Tija 33 are un diametru exterior egal cu diametrul interior al țevii 39, ceea ce permite executarea unei mișcări de translație în interiorul elementului 39 pe o distanță maximă egală cu lungimea canalului frezat 40. Astfel, elementul 33 se apropie sau se depărtează de tija 32 glisând parțial în interiorul țevii 39 odată cu depărtarea sau apropierea bușelor acționate 34 și 35, rotația în jurul tijei 32 fiind liberă. Elementul 41 este elementul suport al sondei ecografice endorectale, acesta fiind susținut între cuplele cardanice 42 (situată pe platforma 27) și 43 (situată la capătul elementului 33), a căror primă axă de rotație este verticală, cea de-a doua fiind perpendiculară pe prima.

Cel de-al doilea modul al robotului **BIO-PROS-1**, modulul 3, conform invenției este alcătuit (conform figurii 2) din două mecanisme: 44 și 45 a căror funcționare este identică cu cea a modulelor 7, respectiv 8. Diferența majoră constă în așezarea acestor mecanisme pe batiul 6, de data aceasta cuplele active ale celor două mecanisme (44 și 45) fiind așezate în același plan, la o anumită distanță pe axa X a sistemului, într-un plan paralel cu YOZ.

Mecanismul 44 este un modul paralel cu $M=3$ grade de mobilitate d familia $F=1$, având trei cuple de translație active. Poziționarea liniară a acestor cuple de translație se realizează cu ajutorul motoarelor 51 și 52 care translatează pe căile de rulare 54 și 55. Tijele de ghidare 46 și 47 sunt susținute la capătul opus de către tijele 56 și 57, pe care pot glisa bușele 67 și 68. Bușea 49 poate translata atât de-a lungul tijei 49 cât și a tijei 47, odată cu translatarea pe verticală a tijei 46 și pe orizontală a tijei 47. Platforma 64 este conectată la bușea 49 prin intermediul tijei 59 și a cuplelor de rotație 58 și 65. Parcurgând celălalt lanț cinematic al mecanismului 44, piulița 50 translatează pe șurubul 48, cel din urmă fiind acționat de motorul

rotativ 53. Prin intermediul tijelor 62 și 63 cât și a cuplelor de rotație 60 și 61 prin care tijele sunt conectate, se impune cota Z a platformei 64. Prin acțiunea motoarelor 51 și 52, platforma 64 va translața într-un plan paralel cu planul XOY.

Mecanismul 45, a cărui funcționare este identică cu cea a mecanismului 8, este tot un modul (mecanism) paralel cu $M=3$ grade de mobilitate de familia $F=1$, având două cuple active de translație, ambele de-a lungul tijeii 69 (paralelă cu axa OZ a sistemului). Acționarea se poate face fie prin motoare rotative, fie prin motoare liniare. Elementului 70 execută o mișcare cilindrică în jurul tijeii 69, de rază variabilă care se obține prin apropierea sau depărtarea bucșelor 71 și 72. Conexiunea între bucșele 71 și 72 este realizată prin intermediul cuplelor de rotație 74 și 75 și a tijeii 73. Elementul 76 reprezintă o țevă care este atașată rigid bucșei 72, aceasta putându-se roti liber în jurul tijeii 69. În țeava 76 este executată o frezare (canal) 77 care permite glisarea cuplei de rotație 75, al cărei ax de rotație este atașat rigid de tija 70. Aceasta are un diametru exterior egal cu diametrul interior al țevii 76, ceea ce permite executarea unei mișcări de translație în interiorul elementului 76 pe o distanță maximă egală cu lungimea canalului frezat 77. Elementul 78 este elementul suport al acului de biopsie, acesta fiind susținut între cuplele cardanice 79 și 80, a căror primă axă de rotație este verticală, cea de-a doua fiind perpendiculară pe prima.

Cel de al doilea robot destinat biopsiei transperineale a prostatei, 81, numit de acum **BIO-PROS-2**, conform invenției este alcătuit (conform figurii 4) din două module cu structură cinematică paralelă (structuri robotice care lucrează împreună, având un sistem comun de coordonate și fiind montate pe același batiu), după cum urmează: modulul 82 pentru ghidarea sondei ecografice endorectale 84 și modulul 83 pentru ghidarea pistolului de biopsie 85. Ambele structuri cinematice (82 și 83) sunt montate pe un suport (batiul).

Primul modul, 82, folosit pentru ghidarea sondei ecografice endorectale 84, este la rândul său alcătuit din două mecanisme (module) paralele: primul, 87, având trei grade de mobilitate, al doilea, 88, având două grade de mobilitate, ambele realizând mișcări de translație prin a căror combinație se asigură cele cinci grade de mobilitate ale modulului necesare poziționării și orientării sondei ecografice endorectale 84.

Primul mecanism, 87 este un robot (modul) paralel cu $M=3$ grade de mobilitate de familia $F=1$ cu trei cuple active de translație. Poziționarea liniară a cuplelor active de translație se realizează cu ajutorul motoarelor 94 și 95 care se deplasează liniar pe căile de rulare 97 și 98, tijele 89 și 90 fiind susținute în capătul opus de tijele de ghidare 99 și 100, fixate pe batiul 86 și pe care pot glisa bucșele 110 și 111. Bucșa 92 se deplasează împreună cu translația pe verticală a axei 89 și pe orizontală a axei 90, de aceasta fiind atașată cupla de

rotație 101 și mai departe tija 102. Poziționarea celei de-a treia cuple de translație se face cu ajutorul piuliței 93 care se deplasează de-a lungul șurubului 91, montat pe batiul 86 și acționat cu ajutorul motorului rotativ 96. Odată cu piulița 93 translatează și cuplele de rotație 103 și 104, conectate între ele cu ajutorul tijelor 105 și 106. Prin poziționarea acestor cuple active de translație se realizează și poziționarea platformei mobile 107 (impunându-se cota Z a acesteia), care este menținută într-un plan vertical (are orientare constantă) de către cuplele de rotație 108 și 109, conectate la cuplele de rotație 101, respectiv 104 prin tijele 102, respectiv 106.

Cel de-al doilea mecanism al modului 82 al robotului **BIO-PROS-2**, 88, este tot o structură (mecanism) paralelă cu $M=3$ grade de mobilitate de familia $F=1$, având două cuple active de translație, ambele de-a lungul tijeii 112. Ca și în cazul mecanismului anterior, 87, acționarea se poate face fie prin motoare rotative, fie prin motoare liniare. Elementul 113 execută o mișcare cilindrică în jurul tijeii 112, de rază variabilă care se obține prin apropierea sau depărtarea bucșelor 114 și 115. Conexiunea între bucșele 114 și 115 este realizată prin intermediul cuplelor de rotație 117 și 118 și a tijeii 116. Elementul 119 reprezintă o țeavă care este atașată rigid bucșei 115, aceasta putându-se roti liber în jurul tijeii 112. În țeava 119 este executată o frezare (canal) 120 care permite glisarea cuplei de rotație 118, care are axul de rotație atașat rigid de elementul 113. Tija 113 are un diametru exterior egal cu diametrul interior al țevii 119, ceea ce permite executarea unei mișcări de translație în interiorul elementului 119 pe o distanță maximă egală cu lungimea canalului frezat 120. Elementul 121 este elementul suport al sondei ecografice endorectale, acesta fiind susținut între cuplele cardanice 122 și 123, a căror primă axă de rotație este verticală, cea de-a doua fiind perpendiculară pe prima.

Cel de-al doilea modul principal al robotului **BIO-PROS-2**, modulul 83, conform invenției este alcătuit (conform figurii 6) din două mecanisme (structuri paralele): 124 și 125 a căror funcționare este identică cu cea a modulelor 87, respectiv 88. Diferența majoră constă în așezarea acestor mecanisme pe batiul 86, de data aceasta cuplele active ale celor două mecanisme (124 și 125) fiind așezate în același plan, la o anumită distanță pe axa X a sistemului, într-un plan paralel cu YOZ.

Mecanismul 124 este o structură paralelă cu $M=3$ grade de mobilitate de familia $F=1$, având trei cuple de translație active. Poziționarea liniară a acestor cuple de translație se realizează cu ajutorul motoarelor 131 și 132 care translatează pe căile de rulare 134 și 135. Tijele de ghidare 126 și 127 sunt susținute la capătul opus de către tijele 136 și 137, pe care pot glisa bucșele 147 și 148. Bucșa 129 poate translața atât de-a lungul tijeii 126 cât și a tijeii 127, odată

cu translatarea pe verticală a tijei 126 și pe orizontală a tijei 127. Platforma 144 este conectată la bușca 129 prin intermediul tijei 139 și a cuplelor de rotație 138 și 135. Parcurgând celălalt lanț cinematic al mecanismului 124, piulița 130 translatează pe șurubul 128, cel din urmă fiind acționat de motorul rotativ 133. Prin intermediul tijelor 142 și 143 cât și a cuplelor de rotație 140 și 141 prin care tijele sunt conectate, se impune cota Z a platformei 144. Prin acțiunea motoarelor 131 și 132, platforma 144 va translata într-un plan paralel cu planul XOY.

Mecanismul 125, a cărui funcționare este identică cu cea a mecanismului 88, este tot un modul (mecanism) paralel cu $M=3$ grade de mobilitate de familia $F=1$, având două cuple active de translație, ambele de-a lungul tijei 149 (paralelă cu axa OZ a sistemului). Acționarea se poate face fie prin motoare rotative, fie prin motoare liniare. Elementul 150 execută o mișcare cilindrică în jurul tijei 149, de rază variabilă care se obține prin apropierea sau depărtarea bușelor 151 și 152. Conexiunea între bușele 151 și 152 este realizată prin intermediul cuplelor de rotație 154 și 155 și a tijei 153. Elementul 156 reprezintă o țevă care este atașată rigid bușei 152, aceasta putându-se roti liber în jurul tijei 149. În țeava 156 este executată o frezare (canal) 157 care permite glisarea cuplei de rotație 155, al cărei ax de rotație este atașat rigid de tija 150. Aceasta are un diametru exterior egal cu diametrul interior al țevii 156, ceea ce permite executarea unei mișcări de translație în interiorul elementului 156 pe o distanță maximă egală cu lungimea canalului frezat 157. Elementul 158 este elementul suport al acului de biopsie, acesta fiind susținut între cuplele cardanice 159 și 160, a căror primă axă de rotație este verticală, cea de-a doua fiind perpendiculară pe prima.

Prin antrenarea motoarelor sistemului robotic paralel **BIO-PROS-2**, se realizează poziționarea și orientarea sondei ecografice și a pistolului de biopsie pentru realizarea procedurii de biopsie transperineală a prostatei.

Cel de al treilea robot destinat biopsiei transperineale a prostatei, 161, denumit **BIO-PROS-3**, conform invenției este alcătuit (conform figurii 7) din două module (structuri robotice care lucrează împreună, având un sistem comun de coordonate și fiind montate pe același batiu): modulul 162 pentru ghidarea sondei ecografice endorectale 164 și modulul 163 pentru ghidarea pistolului de biopsie 165. Ambele structuri cinematice (162 și 163) sunt montate pe un batiu comun.

Primul modul, 162, pentru ghidarea sondei ecografice endorectale 164, este la rândul său alcătuit din două mecanisme paralele: primul 167, având trei grade de mobilitate, al doilea, 168, având două grade de mobilitate, ambele realizând mișcări de translație prin a

căror combinare se asigură cele cinci grade de mobilitate ale modulului, necesare poziționării și orientării sondei ecografice endorectale 164.

Modulul 167 este un mecanism paralel cu $M=3$ grade de mobilitate de familia $F=1$ cu trei cuple active de translație. Poziționarea liniară a cuplelor active de translație se realizează cu ajutorul motoarelor liniare 186, 207, 208 care translatează pe căile de rulare 187 și respectiv 209 tijele 169, 170 și 171 fiind susținute în capătul opus de tijele de ghidare 210 și 211 fixate pe batiul 166 și pe care pot glisa bușele 204, 205 și respectiv 212. Bucșa 173 translatează odată cu translatarea pe verticală a axei 169 și pe orizontală a axei 170, de aceasta fiind atașate cuplele de rotație 175 și 177 din componența unui mecanism paralelogram care se continuă cu elementele 178 și 179 legate prin cuplele de rotație 180 și 181 de platforma mobilă 182, a sondei ecografice endo-rectală 164. Bucșa 174 translatează odată cu translatarea pe verticală a axei 169 și pe orizontală a axei 171, de aceasta fiind atașată cupla de rotație 185 care se continuă cu elementul 184 legat prin cupla de rotație 183 de platforma mobilă 182, a sondei ecografice endo-rectală 164. Prin translația acestor cuple rezultă poziția platformei mobile 182.

Orientarea sondei ecografice endorectale 164 se face cu ajutorul celui de al doilea mecanism din cadrul structurii robotice **BIO-PROS-3**, 161 și anume mecanismul 168. Acesta este un mecanism paralel cu $M=3$ grade de mobilitate din familia $F=1$, având două cuple active de translație, ambele de-a lungul tijeii 189. Elementul 201 execută o mișcare cilindrică în jurul tijeii 189, de o rază variabilă care se obține prin apropierea sau depărtarea bușelor 190 și 192. Conexiunea între bușele 190 și 192 este realizată prin intermediul cuplelor de rotație 195 și 198 și a elementelor de legătură 194, 196 și respectiv 197, aceste elemente sunt legate de elementul 199 prin intermediul cuplelor de rotație 195 și 198. Elementul 201 este o tijă atașată rigid elementului 199 și atașată printr-o cuplă de rotație 202 elementului 206 care este suportul sondei ecografice. Elementul suport 206 este susținut de către cuplele cardanice 203 și 212 a căror primă axă de rotație este verticală, cea de a doua fiind perpendiculară pe prima.

Cel de-al doilea modul al robotului **BIO-PROS-3**, modulul 163, conform invenției este alcătuit (conform figurii 7) din două mecanisme: 213 și 214 a căror funcționare este identică cu cea a modulelor 167, respectiv 168. Diferența majoră constă în așezarea acestor mecanisme pe batiul 166, de data aceasta cuplele active ale celor două mecanisme (213 și 214) fiind așezate în același plan, la o anumită distanță pe axa X a sistemului, într-un plan paralel cu YOZ.

Mecanismul 213 este un modul paralel cu $M=3$ grade de mobilitate d familia $F=1$, având trei cuple de translație active. Poziționarea liniară a acestor cuple de translație se realizează cu ajutorul motoarelor 215, 216 și 217 care translatează pe căile de rulare 218 și 219. Tijele de ghidare 220,221 și 222 sunt susținute la capătul opus de către tijele 223 și 224, pe care pot glisa bușele 225, 226 și 227. Bucșa 227 poate translata atât de-a lungul tijei 221 cât și a tijei 220, odată cu translatarea pe verticală a tijei 220 și pe orizontală a tijei 221. Bucșa 228 poate translata atât de-a lungul tijei 222 cât și a tijei 220, odată cu translatarea pe verticală a tijei 220 și pe orizontală a tijei 222. Platforma 229 este conectată la bucșa 227 prin intermediul tijelor 230 și 231, a cuplelor de rotație 232, 233,234 și 235 aceste elemente formând un mecanism paralelogram. În același timp platforma mobilă 229 este conectată la bucșa 228 prin intermediul tijei 236 legată de platforma 229 prin intermediul cuplei de rotație 237 și de bucșa 228 prin cupla de rotație 238.

Mecanismul 214, a cărui funcționare este identică cu cea a mecanismului 168, este tot un modul (mecanism) paralel cu $M=3$ grade de mobilitate de familia $F=1$, având două cuple active de translație, ambele de-a lungul tijei 239 (paralelă cu axa OZ a sistemului). Acționarea se poate face fie prin motoare rotative, fie prin motoare liniare. Elementului 240 execută o mișcare cilindrică în jurul tijei 239, de rază variabilă care se obține prin apropierea sau depărtarea bușelor 241 și 242. Conexiunea între bușele 241 și 242 este realizată prin intermediul cuplelor de rotație 243,244,245,246 și a tijelor 247,248 și 249. Elementul 240 reprezintă o țevă care este atașată rigid elementului 250, aceasta putându-se roti liber în jurul tijei 239, elementul 250 este atașat prin intermediul cuplei de rotație 254 suportului pistolului de biopsie 251.

Elementul 251 este elementul suport al acului de biopsie, acesta fiind susținut între cuplele cardanice 252 și 253, a căror primă axă de rotație este verticală, cea de-a doua fiind perpendiculară pe prima.

REVENDICĂRI

Revendicare 1. Familie de roboți paraleli pentru biopsia transperineală a prostatei, **caracterizată prin aceea că** cele trei sisteme robotizate modulare prezentate (figurile 1, 4, 7) permit manipularea sondei ecografice și pistolul de biopsie pentru realizarea ecoghidată a biopsiei transperineale a prostatei.

Revendicare 2. Familie de roboți paraleli pentru biopsia transperineală a prostatei conform revendicării 1, **caracterizată prin aceea că** cele trei sisteme sunt formate din două module, fiecare modul (pentru poziționarea sondei, respectiv a acului) având cinci grade de mobilitate, permițând poziționarea în spațiu a efectorului final – sonda ecografică, respectiv acul pistolului de biopsie și orientarea acestuia în jurul a două axe, suprimând doar mișcarea de rotație proprie care nu este necesară în aceste aplicații.

Revendicare 3. Familie de roboți paraleli pentru biopsia transperineală a prostatei conform revendicărilor 1 și 2, **caracterizată prin aceea că** primul robot destinat biopsierii transperineale a prostatei, 1, numit de acum **BIO-PROS-1**, conform invenției este alcătuit (conform figurii 1) din două module (structuri robotice care lucrează împreună, având un sistem comun de coordonate și fiind montate pe același batiu): modulul 2 pentru ghidarea sondei ecografice endorectale 4 și modulul 3 pentru ghidarea pistolului de biopsie 5, ambele structuri cinematice (2 și 3) fiind montate pe un suport (batiul 6).

Revendicare 4. Familie de roboți paraleli pentru biopsia transperineală a prostatei conform revendicării 3, **caracterizată prin aceea că** primul robot este format din două mecanisme, primul mecanism, 7 fiind un modul (mecanism) paralel cu $M=3$ grade de mobilitate de familia $F=1$ cu trei cuple active de translație unde poziționarea liniară a cuplelor active de translație fiind realizată cu ajutorul motoarelor 14 și 15 care translatează pe căile de rulare 17 și 18, tijele 9 și 10 fiind susținute în capătul opus de tijele de ghidare 19 și 20, fixate pe batiul 6 și pe care pot glisa bucșele 30 și 31 iar bucșa 12 putând translata atât pe orizontală cât și pe verticală, odată cu translatarea pe orizontală a tijeii 10 sau pe verticală a tijeii 9, iar prin intermediul cuplelor de rotație 21 și 28 (situată pe platforma 27), a căror axă de rotație este orizontală și conectate prin intermediul tijeii 22, fiind poziționată în planul orizontal platforma cu orientare constantă 27, unde cea de-a treia cuplă de translație fiind materializată prin șurubul 11 montat prin intermediul unor lagăre de mișcare pe batiul 6 și acționat cu ajutorul motorului rotativ 16 prin a cărui rotire se poziționează în poziție verticală piulița 13 odată cu care translatează și cuplele de rotație 23, 24, precum și cupla 29, situată pe platforma 27, a căror axă de rotație este verticală, cuple conectate între ele cu ajutorul tijelor 25 și 26, astfel poziționându-se în planul vertical platforma 27 (prin impunerea cotei Z), unde cel de-al doilea mecanism al modulului 3 al robotului **BIO-PROS-1**, 8, fiind tot un modul (mecanism) paralel cu $M=3$ grade de mobilitate de familia $F=1$, având două cuple active de translație, ambele de-a lungul tijeii 32, fixată rigid pe batiul 6, acționarea realizându-se fie prin motoare rotative, fie prin motoare liniare, iar elementul 33 executând o mișcare cilindrică în jurul tijeii 32, de rază variabilă care se obține prin apropierea sau depărtarea bucșelor 34 și 35, între care conexiunea realizându-se prin intermediul cuplelor de rotație 37 și 38, a căror axă de rotație este orizontală și a tijeii 36 care face conexiunea între cele două bucșe, iar elementul 39 reprezentând o țevă care este atașată rigid bucșei 35, aceasta putându-se roti liber în jurul tijeii 32 și deplasându-se pe verticală odată cu bucșa 35, unde în țeava 39 fiind executată o frezare (canal) 40 care permite glisarea cuplei de rotație 38, care are axul de rotație (orizontal) atașat rigid de elementul 33, care are un diametru exterior egal cu diametrul interior al țevii 39, permițând executarea unei mișcări de translație în interiorul elementului 39 pe o distanță maximă egală cu lungimea canalului frezat 40, rotația în jurul tijeii 32 fiind liberă, iar elementul 41 fiind elementul suport al sondei ecografice endorectale, acesta fiind susținut între cuplele cardanice 42 și 43, a căror primă axă de rotație este verticală, cea de-a doua fiind perpendiculară pe prima, iar cel de-al doilea modul al robotului **BIO-PROS-1**, modulul

3, conform invenției fiind alcătuit (conform figurii 2) din două mecanisme: 44 și 45 a căror funcționare este identică cu cea a modulelor 7, respectiv 8, diferența majoră constând în așezarea acestor mecanisme pe batiul 6, de data aceasta cuplele active ale celor două mecanisme (44 și 45) fiind așezate în același plan, la o anumită distanță pe axa X a sistemului, într-un plan paralel cu YOZ, unde mecanismul 44 este un modul paralel cu $M=3$ grade de mobilitate de familia $F=1$, având trei cuple de translație active, a căror poziționare liniară realizându-se cu ajutorul motoarelor 51 și 52 care translatează pe căile de rulare 54 și 55, iar tijele de ghidare 46 și 47 fiind susținute la capătul opus de către tijele 56 și 57, pe care pot glisa bușele 67 și 68 iar bușea 49 putând translata atât de-a lungul tijeii 49 cât și a tijeii 47, odată cu translatarea pe verticală a tijeii 46 și pe orizontală a tijeii 47, unde platforma 64 fiind conectată la bușea 49 prin intermediul tijeii 59 și a cuplelor de rotație 58 și 65, piulița 50 translătând pe șurubul 48, cel din urmă fiind acționat de motorul rotativ 53, iar prin intermediul tijelor 62 și 63 cât și a cuplelor de rotație 60 și 61 prin care tijele sunt conectate, impunându-se cota Z a platformei 64, iar mecanismul 45, a cărui funcționare este identică cu cea a mecanismului 8, fiind tot un modul (mecanism) paralel cu $M=3$ grade de mobilitate de familia $F=1$, având două cuple active de translație, ambele de-a lungul tijeii 69 (paralelă cu axa OZ a sistemului), unde acționarea putându-se face fie prin motoare rotative, fie prin motoare liniare, elementul 70 executând o mișcare cilindrică în jurul tijeii 69, de rază variabilă care se obține prin apropierea sau depărtarea bușelor 71 și 72, conexiunea între acestea fiind realizată prin intermediul cuplelor de rotație 74 și 75 și a tijeii 73, iar elementul 76 reprezentând o țeavă atașată rigid bușei 72, aceasta putându-se roti liber în jurul tijeii 69, iar în țeava 76 fiind executată o frezare (canal) 77 care permite glisarea cuplei de rotație 75, al cărei ax de rotație este atașat rigid de tija 70, aceasta având un diametru exterior egal cu diametrul interior al țevii 76, ceea ce permite executarea unei mișcări de translație în interiorul elementului 76 pe o distanță maximă egală cu lungimea canalului frezat 77, iar elementul 78 fiind elementul suport al acului de biopsie, acesta fiind susținut între cuplele cardanice 79 și 80, a căror primă axă de rotație este verticală, cea de-a doua fiind perpendiculară pe prima.

Revendicare 5. Familie de roboți paraleli pentru biopsia transperineală a prostatei conform revendicărilor 1 și 2, **caracterizată prin aceea că** cel de al doilea robot destinat biopsiei transperineale a prostatei, 81, numit de acum **BIO-PROS-2**, conform invenției este alcătuit (conform figurii 4) din două module cu structură cinematică paralelă (structuri robotice care lucrează împreună, având un sistem comun de coordonate și fiind montate pe același batiu), după cum urmează: modulul 82 pentru ghidarea sondei ecografice endorectale 84 și modulul 83 pentru ghidarea pistolului de biopsie 85, ambele structuri cinematice (82 și 83) fiind montate pe un suport (batiul), unde primul modul, 82, folosit pentru ghidarea sondei ecografice endorectale 84, fiind la rândul său alcătuit din două mecanisme (module) paralele: primul, 87, având trei grade de mobilitate, al doilea, 88, având două grade de mobilitate, ambele realizând mișcări de translație prin a căror combinare se asigură cele cinci grade de mobilitate ale modulului necesare poziționării și orientării sondei ecografice endorectale 84.

Revendicare 6. Familie de roboți paraleli pentru biopsia transperineală a prostatei conform revendicării 5, **caracterizată prin aceea că** al doilea robot este alcătuit din două mecanisme, primul, 87, fiind un robot (modul) paralel cu $M=3$ grade de mobilitate de familia $F=1$ cu trei cuple active de translație, unde poziționarea liniară a cuplelor active de translație realizându-se cu ajutorul motoarelor 94 și 95 care se deplasează liniar pe căile de rulare 97 și 98, tijele 89 și 90 fiind susținute în capătul opus de tijele de ghidare 99 și 100, fixate pe batiul 86 pe care pot glisa bușele 110 și 111, unde bușea 92 se deplasează împreună cu translatarea pe verticală a axei 89 și pe orizontală a axei 90, de aceasta fiind atașată cupla de rotație 101 și mai departe tija 102, iar poziționarea celei de-a treia cuple de translație făcându-se cu ajutorul piuliței 93 care se deplasează de-a lungul șurubului 91, montat pe batiul 86 și acționat cu ajutorul motorului rotativ 96, odată cu piulița 93 translătând și cuplele de rotație 103 și 104,

conectate între ele cu ajutorul tijelor 105 și 106, prin poziționarea acestor cuple active de translație realizându-se și poziționarea platformei mobile 107, care este menținută într-un plan vertical de către cuplele de rotație 108 și 109, conectate la cuplele de rotație 101, respectiv 104 prin tijele 102, respectiv 106, iar cel de-al doilea mecanism al modulului 82 al robotului **BIO-PROS-2**, 88, fiind tot o structură (mecanism) paralelă cu $M=3$ grade de mobilitate de familia $F=1$, având două cuple active de translație, ambele de-a lungul tijeii 112, unde ca și în cazul mecanismului anterior, 87, acționarea realizându-se fie prin motoare rotative, fie prin motoare liniare, unde elementul 113 execută o mișcare cilindrică în jurul tijeii 112, de rază variabilă care se obține prin apropierea sau depărtarea bușelor 114 și 115, conexiunea între acestea fiind realizată prin intermediul cuplelor de rotație 117 și 118 și a tijeii 116, iar elementul 119 reprezentând o țevă atașată rigid bușei 115, aceasta putându-se roti liber în jurul tijeii 112, în țeava 119 fiind executată o frezare (canal) 120 care permite glisarea cuplei de rotație 118, care are axul de rotație atașat rigid de elementul 113, care are un diametru exterior egal cu diametrul interior al țevii 119, ceea ce permite executarea unei mișcări de translație în interiorul elementului 119 pe o distanță maximă egală cu lungimea canalului frezat 120, iar elementul 121 fiind elementul suport al sondei ecografice endorectale, acesta fiind susținut între cuplele cardanice 122 și 123, a căror primă axă de rotație este verticală, cea de-a doua fiind perpendiculară pe prima, unde cel de-al doilea modul principal al robotului **BIO-PROS-2**, modulul 83, conform invenției este alcătuit (conform figurii 6) din două mecanisme (structuri paralele): 124 și 125 a căror funcționare este identică cu cea a modulelor 87, respectiv 88, diferența majoră constând în așezarea acestor mecanisme pe batiul 86, de data aceasta cuplele active ale celor două mecanisme (124 și 125) fiind așezate în același plan, la o anumită distanță pe axa X a sistemului, într-un plan paralel cu YOZ, unde mecanismul 124 fiind o structură paralelă cu $M=3$ grade de mobilitate de familia $F=1$, având trei cuple de translație active, a căror poziționare liniară realizându-se cu ajutorul motoarelor 131 și 132 care translatează pe căile de rulare 134 și 135, tijele de ghidare 126 și 127 fiind susținute la capătul opus de către tijele 136 și 137, pe care pot glisa bușele 147 și 148, bușa 129 putând translața atât de-a lungul tijeii 126 cât și a tijeii 127, odată cu translațarea pe verticală a tijeii 126 și pe orizontală a tijeii 127, platforma 144 fiind conectată la bușa 129 prin intermediul tijeii 139 și a cuplelor de rotație 138 și 135, iar parcurgând celălalt lanț cinematic al mecanismului 124, piulița 130 translatează pe șurubul 128, cel din urmă fiind acționat de motorul rotativ 133, unde prin intermediul tijelor 142 și 143 cât și a cuplelor de rotație 140 și 141 prin care tijele sunt conectate, se impune cota Z a platformei 144, iar prin acționarea motoarelor 131 și 132, platforma 144 translatând într-un plan paralel cu planul XOY, iar mecanismul 125, a cărei funcționare este identică cu cea a mecanismului 88, fiind tot un modul (mecanism) paralel cu $M=3$ grade de mobilitate de familia $F=1$, având două cuple active de translație, ambele de-a lungul tijeii 149 (paralelă cu axa OZ a sistemului), unde acționarea făcându-se fie prin motoare rotative, fie prin motoare liniare, elementul 150 executând o mișcare cilindrică în jurul tijeii 149, de rază variabilă care se obține prin apropierea sau depărtarea bușelor 151 și 152, unde conexiunea între acestea fiind realizată prin intermediul cuplelor de rotație 154 și 155 și a tijeii 153, elementul 156 reprezentând o țevă atașată rigid bușei 152, aceasta putându-se roti liber în jurul tijeii 149, în țeava 156 fiind executată o frezare (canal) 157 care permite glisarea cuplei de rotație 155, al cărei ax de rotație este atașat rigid de tija 150 având un diametru exterior egal cu diametrul interior al țevii 156, ceea ce permite executarea unei mișcări de translație în interiorul elementului 156 pe o distanță maximă egală cu lungimea canalului frezat 157, elementul 158 fiind elementul suport al acului de biopsie, acesta fiind susținut între cuplele cardanice 159 și 160, a căror primă axă de rotație este verticală, cea de-a doua fiind perpendiculară pe prima.

Revendicare 7. Familie de roboți paraleli pentru biopsia transperineală a prostatei conform revendicărilor 1 și 2, **caracterizată prin aceea că** cel de al treilea robot destinat

biopsiei transperineale a prostatei, 161, denumit **BIO-PROS-3**, conform invenției fiind alcătuit (conform figurii 7) din două module (structuri robotice care lucrează împreună, având un sistem comun de coordonate și fiind montate pe același batiu): modulul 162 pentru ghidarea sondei ecografice endorectale 164 și modulul 163 pentru ghidarea pistolului de biopsie 165, ambele structuri cinematice (162 și 163) fiind montate pe un batiu comun, primul modul, 162, pentru ghidarea sondei ecografice endorectale 164, fiind la rândul său alcătuit din două mecanisme paralele: primul 167, având trei grade de mobilitate, al doilea, 168, având două grade de mobilitate, ambele realizând mișcări de translație prin a căror combinare se asigură cele cinci grade de mobilitate ale modulului, necesare poziționării și orientării sondei ecografice endorectale 164.

Revendicare 8. Familie de roboți paraleli pentru biopsia transperineală a prostatei conform revendicării 7, **caracterizată prin aceea că** al treilea robot este alcătuit din două mecanisme, primul, 162, pentru ghidarea sondei ecografice endorectale 164, fiind la rândul său alcătuit din două mecanisme paralele: primul 167, având trei grade de mobilitate, al doilea, 168, având două grade de mobilitate, ambele realizând mișcări de translație prin a căror combinare se asigură cele cinci grade de mobilitate ale modulului, necesare poziționării și orientării sondei ecografice endorectale 164, modulul 167 fiind un mecanism paralel cu $M=3$ grade de mobilitate de familia $F=1$ cu trei cuple active de translație, poziționarea liniară a cuplelor active de translație realizându-se cu ajutorul motoarelor liniare 186, 207, 208 care translatează pe căile de rulare 187 și respectiv 209 tijele 169, 170 și 171 fiind susținute în capătul opus de tijele de ghidare 210 și 211 fixate pe batiul 166 și pe care pot glisa bucșele 204, 205 și respectiv 212, unde bucșa 173 translatează odată cu translatarea pe verticală a axei 169 și pe orizontală a axei 170, de aceasta fiind atașate cuplele de rotație 175 și 177 din componența unui mecanism paralelogram care se continuă cu elementele 178 și 179 legate prin cuplele de rotație 180 și 181 de platforma mobilă 182, a sondei ecografice endorectale 164, bucșa 174 translatează odată cu translatarea pe verticală a axei 169 și pe orizontală a axei 171, de aceasta fiind atașată cupla de rotație 185 care se continuă cu elementul 184 legat prin cupla de rotație 183 de platforma mobilă 182, a sondei ecografice endorectale 164, prin translația acestor cuple rezultând poziția platformei mobile 182, iar orientarea sondei ecografice endorectale 164 făcându-se cu ajutorul celui de al doilea mecanism din cadrul structurii robotice **BIO-PROS-3**, 161 și anume mecanismul 168, un mecanism paralel cu $M=3$ grade de mobilitate din familia $F=1$, având două cuple active de translație, ambele de-a lungul tijeii 189, elementul 201 executând o mișcare cilindrică în jurul tijeii 189, de o rază variabilă care se obține prin apropierea sau depărtarea bucșelor 190 și 192, iar conexiunea între acestea fiind realizată prin intermediul cuplelor de rotație 195 și 198 și a elementelor de legătură 194, 196 și respectiv 197, aceste elemente fiind legate de elementul 199 prin intermediul cuplelor de rotație 195 și 198, elementul 201 fiind o tijă atașată rigid elementului 199 și atașată printr-o cuplă de rotație 202 elementului 206 care este suportul sondei ecografice susținut de către cuplele cardanice 203 și 212 a căror primă axă de rotație este verticală, cea de a doua fiind perpendiculară pe prima, iar cel de-al doilea modul al robotului **BIO-PROS-3**, modulul 163, conform invenției fiind alcătuit (conform figurii 7) din două mecanisme: 213 și 214 a căror funcționare este identică cu cea a modulelor 167, respectiv 168, diferența majoră constând în așezarea acestor mecanisme pe batiul 166, de data aceasta cuplele active ale celor două mecanisme (213 și 214) fiind așezate în același plan, la o anumită distanță pe axa X a sistemului, într-un plan paralel cu YOZ, mecanismul 213 fiind un modul paralel cu $M=3$ grade de mobilitate de familia $F=1$, având trei cuple de translație active, poziționarea liniară a acestor cuple de translație realizându-se cu ajutorul motoarelor 215, 216 și 217 care translatează pe căile de rulare 218 și 219, iar tijele de ghidare 220, 221 și 222 fiind susținute la capătul opus de către tijele 223 și 224, pe care pot glisa bucșele 225, 226 și 227, bucșa 227 putând translata atât de-a lungul tijeii 221 cât și a tijeii 220, odată cu

translatarea pe verticală a tijei 220 și pe orizontală a tijei 221, bucușă 228 putând translata atât de-a lungul tijei 222 cât și a tijei 220, odată cu translatarea pe verticală a tijei 220 și pe orizontală a tijei 222, iar platforma 229 fiind conectată la bucușă 227 prin intermediul tijelor 230 și 231, a cuplelor de rotație 232, 233, 234 și 235 aceste elemente formând un mecanism paralelogram, în același timp platforma mobilă 229 fiind conectată la bucușă 228 prin intermediul tijei 236 legată de platforma 229 prin intermediul cuplei de rotație 237 și de bucușă 228 prin cupla de rotație 238, mecanismul 214, a cărui funcționare fiind identică cu cea a mecanismului 168, acesta este tot un modul (mecanism) paralel cu $M=3$ grade de mobilitate de familia $F=1$, având două cuple active de translație, ambele de-a lungul tijei 239 (paralelă cu axa OZ a sistemului), unde acționarea putându-se face fie prin motoare rotative, fie prin motoare liniare, elementul 240 executând o mișcare cilindrică în jurul tijei 239, de rază variabilă care se obține prin apropierea sau depărtarea bucușelor 241 și 242, Conexiunea între acestea fiind realizată prin intermediul cuplelor de rotație 243, 244, 245, 246 și a tijelor 247, 248 și 249, elementul 240 reprezentând o țeavă atașată rigid elementului 250, aceasta putându-se roti liberă în jurul tijei 239, elementul 250 fiind atașat prin intermediul cuplei de rotație 254 suportului pistolului de biopsie 251, elementul 251 fiind elementul suport al acului de biopsie, acesta fiind susținut între cuplele cardanice 252 și 253, a căror primă axă de rotație este verticală, cea de-a doua fiind perpendiculară pe prima.

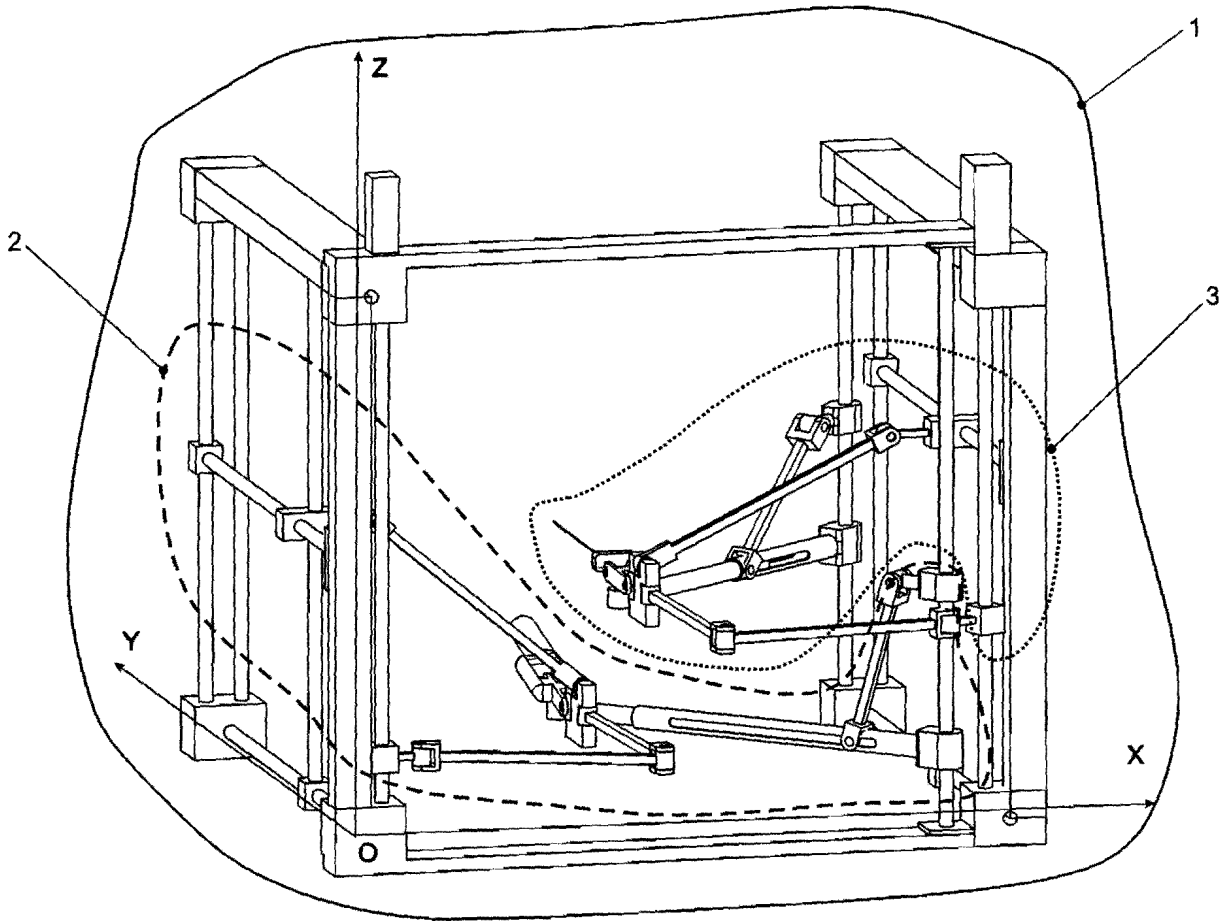


Figura 1

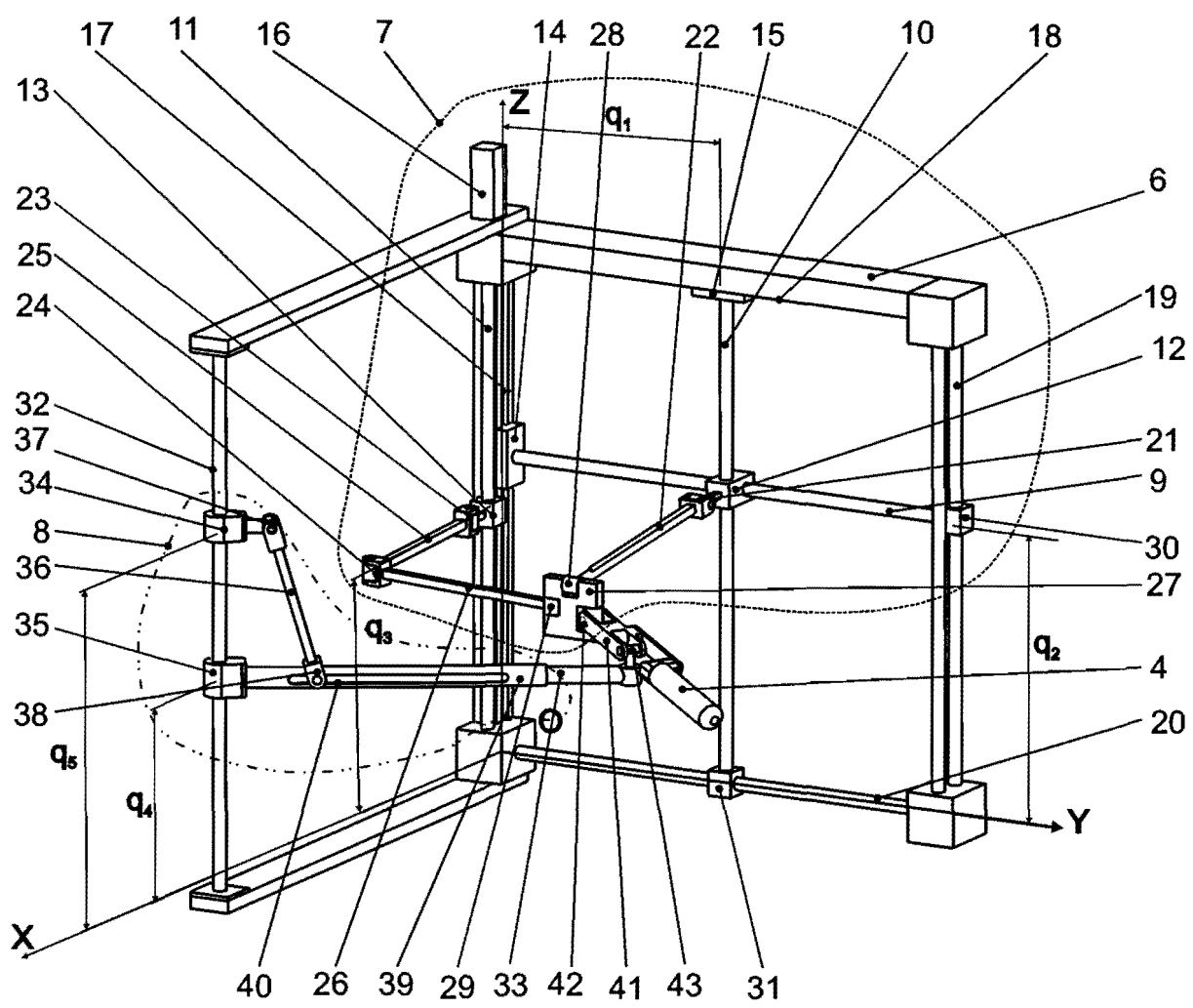


Figura 2

58

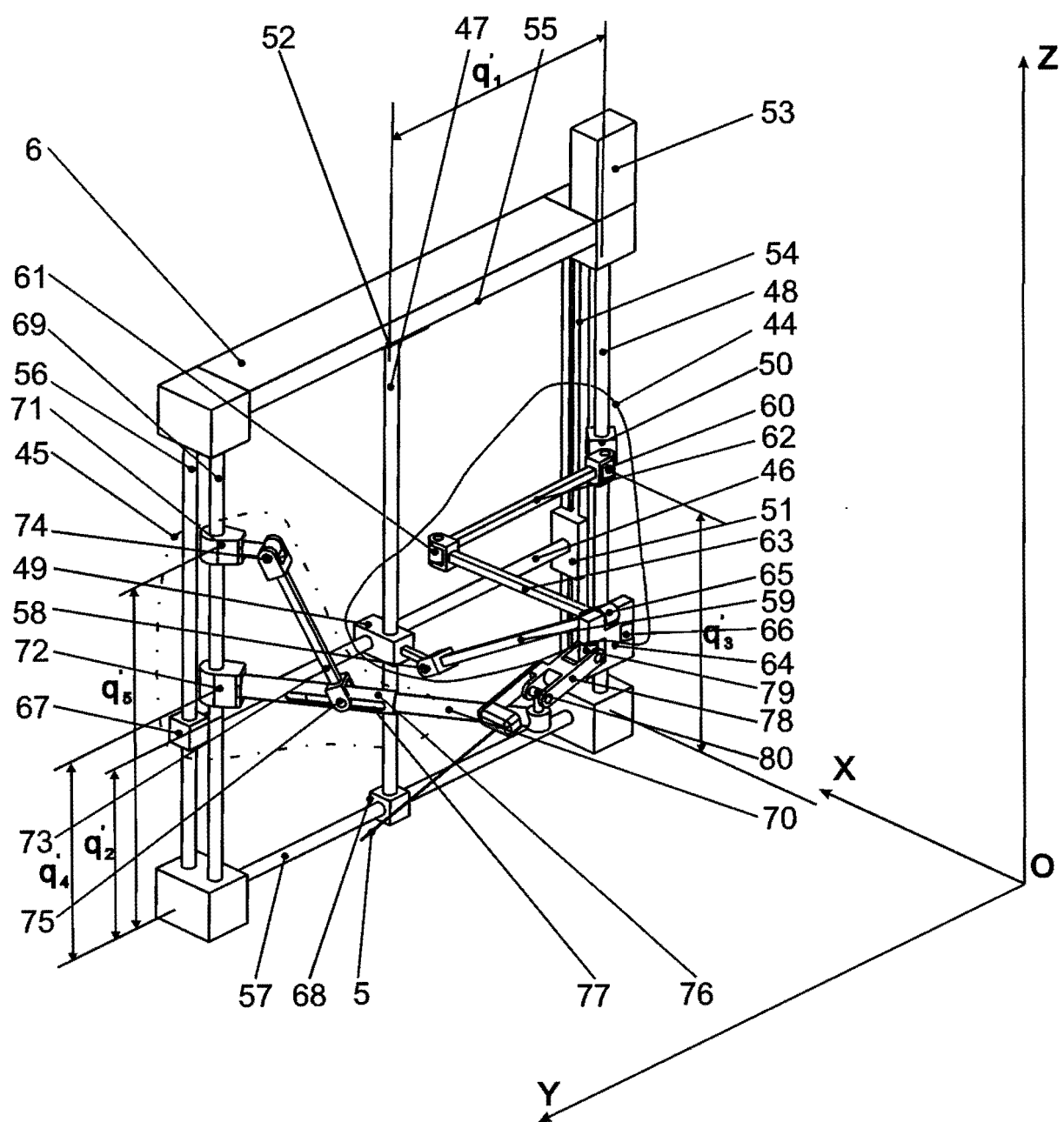


Figura 3

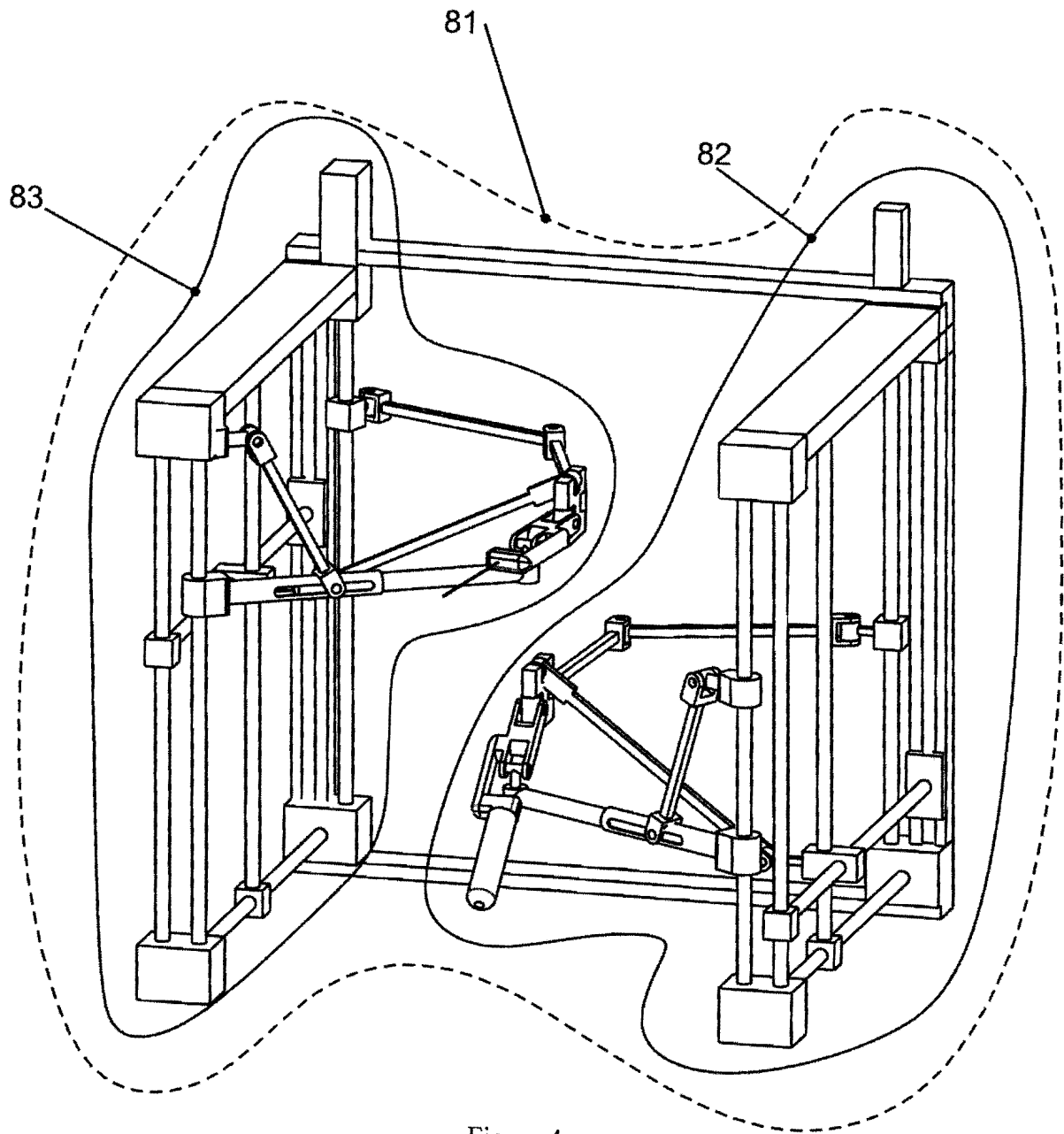


Figura 4

56

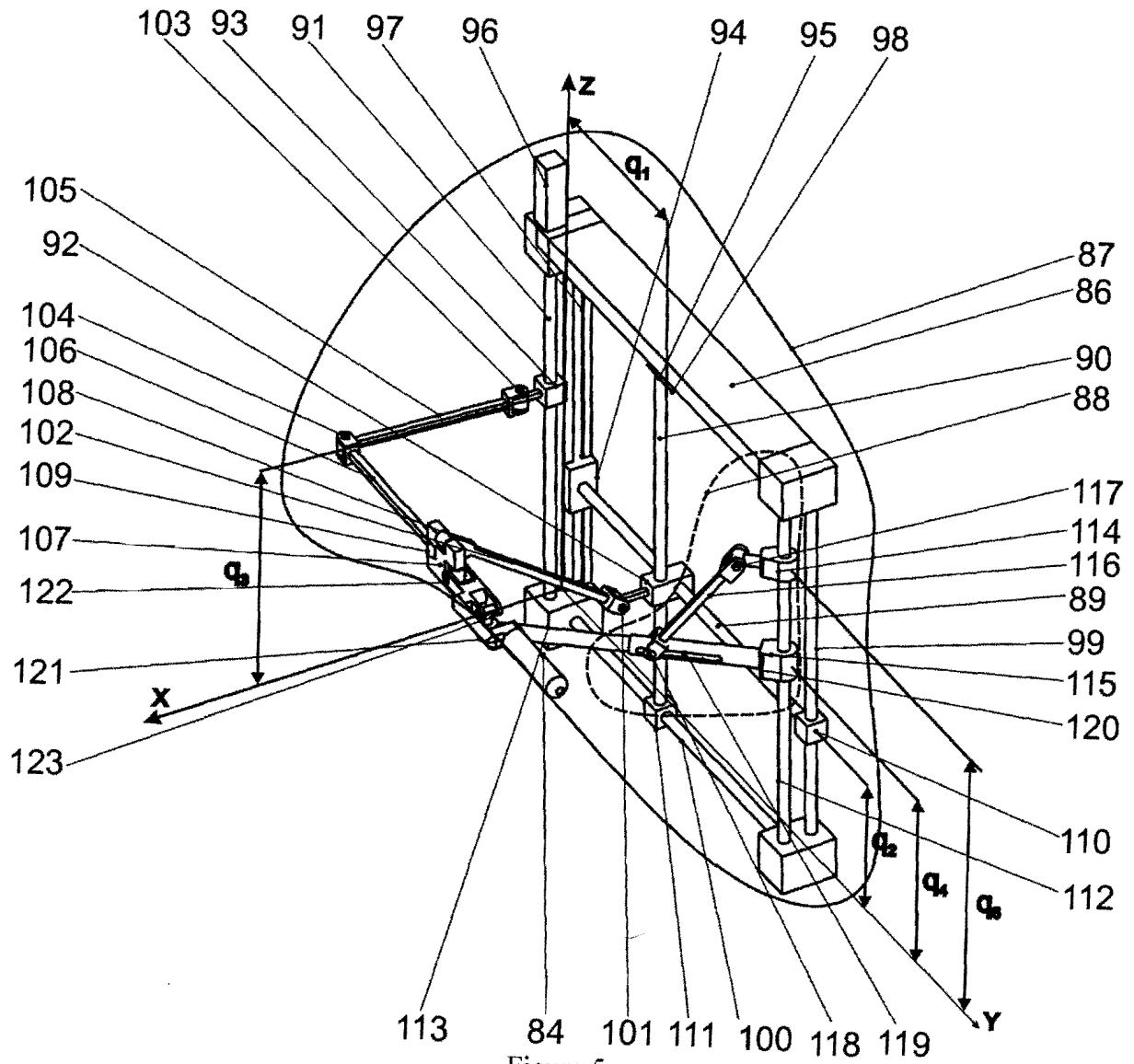


Figura 5

JK

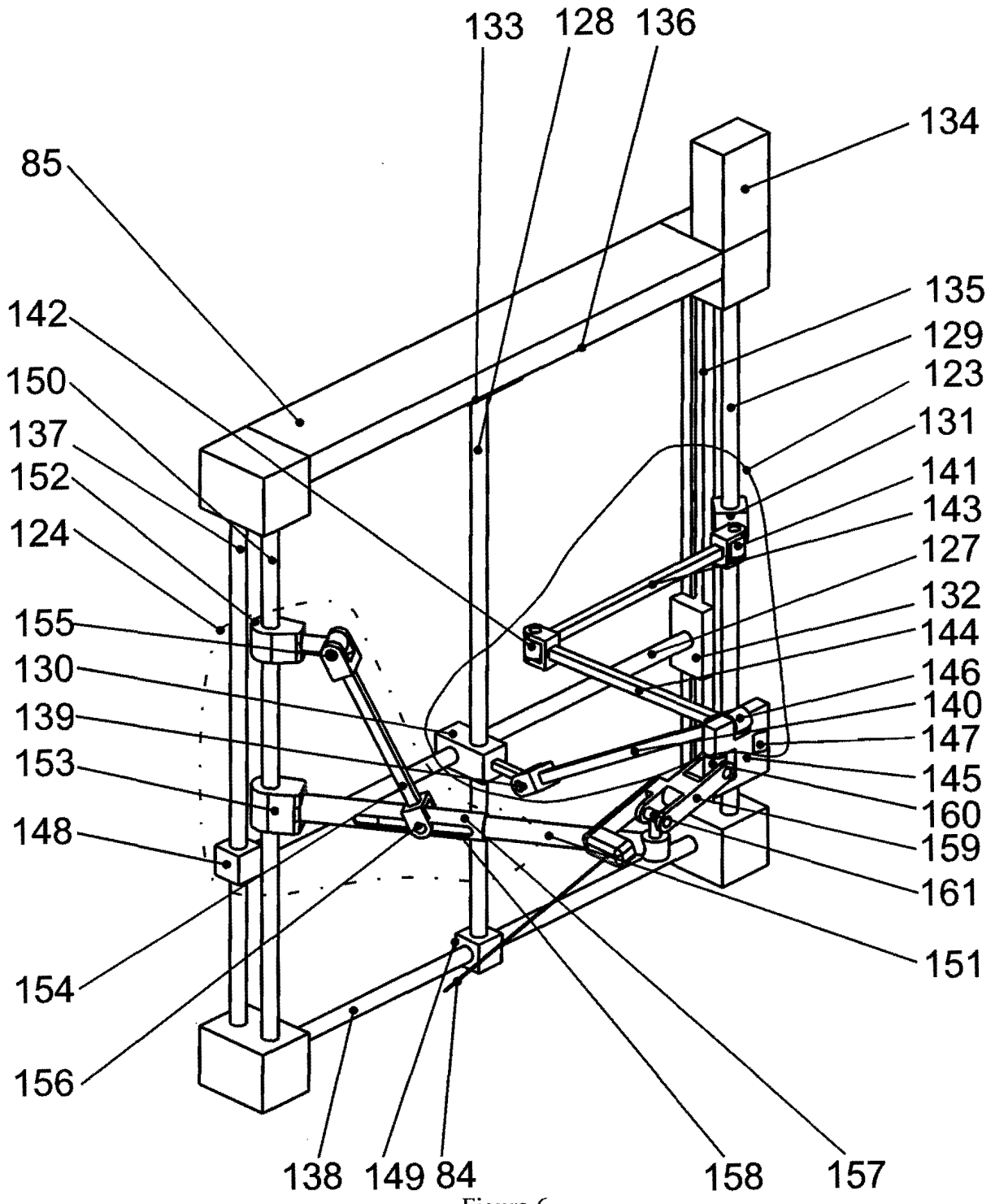


Figura 6

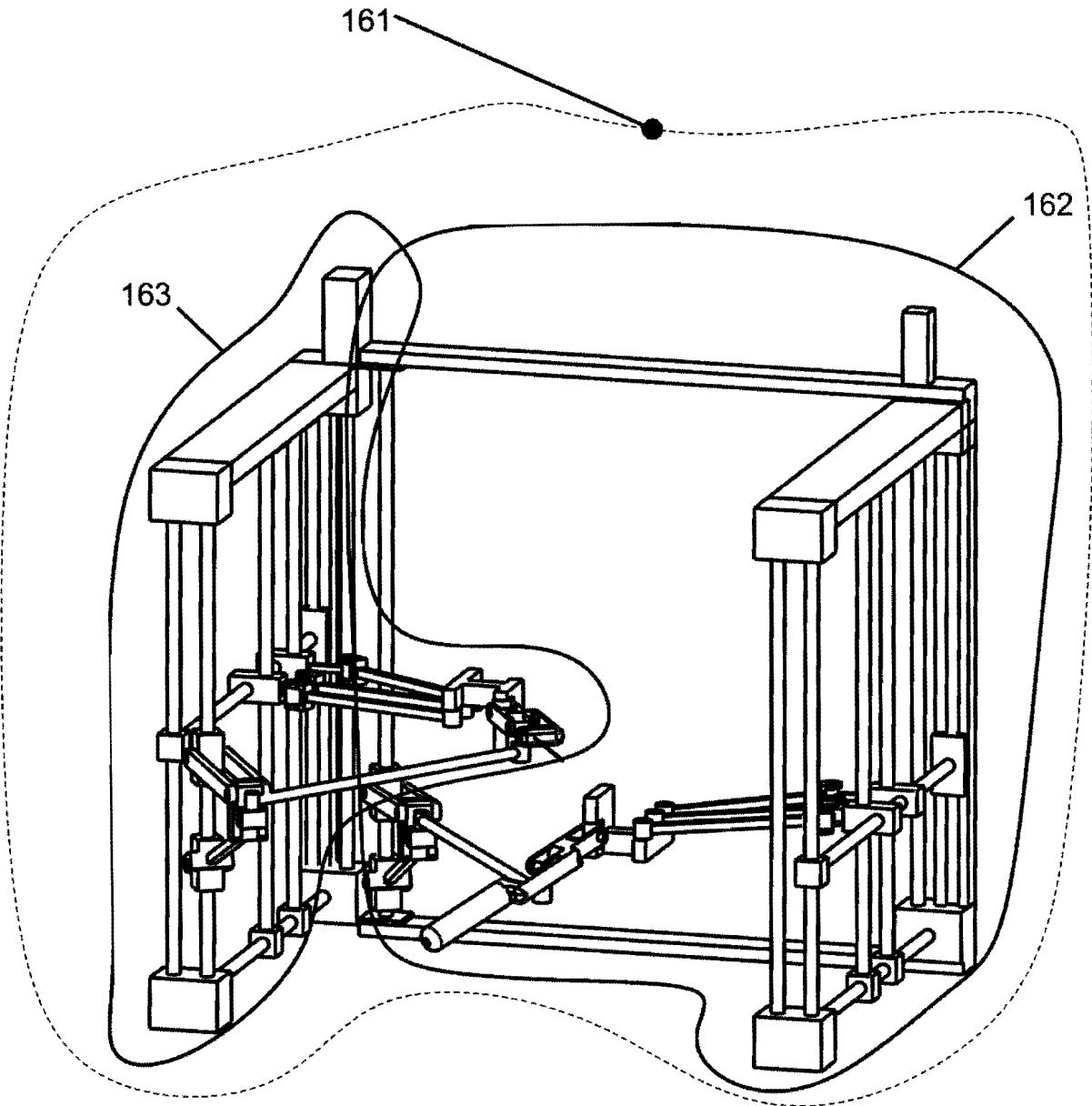


Figura 7

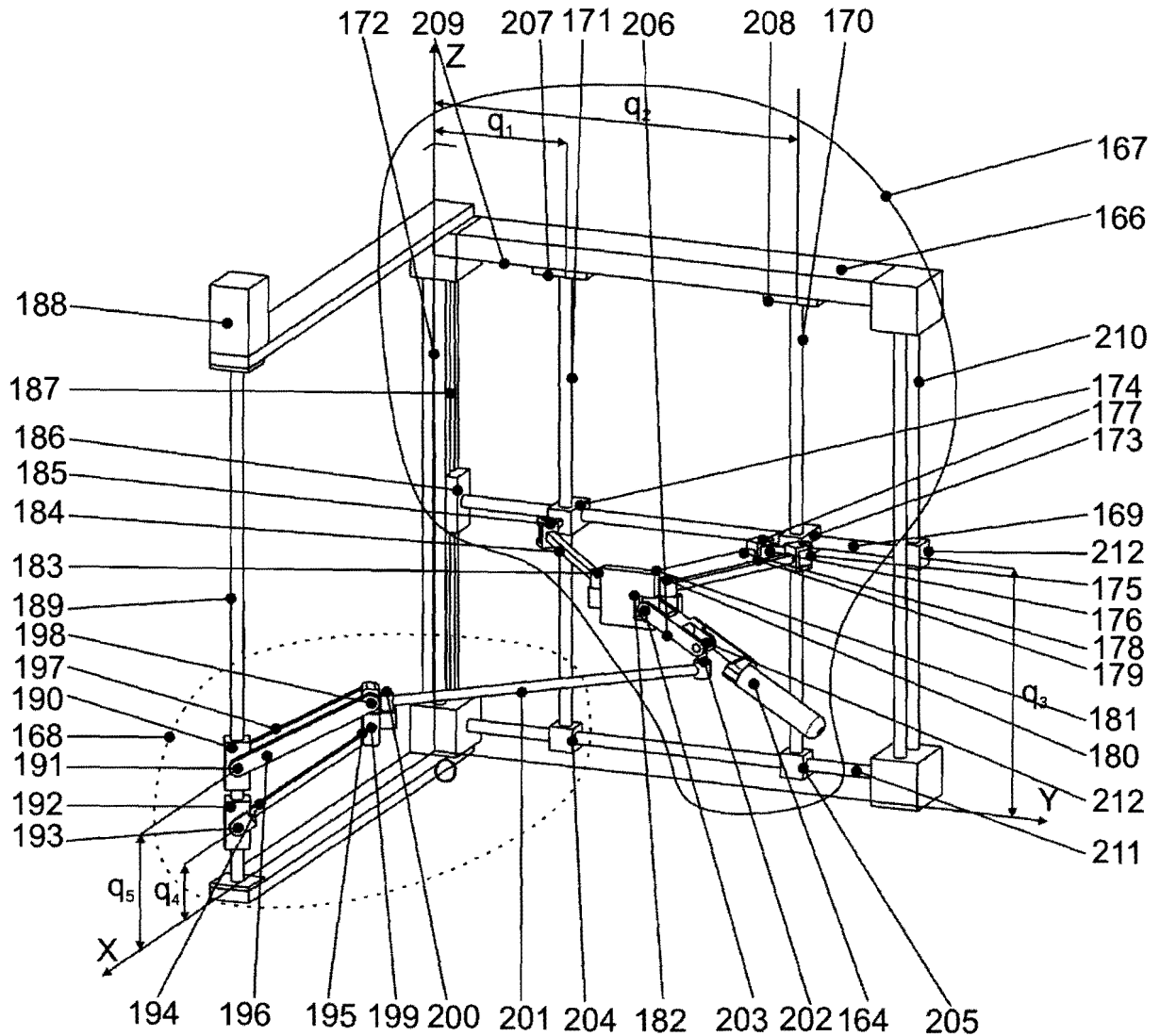


Figura 8

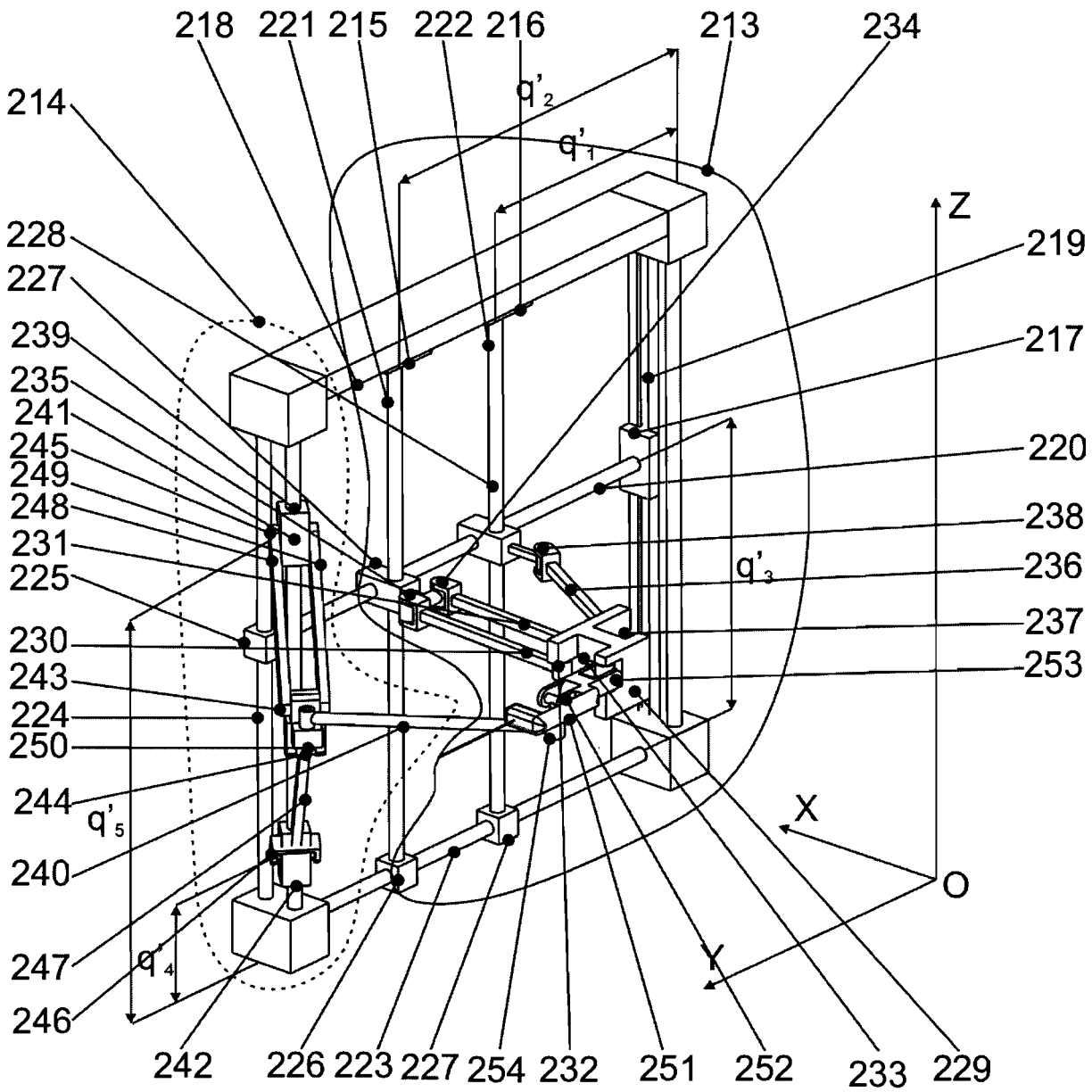


Figura 9