



(12)

CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: **a 2015 00761**

(22) Data de depozit: **26/10/2015**

(41) Data publicării cererii:
28/04/2017 BOPI nr. **4/2017**

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

(72) Inventatori:
• **VAIDA LIVIU CĂLIN, STR. TEILOR NR.10,
SC.2, AP.21, FLOREȘTI, CJ, RO;**

• **PÎSLĂ DOINA LIANA, STR.HATEG
NR.26/7, CLUJ-NAPOCA, CJ, RO;**
• **TUCAN PAUL GEORGE-MIHAI,
STR. PRINCIPALĂ NR. 30,
COMUNA CĂIANU, VĂLENI, CJ, RO;**
• **PLITEA NICOLAE, STR.MOISE NICOARĂ
NR.18, CLUJ- NAPOCA, CJ, RO;**
• **GHERMAN BOGDAN GEORGE,
STR. HELTAI GAȘPAR NR. 70,
CLUJ-NAPOCA, CJ, RO**

(54) **ROBOT PARALEL PENTRU BIOPSIA TRANSPERINEALĂ A PROSTATEI**

(57) Rezumat:

Invenția se referă la o structură robotică paralelă, pentru biopsia transperineală a prostatei. Structura robotică (1), conform invenției, este alcătuită din două module, unul pentru ghidarea sondei ecografice endorectale, și celălalt pentru ghidarea pistolului de biopsie, structurile robotice care alcătuiesc modulele de ghidare pentru sonda ecografică și pistolul de biopsie fiind mecanisme hibride cu 4, respectiv, 3 grade de mobilitate, iar poziționarea și orientarea sondei ecografice și a pistolului de biopsie se realizează prin antrenarea motoarelor sistemelor robotice paralele, ale structurii robotice paralele, pentru biopsia transperineală a prostatei.

Revendicări: 4
Figuri: 3

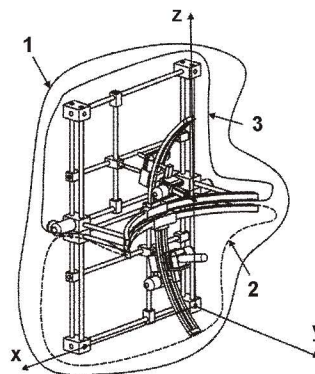


Fig. 1



60

ROBOT PARALEL PENTRU BIOPSIA TRANSPERINEALĂ A PROSTATEI

Invenția se referă la un sistem robotic **pentru biopsia transperineală a prostatei**, alcătuit din două module (roboți paraleli), unul destinat poziționării și orientării sondei ecografice, iar celălalt poziționării și orientării pistolului de biopsie, care lucrează împreună, având același sistem de coordonate. Primul modul este pentru poziționarea sondei ecografice și are 4 grade de mobilitate iar cel de al doilea modul, pentru poziționarea și inserarea acului are 3 grade de mobilitate mișcarea de rotație în jurul propriei axe a acului nefiind necesară. Funcționarea sistemului se bazează pe un punct fix denumit RCM(Remote Center of Motion) definit prin arhitectura robotului.

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.

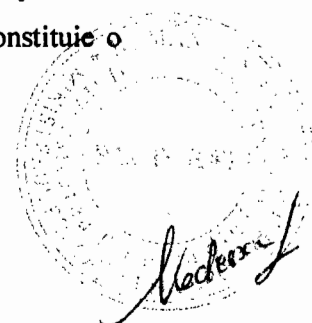
Un alt sistem robotizat de execuție a biopsiei prostatei este PNEUSTEP, brevet WO2014/058833 A1 și constă într-o platformă mobilă acționată prin motoare pneumatice speciale pentru a opera sub mașina de prelevare imagistică prin rezonanță magnetică. Platforma are 3 GDL pentru poziționarea sondei TRUS 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.

În curs de brevetare se mai află și o familie de roboți pentru biopsia transperineală a prostatei având numărul de brevet de invenție a 2015 00191. Obiectul acestui brevet îl constituie o



familie de roboți paraleli (BIO-PROS-1, BIO-PROS-2 și BIO-PROS-3) fiecare structură robotică este alcătuită din două module (roboți paraleli), un modul cu 5 grade de mobilitate pentru conducerea sondei endorectale respectiv un modul cu 5 grade de mobilitate pentru conducerea pistolului de biopsie.

Problema tehnică rezolvată cu ajutorul prezentei propuneri de invenție constă în realizarea unui sistem robotic paralel cu ajutorul căruia 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 sistemului robotic propus 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.

Sistemul robotic propus 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.

Cele două module propuse au 4 respectiv 3 grade de mobilitate și sunt de familia $F=0$, prima conținând un număr de 4 cuple active prin intermediul cărora se asigură poziționarea și orientarea sondei ecografice. Cel de al doilea modul are un număr de 3 cuple active prin intermediul cărora se asigură poziționarea și orientarea pistolului de biopsie.

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

Figura 1 – reprezintă schema cinematică a robotului PBS-BOT, (1), cu șapte grade de mobilitate format din două module, primul modul(2) are 4 grade de mobilitate pentru ghidarea sondei ecografice endorectale(4), iar cel de-al doilea, (3), pentru ghidarea pistolului (acului) de biopsie(5) are 3 grade de mobilitate;

Figura 2 – reprezintă schema cinematică a modului 2 a robotului paralel cu 7 grade de mobilitate PBS-BOT(1),având drept mecanism conducător un mecanism paralel cu două grade de mobilitate (q_1, q_2), un mecanism de translație pentru inserția sondei endorectale 4 (q_3),și o cuplă de rotație pentru orientarea în jurul propriei axe a sondei endorectale 4(q_4);



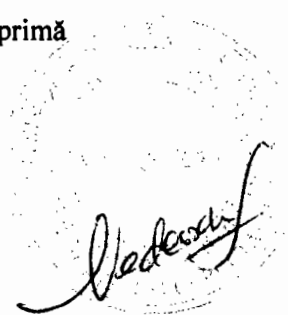
26-10-2015

Figura 3 – reprezintă schema cinematică a modului 3 a robotului paralel cu șapte grade de mobilitate PBS-BOT, având drept mecanism conducător un mecanism paralel cu două grade de mobilitate (q_5, q_6), un mecanism de translație pentru inserția acului de biopsie 5 (q_7), mișcarea de rotație în jurul propriei axe a acului nu mai este necesară în cadrul acestui modul robotic.

Este prezentată în continuare structura robotică paralelă pentru biopsia transperineală a prostatei.

Robotul PBS-BOT destinat biopsiei transperineale a prostatei, 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 cinematische (2 și 3) sunt montate pe un suport (batiul 6).

Primul modul al robotului PBS-BOT (1) este pentru ghidarea sondei ecografice endorectale 4, acționarea principală a acestui modul este constituită dintr-un mecanism paralel cu 2 grade de mobilitate care dau mișcarea în planul XOZ. Motoreductorul 7 transmite mișcarea de rotație tijei filetate (șurub cu bile) 8, de-a lungul axei tijei filetate 8, piulița 9 execută o mișcare de translație (rezultată din mișcarea compusă de roto-translație a mecanismului șurub-piuliță 8+9), tija 10 este fixată de piulița 9 preluând de la aceasta mișcarea de translație fiind fixată în partea opusă în bucșa 15 care culisează de-a lungul ghidajului 32. Cel de al doilea grad de mobilitate al mecanismului conducător este dat de către motoreductorul 11 care transmite mișcarea de rotație tijei filetate (șurub cu bile) 12, de-a lungul a cărei axe piulița 13 execută o mișcare de translație (rezultată din mișcarea compusă de roto-translație a mecanismului șurub-piuliță 12+13), tija 14 este fixată de piulița 13 preluând de la aceasta mișcarea de translație fiind fixată în partea opusă în bucșa 17 care culisează de-a lungul ghidajului 18. La intersecția tijelor 10 cu 14 este amplasată bucșa 16 care execută mișcare de translație față de axa OX dată prin atașarea ei de tija 10 și mișcare de translație față de axa OZ prin atașarea ei de tija 14, prin amplasarea cuplei 16 la intersecție celor două tije rezultă o mișcare compusă plan-paralelă a bucșei 16. Mișcarea este transmisă elementelor următoare prin atașarea tijei 20 bucșei 16 printr-o cuplă pasivă de translație 19. Elementul 20 este la rândul lui conectat cu suportul motor 22 printr-o cuplă sferică 21 ce permite mișcare modulului ecografic de-a lungul ghidajului circular 27 încastrat în elementul de ghidare 28 care la rândul lui execută o mișcare de-a lungul ghidajului circular 28 încastrat în cadrul robotului 6 prin intermediul tijelor 30 și 31. Al treilea grad de mobilitate este dat de către motoreductorul 23 care imprimă



26-10-2015

o mișcare de translație tijei 24 pe care este fixat suportul sondei endorectale 4, numerotat în figură cu numărul 25. Cel de al treilea grad de mobilitate al modulului reprezintă o mișcare independentă, folosită pentru inserția sondei endorectale 4. Cel de al patrulea grad de mobilitate al modulului este dat de către motoreductorul 26 care imprimă o mișcare de rotație în jurul propriei axe sondei endorectale 4. Cel de al patrulea grad de mobilitate este la rândul lui independent față de celelalte mișcări ale modulului. Datorită ghidajelor circulare 27 și 29 orientarea sondei endorectale 4 se schimbă păstrând un punct fix (RCM) constituit de centrul sferei format de către cele două ghidaje. Acest punct fix RCM poate fi atins din orice orientare a modulului de inspecție endorectal.

Cel de al doilea modul al robotului PBS-BOT (1) este pentru ghidarea pistolului de biopsie 5, acționarea principală a acestui modul este constituită dintr-un mecanism paralel cu 2 grade de mobilitate care dau mișcarea în planul XOZ. Motoreductorul 33 transmite mișcarea de rotație tijei filetate (șurub cu bile) 34, de-a lungul axei tijei filetate 34, piulița 35 execută o mișcare de translație (rezultată din mișcarea compusă de roto-translație a mecanismului șurub-piuliță 34+35), tija 36 este fixată de piulița 35 preluând de la aceasta mișcarea de translație fiind fixată în partea opusă în bucșa 41 care culisează de-a lungul ghidajului 58. Cel de al doilea grad de mobilitate al mecanismului conducător este dat de către motoreductorul 37 care transmite mișcarea de rotație tijei filetate (șurub cu bile) 38, de-a lungul a cărei axe piulița 39 execută o mișcare de translație (rezultată din mișcarea compusă de roto-translație a mecanismului șurub-piuliță 38+39), tija 40 este fixată de piulița 39 preluând de la aceasta mișcarea de translație fiind fixată în partea opusă în bucșa 43 care culisează de-a lungul ghidajului 44. La intersecția tijelor 36 cu 40 este amplasată bucșa 42 care execută mișcare de translație față de axa OX dată prin atașarea ei de tija 36 și mișcare de translație față de axa OZ prin atașarea ei de tija 40, prin amplasarea cuplei 42 la intersecție celor două tije rezultă o mișcare compusă plan-paralelă a bucșei 42. Mișcarea este transmisă elementelor următoare prin atașarea tijei 46 bucșei 42 printr-o cuplă pasivă de translație 45. Elementul 46 este la rândul lui conectat cu suportul motor 48 printr-o cuplă sferică 47 ce permite mișcare pistolului de biopsie de-a lungul ghidajului circular 53 încastrat în elementul de ghidare 54 care la rândul lui execută o mișcare de-a lungul ghidajului circular 55 încastrat în cadrul robotului 6 prin intermediul tijelor 56 și 57. Al treilea grad de mobilitate este dat de către motoreductorul 49 care imprimă o mișcare de translație tijei 50 pe care este fixat suportul pistolului de biopsie 5, numerotat în figură cu numărul 51. Cel de al treilea grad de mobilitate al modulului reprezintă o mișcare independentă, folosită pentru inserția acului pistolului de biopsie 5.



26 -10- 2015

Datorită ghidajelor circulare 53 și 59 orientarea pistolului de biopsie 5 se schimbă păstrând un punct fix (RCM) constituit de centrul sferei format de către cele două ghidaje. Acest punct fix RCM poate fi atins din orice orientare a modului de conducere a pistolului de biopsie.



REVENDICĂRI

Revendicare 1. Structura robotică paralelă pentru biopsia transperineală a prostatei, **caracterizată prin aceea că** sistemul robotic paralel prezentat (figura 1) permite manipularea sondei ecografice și a pistolului de biopsie pentru realizarea ecoghidată a biopsiei transperineale a prostatei.

Revendicare 2. Structură robotică paralelă pentru biopsia transperineală a prostatei conform revendicării 1, **caracterizată prin aceea că** sistemul robotic paralel este format din două module, fiecare modul (pentru poziționarea sondei, respectiv a acului) având 4 grade de mobilitate, respectiv 3 grade de mobilitate, permițând poziționarea în spațiu a efectorului final – sonda ecografică, respectiv acul pistolului de biopsie și orientarea acestuia în jurul a trei, respectiv două axe, suprimând doar mișcarea de rotație proprie a acului care nu este necesară în aceste aplicații.

Revendicare 3. Structură robotică paralelă pentru biopsia transperineală a prostatei conform revendicărilor 1 și 2, **caracterizată prin aceea că** robotul destinat biopsierii transperineale a prostatei, 1, numit de acum **PBS-BOT**, 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. Structură robotică paralelă pentru biopsia transperineală a prostatei conform revendicării 3, **caracterizată prin aceea că** robotul este format (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).

A handwritten signature in black ink is written over a circular, faint stamp. The signature appears to be 'Vedrasu'.

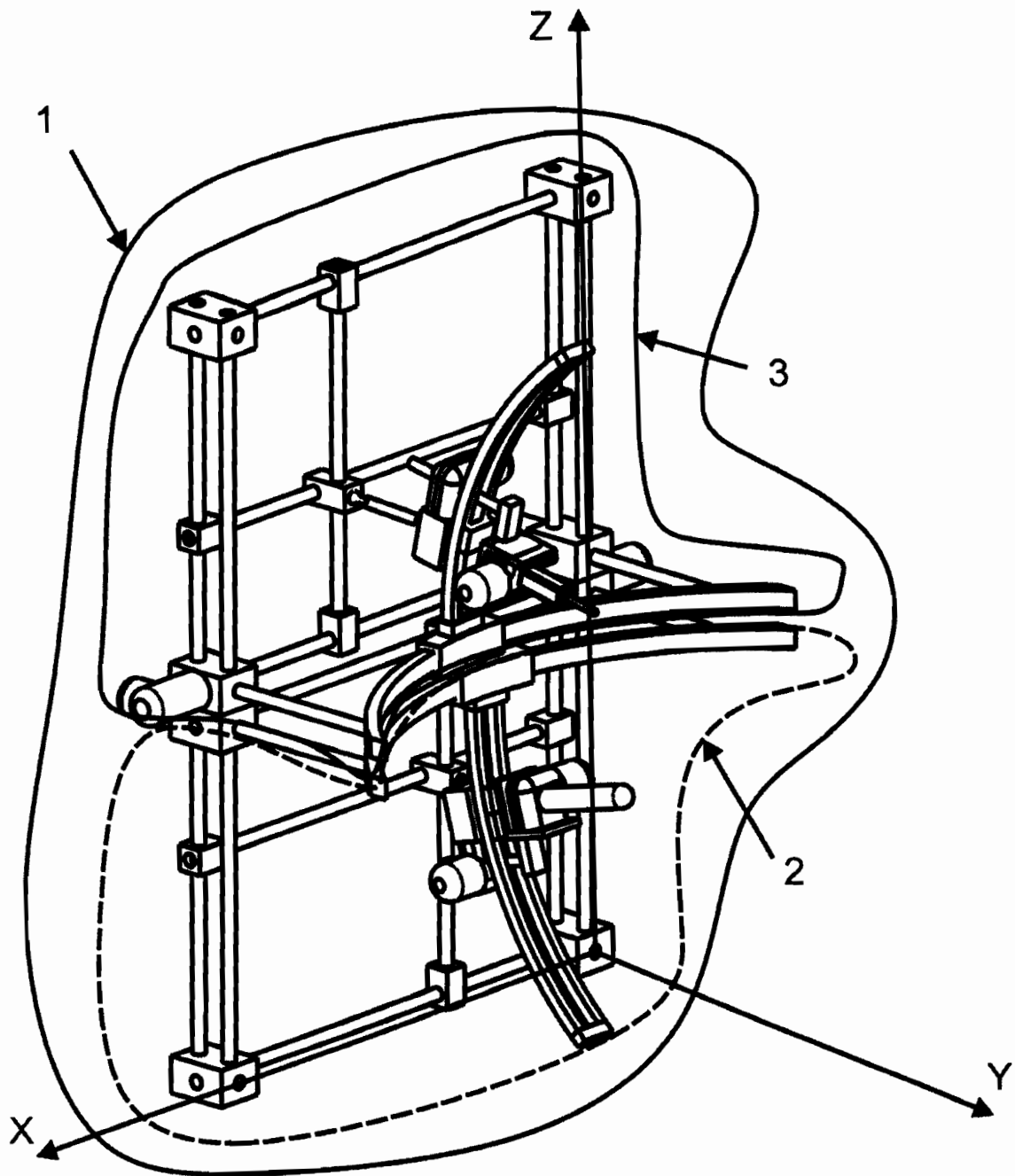


Figura 1

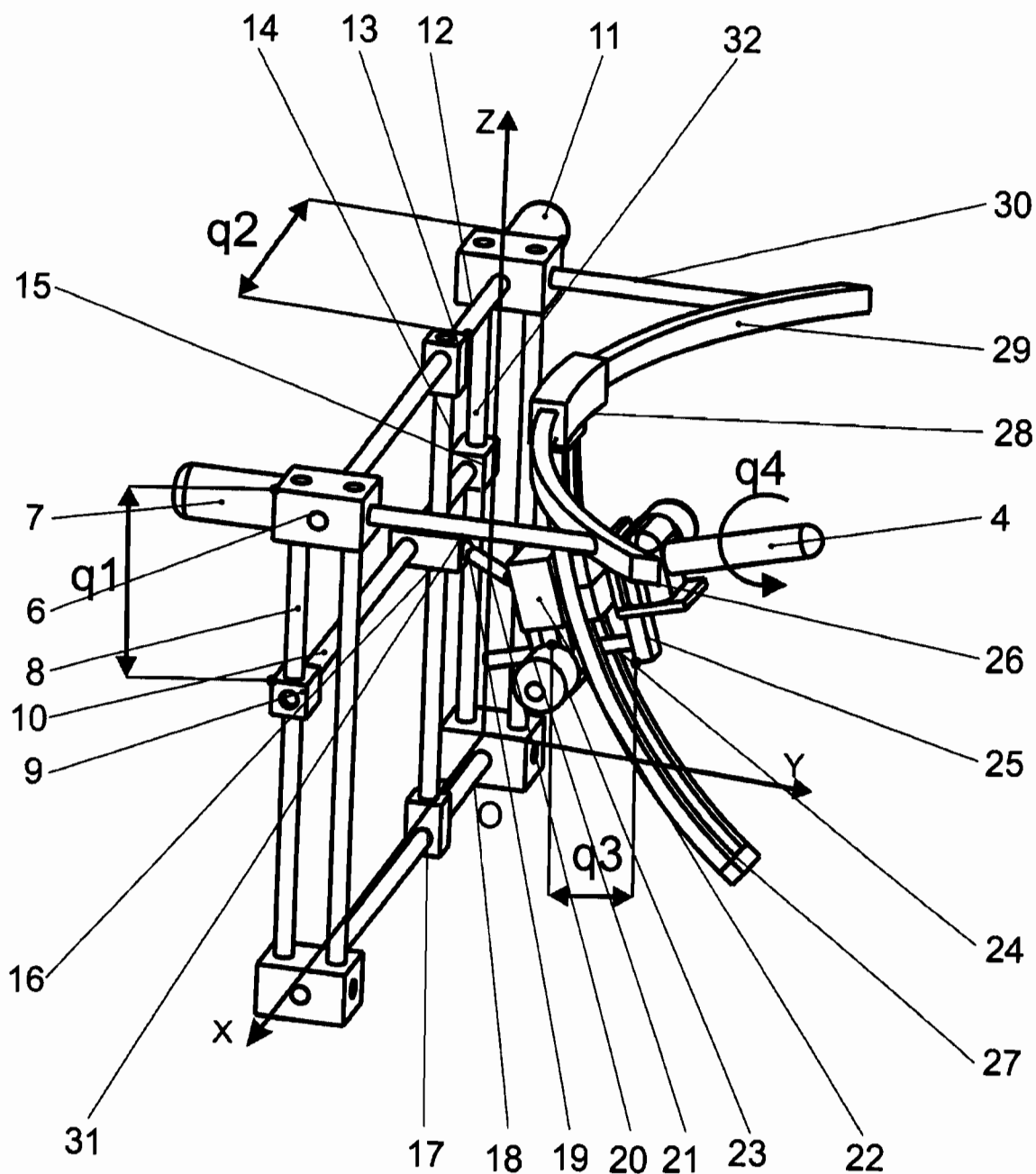


Figura 2

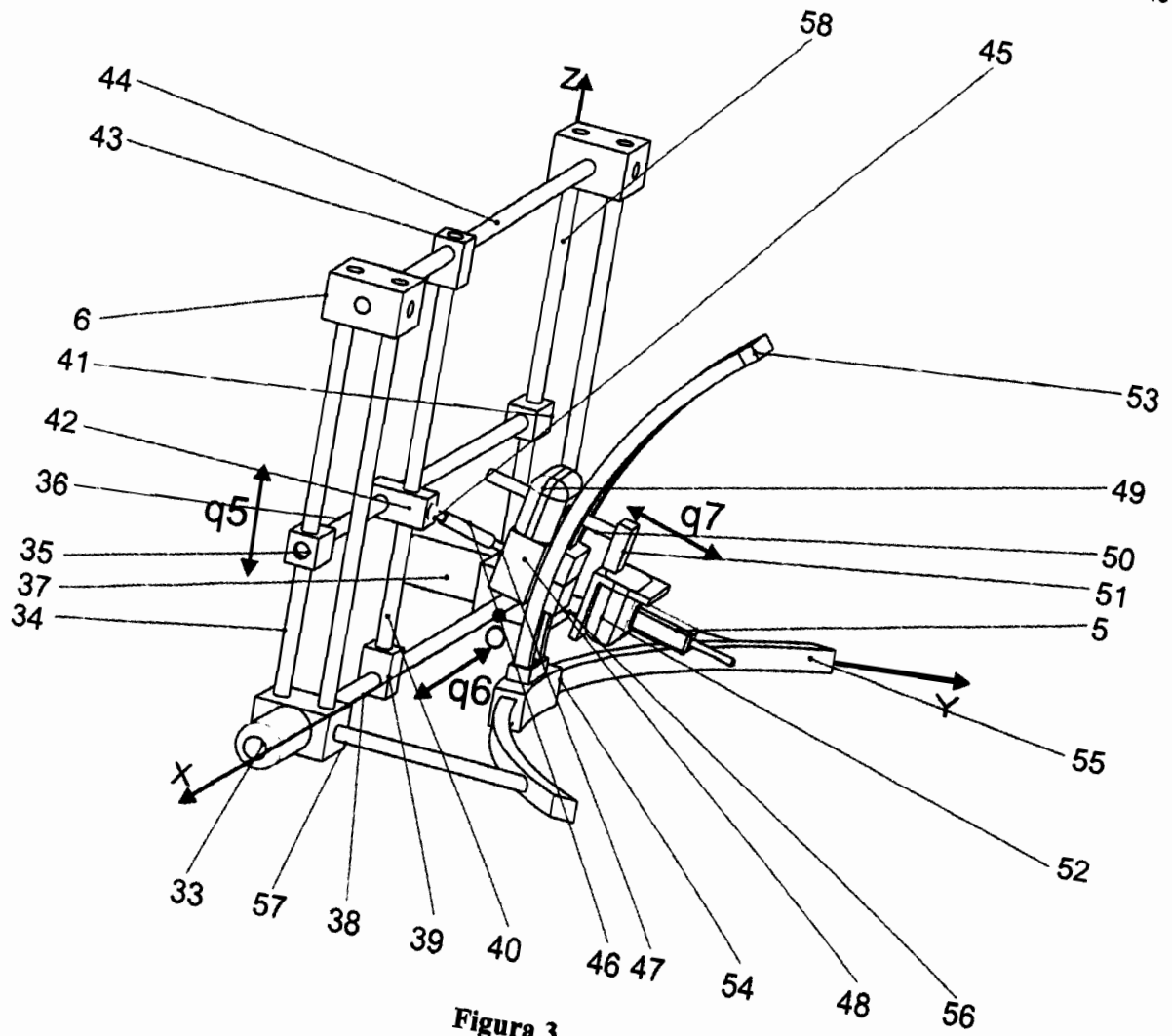


Figura 3