

(12)

BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: **a 2018 01017**

(22) Data de depozit: **03/12/2018**

(45) Data publicării mențiunii acordării brevetului: **30/10/2024** BOPI nr. **10/2024**

(41) Data publicării cererii:
30/06/2020 BOPI nr. **6/2020**

(73) Titular:
• **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, COMUNA FLOREȘTI, CJ, RO;**
• **GHERMAN BOGDAN GEORGE,
STR. HELTAI GAȘPAR NR. 70,
CLUJ- NAPOCA, CJ, RO;**
• **TUCAN PAUL GEORGE MIHAI,
STR. OAȘULUI 86-90, BL.H2, AP.105, ET.6,
CLUJ-NAPOCA, CJ, RO**

(56) Documente din stadiul tehnicii:
**EP 3315088 A1; ES 2390436 A1;
JP 6396987 B2**

(54) **ROBOT PARALEL PENTRU TRATAMENTUL
LAPAROSCOPIC AL CANCERULUI DE FICAT**

Examinator: ing. MARIN MIHAIL DAN



Orice persoană are dreptul să formuleze în scris și motivat, la
OSIM, o cerere de revocare a brevetului de invenție, în termen
de 6 luni de la publicarea mențiunii hotărârii de acordare a
acesteia

RO 134189 B1

1 Prezenta invenție se referă la un sistem robotic pentru tratamentul laparoscopic al
2 tumorilor hepatice neoperabile, sistem alcătuit din două module robotice, primul modul fiind
3 destinat poziționării sondei ecografice iar cel de al doilea modul este destinat poziționării cu
4 precizie a acului de livrare a tratamentului. Modulul pentru ghidarea sondei ecografice
5 hepatice are 5 grade de libertate iar cel de al doilea modul (pentru inserarea acului de livrare
6 a tratamentului) este asemănător cu cel de ghidare al sondei având tot 5 grade de mobilitate.

7 În literatura de specialitate este definit sistemul robotic pentru radioterapia tumorilor,
8 brevet **CN 101015723 A**, sistem robotic care folosește pentru livrarea tratamentului un robot
9 serial articulată cu 6 grade de libertate, cu o sarcină portantă de aproximativ 240 kg, o rază
10 de lucru de 1 m, și o repetabilitate de 0.2 mm. Pentru tratament sistemul nu ghidează un ac
11 sau o sondă ecografică ci o sursă de radiație cu o masă de 150 kg.

12 Un alt sistem robotizat folosit în tratamentul tumorilor hepatice este **US20070021738**
13 **A1**, acesta folosește de asemenea un braț robotic articulată capabil să manipuleze un
14 instrument, fie acesta ac, sondă ecografică, lampă laparoscopică sau cleva. Sistemul vine
15 ca un ajutor pentru chirurg în timpul tratamentului, având nevoie de un operator uman pentru
16 schimbarea ustensilelor pe parcursul procedurii.

17 Printre sistemele robotice de livrare a tratamentului pentru tumorile hepatice se
18 regăsește și sistemul **US 20120016175 A1**. Acest sistem robotic folosește un braț robotic
19 generic pentru a livra o capsulă radioactivă în zona de tratament. Procedura este tăcută de
20 către chirurg, folosindu-se brațul robotic cu ustensilele adecvate de livrare a capsulei radio-
21 active în funcție de poziția acesteia.

22 În documentul **EP 3315088 A1** este dezvăluit un robot chirurgical care cuprinde o
23 bază dispusă sub o masă chirurgicală, configurată pentru a fi mobilă într-o direcție
24 longitudinală a mesei chirurgicale având cel puțin două brațe multi-articulate care sunt confi-
25 gurate astfel încât un instrument medical să poată fi montat la un capăt al fiecăruia dintre
26 brațe, având fiecare cel puțin șase grade de libertate.

27 În documentul **ES 2390436 A1** este prezentat un braț robotic cu o structură cine-
28 matică paralelă, care asigură rigiditate și robustețe dispozitivului și care are cel puțin patru
29 grade de libertate, fiind prevăzut suplimentar cu un schimbător automat de instrumente.
30 Brațul robotic cuprinde de preferință cinci dispozitive de acționare, dintre care patru sunt
31 folosite pentru a executa cele patru grade de libertate și al cincilea pentru a controla
32 schimburile de instrumente. Fiecare braț este mic și are suficientă capacitate dinamică
33 pentru a efectua sarcini chirurgicale.

34 Brevetul **JP 6396987 B2** dezvăluie un sistem chirurgical modular ce oferă 7 grade
35 de mobilitate și care include unul sau mai multe brațe chirurgicale cuplabile la dispozitive de
36 fixare și configurate pentru a susține unul sau mai multe instrumente chirurgicale, prevăzut
37 cu un sistem de control electronic configurat pentru a controla funcționarea ansamblului de
38 braț și instrumente.

39 Problema tehnică pe care o rezolvă invenția constă în realizarea unui sistem robotic
40 destinat tratamentului laparoscopic al tumorilor hepatice neoperabile, care prin lanțurile
41 cinematice ale structurii paralele asigură o bună dexteritate atât în ghidarea sondei
42 ecografice hepatice cât și în poziționarea acului de livrare a tratamentului și care datorită
43 formei sale constructive, permite fixarea sistemului robotic direct de patul pacientului, făcând
44 mult mai facilă aplicarea tratamentului.

45 Soluția de rezolvare a acestei probleme constă într-o structură robotică paralelă
46 pentru tratamentul laparoscopic al tumorilor hepatice neoperabile, compusă dintr-un prim
47 și un al doilea modul robotic dispuse pe un cadru proiectat pentru a putea fi fixat pe patul

unui pacient, întreaga structură fiind acționată cu ajutorul unor motoare rotative, în care fiecare modul robotic având un număr de 5 grade de libertate și cuprinzând două mecanisme paralele, prin intermediul cărora se asigură poziționarea și orientarea în jurul a două axe a unei sonde ecografice hepatice, respectiv a unui ac pentru livrarea tratamentului.

Într-o variantă preferată de realizare primul modul robotic al structurii robotice paralele pentru tratamentul laparoscopic al tumorilor hepatice neoperabile este compus din două mecanisme paralele, prin intermediul primului mecanism care este prevăzut cu 3 grade de libertate realizându-se poziționarea sondei ecografice hepatice în plan vertical sub acțiunea unui prim moto-reductor, iar în planul xOy sub acțiunea unui al doilea și al treilea moto-reductor, iar prin intermediul celui de-al doilea mecanism realizându-se orientarea sondei ecografice hepatice, prin acționarea unui al patrulea moto-reductor rezultând o mișcare de rotație a sondei ecografice hepatice în jurul unei axe paralele Ox, în timp ce prin acționarea unui al cincilea moto-reductor rezultă o rotație a sondei în jurul unei axe paralele cu axa Oy.

Într-un alt exemplu preferat de realizare, al doilea modul robotic al structurii robotice paralele pentru tratamentul laparoscopic al tumorilor hepatice neoperabile este compus din două mecanisme paralele, prin intermediul primului mecanism care este prevăzut cu 3 grade de libertate realizându-se poziționarea acului de livrare a tratamentului în plan vertical sub acțiunea unui moto-reductor, iar în planul xOy sub acțiunea unui al doilea și respectiv al treilea moto-reductor, iar prin intermediul celui de-al doilea mecanism realizându-se orientarea acului de livrare a tratamentului, prin acționarea unui al patrulea moto-reductor rezultând o mișcare de rotație a acului în jurul unei axe paralele Ox, în timp ce prin acționarea unui al cincilea moto-reductor rezultă o rotație a acului în jurul unei axe paralele cu axa Oy.

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

- fig. 1, reprezintă structura robotică cu 2 module a câte 5 grade de mobilitate fiecare, primul modul 3 are 5 grade de mobilitate pentru ghidarea sondei ecografice hepatice, iar cel de-al doilea 4, pentru ghidarea acului de tratament are de asemenea 5 grade de mobilitate, ambele module sunt asamblate pe cadrul 2;

- fig. 2, reprezintă poziționarea celor două mecanisme paralele 5 și 6 în cadrul modulului de ghidare a sondei ecografice hepatice;

- fig. 3a, reprezintă mecanismul de poziționare a sondei ecografice hepatice, mecanism care are în componență 1 cuplă activă de translație q_1 , două cuple active de rotație q_2 și q_3 , 6 cuple pasive de rotație 8, 12, 20, 25, 25a și 29 și o cuplă cardanică 31;

- fig. 3b, reprezintă mecanismul de orientare al sondei ecografice hepatice, mecanism compus din 2 cuple active de translație q_4 și q_5 , 2 cuple pasive de rotație 38 și 44, o cuplă pasivă de translație compusă din elementele 46 și 45, o cuplă cardanică 47 și două cuple de translație pasive compuse din elementele 32, 34 și 42, 43;

- fig. 4, reprezintă poziționarea celor două mecanisme paralele 48 și 49 în cadrul modulului de ghidare a acului de tratament;

- fig. 5a, reprezintă mecanismul de poziționarea a acului de tratament, mecanism care are în componență 1 cuplă activă de translație q_1 , două cuple active de rotație q_2 și q_3 , 6 cuple pasive de rotație 53, 56, 58, 65, 73, 73a și o cuplă cardanică 51;

- fig. 5b, reprezintă mecanismul de orientare al acului de tratament, mecanism compus din 2 cuple active de translație q_4 și q_5 , 2 cuple pasive de rotație 85 și 92, o cuplă pasivă de translație compusă din elementele 94 și 93, o cuplă cardanică 78 și două cuple de translație pasive compuse din elementele 88, 89 și 79, 80.

Este prezentată în continuare structura robotică paralelă pentru tratamentul laparoscopic al tumorilor hepatice.

1 Robotul paralel este alcătuit conform fig. 1 din două module robotice 3 și 4 care
lucrează împreună cu scopul de a trata tumorile neoperabile identificate în volumul ficatului.
3 Cele două module robotice sunt așezate pe un cadru de aluminiu 2, proiectat pentru a fi fixat
de patul pacientului. Sistemul robotic este acționat cu ajutorul motoarelor rotative 9, 21, 18,
5 33, 35, 77, 60, 66, 81, 82 amplasate pe cadrul robotului 2.

Primul modul robotic al sistemului este destinat ghidării controlate a sondei ecografice
7 pentru investigații hepatice și este compus la rândul lui din 2 mecanisme paralele 5 și 6 al
cărora amplasament se poate observa în fig. 2.

9 În fig. 3a este prezentat primul mecanism 5 din cadrul modului de ghidare a sondei
ecografice hepatice 3, acesta fiind un mecanism cu 3 grade de mobilitate prin intermediul
11 căruia se realizează poziționarea sondei ecografice hepatice 7. Poziționarea sondei
ecografice în plan vertical se face prin acționarea moto-reductorului 9 care este conectat la
13 tija filetată 13 care formează un mecanism șurub- piuliță cu piulița încastrată în cadrul plăcii
portante 14. Poziționarea sondei ecografice hepatice în planul XOY se face cu ajutorul
15 moto-reductoarelor 21 și 18. Moto-reductorul 21 este conectat la cupla de rotație activă 19-q₂
care împreună cu cupla de rotație pasivă 20, elementele 19a și 20a, formează un prim
17 mecanism paralelogram care se închide pe placa de legătură 30a prin intermediul a două
cuple pasive de rotație 25 și 25a care la rândul lor formează cel de al doilea mecanism
19 paralelogram prin intermediul elementelor 26 și 27 care închid mecanismul paralelogram prin
intermediul cuplelor pasive de rotație 8 și 29 situate pe placa 30. Moto-reductorul 18 este
21 conectat la cupla de rotație activă 17-q₃ care acționează elementul 28 care la rândul lui
23 transmite mai departe mișcarea prin intermediul cuplei pasive de rotație 12, elementului 10
care la rândul lui este conectat plăcii de legătură 30 prin cupla de rotație 8. Sonda ecografică
hepatică 7 este atașată plăcii de legătură 30 prin intermediul cuplei cardanice 31.

25 Cel de al doilea mecanism 6 este prezentat în fig. 3b și reprezintă mecanismul de
orientare a sondei ecografice hepatice. Prin acționarea moto-reductorului 33 conectat la tija
27 filetată 36 care prin rotație declanșează deplasarea liniară a cuplei de translație (piuliță)
37-q₄, țeava 45 este atașată rigid cuplei de translație 37. Moto-reductorul 35 acționează tija
29 filetată 40 care declanșează deplasarea liniară a cuplei de translație 39-q₅. Elementul 41
este atașat cuplei de translație 39 prin intermediul cuplei de rotație pasivă 38 și prin
31 intermediul cuplei de rotație 44 este atașată barei 46 care translatează în interiorul țevii 45,
la capătul barei 46 se află cupla cardanică 47 se leagă de modulul cu 3 grade de mobilitate
33 11 care ghidează sonda ecografică. Prin acționarea moto-reductorului 33 rezultă o mișcare
de rotație a sondei ecografice hepatice în jurul unei axe paralele cu OX în timp ce prin
35 acționarea moto-reductorului 35 rezultă rotația sondei în jurul unei axe paralele cu axa OY.
Prin intermediul cuplelor de translație pasive formate din barele de alunecare 34 și 42 și
37 rulmenții de alunecare 32 și 43 are loc deplasarea în plan vertical a întregului modul de
orientare a sondei ecografice.

39 Cel de al doilea modul robotic al sistemului este destinat ghidării controlate a acului
pentru tratament și este compus la rândul lui din 2 mecanisme paralele 48 și 49 al cărora
41 amplasament se poate observa în fig. 4.

În fig. 5a este prezentat primul mecanism 48 din cadrul modului de ghidare a acului
43 de livrare a tratamentului 4, acesta fiind un mecanism cu 3 grade de mobilitate prin
intermediul căruia se realizează poziționarea acului de tratament 50. Poziționarea acului în
45 plan vertical se face prin acționarea moto-reductorului 77 care este conectat la tija filetată
70 care formează un mecanism șurub- piuliță cu piulița încastrată în cadrul plăcii portante

72. Poziționarea acului în planul XOY se face cu ajutorul moto-reductoarelor 60 și 66 . Moto-reductorul 60 este conectat la cupla de rotație activă 61-q₂ , care împreună cu cupla de rotație pasivă 65 , elementele 59 și 62 , formează un prim mecanism paralelogram care se închide pe placa de legătură 57 prin intermediul a două cuple pasive de rotație 56 și 58 care la rândul lor formează cel de al doilea mecanism paralelogram prin intermediul elementelor 54 și 55 care închid mecanismul paralelogram prin intermediul cuplelor pasive de rotație 53 și 73a situate pe placa 52 . Moto-reductorul 66 este conectat la cupla de rotație activă 67-q₃ , care acționează elementul 68 care la rândul lui transmite mai departe mișcarea prin intermediul cuplei pasive de rotație 73 , elementului 74 care la rândul lui este conectat plăcii de legătură 52 prin cupla de rotație 73a . Acul de tratament 50 este atașată plăcii de legătură 52 prin intermediul cuplei cardanice 51 .	1 3 5 7 9 11
Cel de al doilea mecanism 49 este prezentat în fig. 5b și reprezintă mecanismul de orientare al acului de livrare a tratamentului. Prin acționarea moto-reductorului 81 conectat la tija filetată 90 care prin rotație declanșează deplasarea liniară a cuplei de translație (piuliță) 91-q₄ , țeava 93 este atașată rigid cuplei de translație 92 . Moto-reductorul 82 acționează tija filetată 87 care declanșează deplasarea liniară a cuplei de translație 84-q₅ . Elementul 86 este atașat cuplei de translație 84 prin intermediul cuplei de rotație pasivă 85 și prin intermediul cuplei de rotație 92 este atașată barei 94 care translatează în interiorul țevii 93 , la capătul barei 94 se află cupla cardanică 78 care face legătura cu suportul acului de tratament 50 . Prin acționarea moto-reductorului 81 rezultă o mișcare de rotație a sondei ecografice hepatice în jurul unei axe paralele cu OX în timp ce prin acționarea moto-reductorului 82 rezultă rotația acului în jurul unei axe paralele cu axa OY. Prin intermediul cuplelor de translație pasive formate din barele de alunecare 79 și 89 și rulmenții de alunecare 80 și 88 are loc deplasarea în plan vertical a întregului modul de orientare a acului de tratament.	13 15 17 19 21 23
Aplicația specifică a sistemului robotic o reprezintă realizarea tratamentului laparoscopic al tumorilor hepatice neoperabile prin inserarea unui ac de livrare a medicamentelor în ficat, ac monitorizat în timp real cu ajutorul unei sonde ecografice hepatice ghidată de către același sistem robotic.	25 27
Sistemul robotic 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 hepatice precum și a acului de tratament astfel încât să se poată livra cu ușurință medicamentul spre zona afectată, cu evitarea riscului de lezare a organelor adiacente zonei hepatice.	29 31 33
Cele două module propuse au fiecare câte 5 grade de mobilitate și sunt de familia F=1, prima conținând un număr de 5 cuple active prin intermediul cărora se asigură poziționarea și orientarea sondei ecografice hepatice. Cel de al doilea modul are un număr de 5 cuple active prin intermediul cărora se asigură poziționarea și orientarea acului de tratament.	35 37
	39

Revendicări

1. Structură robotică paralelă pentru tratamentul laparoscopic al tumorilor hepatice neoperabile, compusă dintr-un prim și un al doilea modul robotic (3 și 4) dispuse pe un cadru (2) proiectat pentru a putea fi fixat pe patul unui pacient, întreaga structură fiind acționată cu ajutorul unor motoare rotative (9, 21, 18, 33, 35, 77, 60, 66, 81, 82), în care fiecare modul robotic având un număr de 5 grade de libertate și cuprinzând două mecanisme paralele (5, 6; 48, 49), prin intermediul cărora se asigură poziționarea și orientarea în jurul a două axe a unei sonde ecografice hepatice (7), respectiv a unui ac pentru livrarea tratamentului (50).

2. Structură robotică paralelă pentru tratamentul laparoscopic al tumorilor hepatice neoperabile, conform revendicării 1, **caracterizată prin aceea că**, primul modul robotic (3) este compus din două mecanisme paralele (5 și 6), prin intermediul primului mecanism (5) care este prevăzut cu 3 grade de libertate realizându-se poziționarea sondei ecografice hepatice (7) în plan vertical sub acțiunea moto-reductorului (9), iar în planul xOy sub acțiunea moto-reductoarelor (18 și 21), iar prin intermediul celui de-al doilea mecanism (6) realizându-se orientarea sondei ecografice hepatice (7), prin acțiunea moto-reductorului (33) rezultând o mișcare de rotație a sondei ecografice hepatice (7) în jurul unei axe paralele Ox, în timp ce prin acțiunea moto-reductorului (35) rezultă o rotație a sondei în jurul unei axe paralele cu axa Oy.

3. Structură robotică paralelă pentru tratamentul laparoscopic al tumorilor hepatice neoperabile, conform revendicării 1, **caracterizată prin aceea că**, al doilea modul robotic (4) este compus din două mecanisme paralele (48 și 49), prin intermediul primului mecanism (48) care este prevăzut cu 3 grade de libertate realizându-se poziționarea acului de livrare a tratamentului (50) în plan vertical sub acțiunea moto-reductorului (77), iar în planul xOy sub acțiunea moto-reductoarelor (60 și 66), iar prin intermediul celui de-al doilea mecanism (49) realizându-se orientarea acului de livrare a tratamentului (50), prin acțiunea moto-reductorului (81) rezultând o mișcare de rotație a acului în jurul unei axe paralele Ox, în timp ce prin acțiunea moto-reductorului (82) rezultă o rotație a acului în jurul unei axe paralele cu axa Oy.

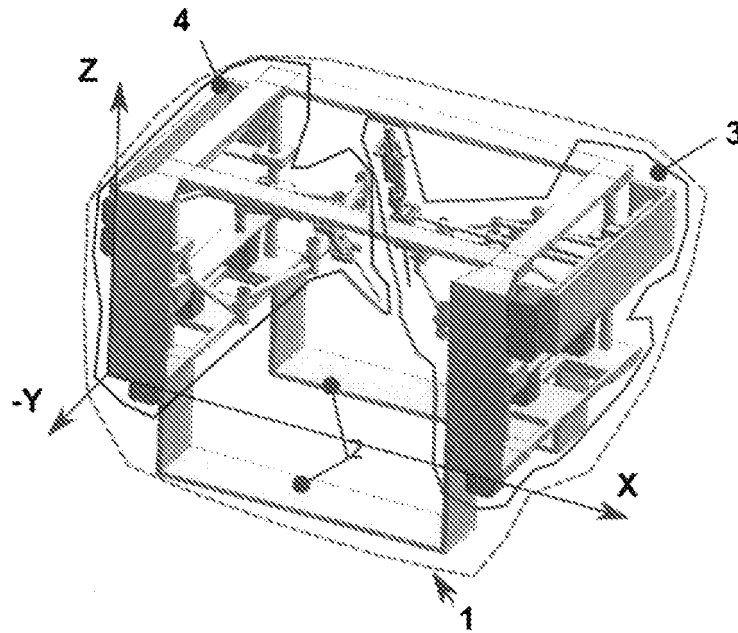


Fig. 1

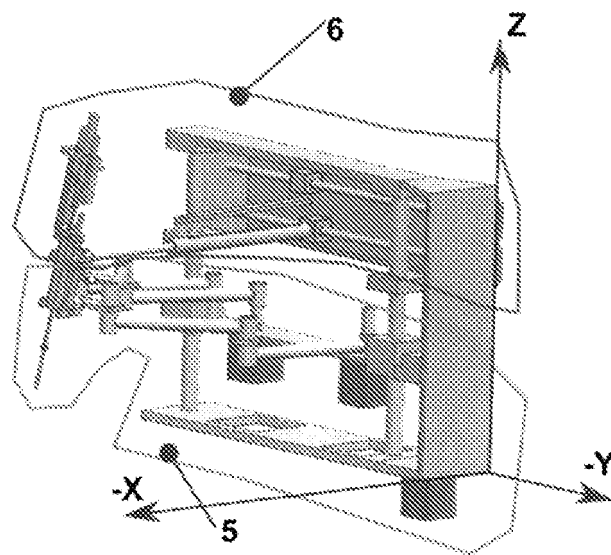
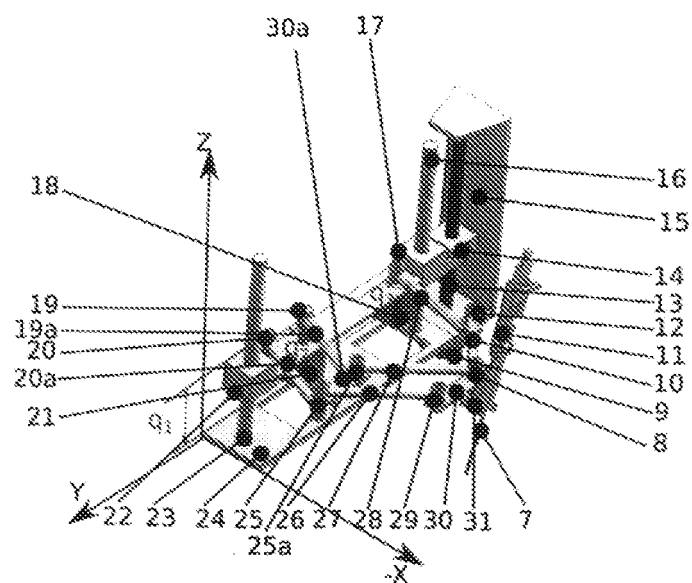
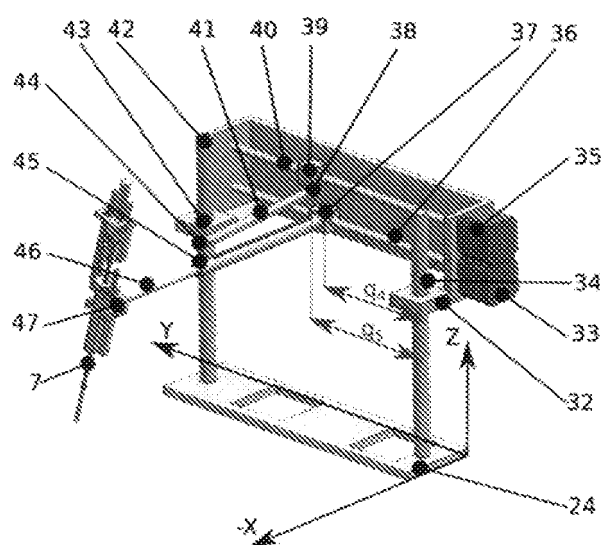


Fig. 2



a)



b)

Fig. 3

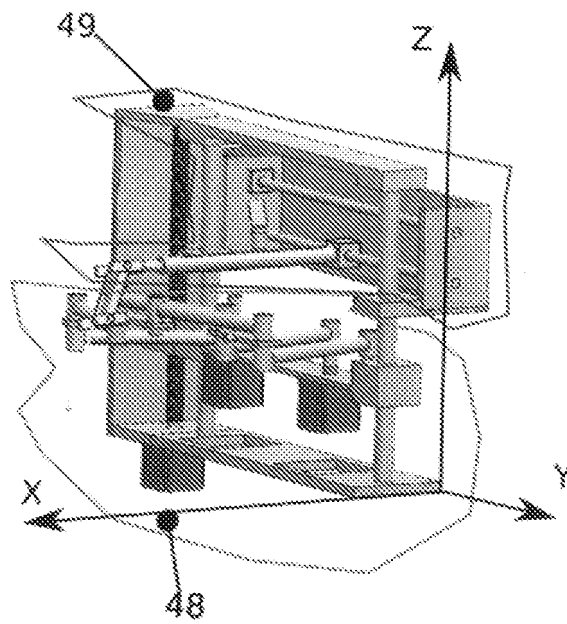


Fig. 4

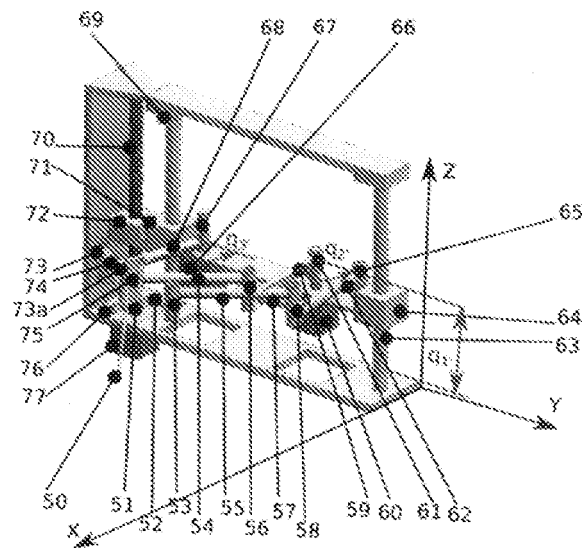


Fig. 5a

