

(12) CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: a 2018 01143

(22) Data de depozit: 27/12/2018

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

(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, COMUNA FLOREȘTI, CJ, RO;

• PÎSLĂ DOINA LIANA, STR.HAȚEG
NR.26/7, CLUJ-NAPOCA, 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;
• TUCAN PAUL GEORGE MIHAI,
STR.OAȘULUI, NR.86-90, BL.H2, AP.105,
CLUJ-NAPOCA, CJ, RO

(54) SISTEM PARALEL MODULAR PENTRU GHIDAREA SONDEI
ECOGRAFICE LAPAROSCOPICE ȘI A INSTRUMENTELOR
PENTRU TRATAMENTUL TUMORILOR HEPATICE

(57) Rezumat:

Invenția se referă la un sistem paralel modular pentru tratamentul laparoscopic al tumorilor hepatice neoperabile. Sistemul conform invenției este constituit din două module (3 și 4) robotice pentru ghidarea unei sonde ecografice laparoscopice și, respectiv, pentru ghidarea unui ac de tratament, având fiecare câte cinci grade de mobilitate, și sunt dispuse pe un cadru (2) atașabil unui pat de tratament, primul modul (3) robotic este compus din două mecanisme (5 și 6), primul mecanism (5) are trei grade de demobilitate și prin intermediul lui este poziționată o sondă (32) ecografică laparoscopică pentru investigații hepatice, poziționarea sondei (32) în plan orizontal fiind realizată prin acționarea unor moto-reductoare (22 și 24), cu ajutorul primului mecanism (5) este dispus și cel de-al doilea mecanism (6) care este compus din două ghidaje (28 și 31) circulare, al doilea ghidaj (31) circular fiind încastrat într-o platformă (20) mobilă, al doilea modul (4) robotic este compus din două mecanisme (33 și 34), primul mecanism (33) are trei grade de mobilitate și prin intermediul lui este poziționat un instrument (64) de tratament, poziționarea instrumentului (64) în plan orizontal fiind realizată prin acționarea unor moto-reductoare (54 și 55), cel de-al doilea (34) mecanism este compus din două ghidaje (59 și 61) circulare, primul ghidaj (59) circular fiind încastrat într-o platformă (37c) mobilă.

Revendicări: 4
Figuri: 5

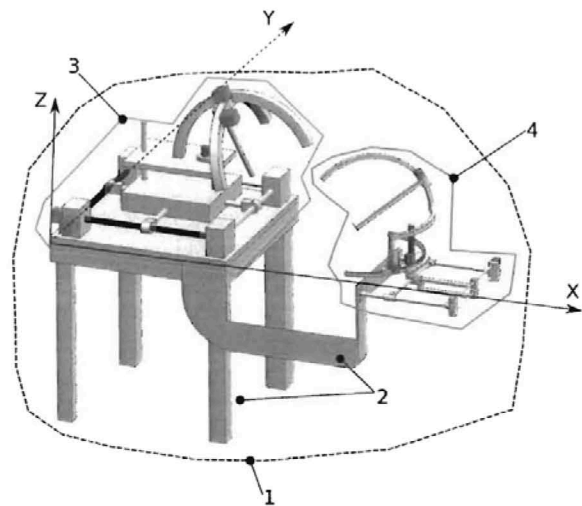


Fig. 1

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).



30

OFICIUL DE STAT PENTRU INVENȚII ȘI MĂRC Cerere de brevet de invenție Nr. <u>a 218 01143</u> Data depozit <u>...27...12...2018...</u>

**SISTEM PARALEL MODULAR PENTRU GHIDAREA SONDEI ECOGRAFICE
LAPAROSCOPICE SI A INSTRUMENTELOR PENTRU TRATAMENTUL
TUMORILOR HEPATICE**

Prezenta invenție se referă la un sistem paralel modular **pentru tratamentul laparoscopic al tumorilor hepatice neoperabile**, sistemul robotic fiind alcătuit din două module robotice, primul modul fiind destinat poziționării sondei ecografice laparoscopice iar cel de al doilea modul este destinat poziționării cu precizie a acului de tratament. Sistemul robotic este constituit din două module, fiecare modul robotic având câte 5 grade de mobilitate.

În literatura de specialitate este definit sistemul robotic pentru radioterapia tumorilor, brevet CN101015723A/2006, sistem robotic care folosește pentru livrarea tratamentului un robot serial articulată cu 6 grade de libertate, cu o sarcină portantă de aproximativ 240 kg, o rază de lucru de 1 m, și o repetabilitate de 0.2 mm. Pentru tratament sistemul nu ghidează un ac sau o sondă ecografică ci o sursă de radiație cu o masă de 150 kg.

Un alt sistem robotizat folosit în tratamentul tumorilor hepatice este US20070021738A1/2005, acesta folosește de asemenea un braț robotic articulată capabil să manipuleze un instrument, fie acesta ac, sondă ecografică, lampă laparoscopică sau clema. Sistemul vine ca un ajutor pentru chirurg în timpul tratamentului, având nevoie de un operator uman pentru schimbarea ustensilelor pe parcursul procedurii.

Printre sistemele robotice de livrare a tratamentului pentru tumorile hepatice se regăsește și sistemul US20120016175A1/2007. Acest sistem robotic folosește un braț robotic generic pentru a livra o capsulă radioactivă în zona de tratament. Procedura este făcută de către chirurg, folosindu-se brațul robotic cu ustensilele adecvate de livrare a capsulei radioactive în funcție de poziția acesteia

Prin prezenta propunere de invenție se are în vedere rezolvarea problemei tehnice de poziționare și orientare a instrumentelor de investigație și tratament a cancerului hepatic, prin folosirea de sisteme mecanice prin intermediul cărora să se obțină o mai bună precizie de poziționare și o mai bună rigiditate a sistemului pe parcursul procedurii.

Aplicația specifică sistemului robotic paralel modular propus în cadrul prezentei invenții o reprezintă realizarea tratamentului laparoscopic al tumorilor hepatice neoperabile prin inserarea unui ac de livrarea a medicamentelor în ficat, ac monitorizat în timp real cu ajutorul unei sonde ecografice laparoscopice ghidată de către același sistem robotic.

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 pentru investigații hepatice precum și a acului de livrare a tratamentului, cu evitarea riscului de lezare a organelor sensibile din zona hepatică.

Un avantaj al sistemului propus îl reprezintă faptul că fiecare dintre cele două module folosește o platformă modulară de poziționare și un modul de orientarea a instrumentului care folosește principiul RCM (Remote Center of Motion) pentru un mai bun control al instrumentelor pe durata procedurii. În cadrul ambelor module robotice modulare propuse în cadrul acestei invenții platforma de poziționare a modulului sferic este compusă dintr-un mecanism paralel având 3 grade de mobilitate în timp ce pentru modulul sferic este folosit un mecanism cu 2 grade de mobilitate.



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

Figura 1 – reprezintă structura robotului HeRo (1), 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 modul (4), pentru ghidarea acului de tratament are de asemenea 5 grade de mobilitate, ambele module sunt asamblate pe cadrul (2) atașabil patului de tratament;

Figura 2 – reprezintă poziționarea celor două mecanisme (5 și 6) în cadrul modulului de ghidare a sondei ecografice laparoscopice.

Figura 3a – reprezintă mecanismul de poziționare a sondei ecografice laparoscopice, mecanism care are în componență 3 cuple active de translație (q_1 , q_2 și q_3), 3 cuple pasive de translație (10, 14 și 20a) .

Figura 3b – reprezintă mecanismul de orientare al sondei ecografice hepatice, mecanism compus din 2 cuple active de translație (q_4 și q_5).

Figura 4 – reprezintă poziționarea celor două mecanisme (33 și 34) în cadrul modulului de ghidare a instrumentului de tratament.

Figura 5a – reprezintă mecanismul de poziționare a instrumentului de tratament, mecanism care are în componență 3 cuple active de translație (q_1 , q_2 și q_3), 4 cuple pasive de rotație (48,43,46 și 51) și 3 cuple de pasive de translație (35, 37 și 42).

Figura 5b – reprezintă mecanismul de orientare al instrumentului de tratament, mecanism compus din 2 cuple active de translație (q_4 și q_5).

În continuare sunt prezentate cele două module componente ale sistemului paralel modular pentru ghidarea sondei ecografice laparoscopice și a instrumentelor pentru tratamentul tumorilor hepatice denumit de acum HeRo.

Robotul paralel HeRo (1) este alcătuit conform Fig.1 din două module robotice (3 și 4) care lucrează împreună în același sistem de coordonate cu scopul de a trata tumorile neoperabile identificate în volumul ficatului. Cele două module robotice sunt așezate pe un cadru(2) atașabil patului de tratament.

Primul modul robotic al sistemului **HeRo** este destinat ghidării controlate a sondei ecografice pentru investigații hepatice și este compus la rândul lui din 2 mecanisme (5 și 6) al căror amplasament se poate observa în Fig.2.

În Fig. 3a este prezentat primul mecanism (5) din cadrul modului de ghidare a sondei ecografice laparoscopice (32), acesta fiind un mecanism cu 3 grade de mobilitate prin intermediul căruia se realizează poziționarea sondei ecografice laparoscopice (32). Poziționarea sondei ecografice în plan orizontal se face prin acționarea moto-reductorilor (22 și 24). Prin acționarea moto-reductorului (22) are loc rotirea tijei filetate (25) care este lăgăruită în elementele (7 și 23) și care formează un mecanism șurub- piuliță cu piulița (26). Tija (27) este încastrată în piulița (26) și prin intermediul unui canal, trece prin platforma mobilă (20a); la celălalt capăt, tija (27) este încastrată în cupla de translație (14) care alunecă pe tija (13), tijă încastrată la ambele capete între elementele (12 și 18). Prin acționarea moto-reductorului (24) are loc rotirea tijei filetate (17) care este lăgăruită în elementele (18 și 23) și care formează un mecanism șurub- piuliță cu piulița (19). Tija (11) este încastrată în piulița (19) și prin intermediul unui canal, trece prin platforma mobilă (20a); la celălalt capăt, tija (11) este încastrată în cupla de translație (10) care alunecă pe tija (9), tijă încastrată la ambele capete între elementele (7 și 12). Prin acest mecanism are loc poziționarea platformei mobile (20a) în plan orizontal. Pe platforma (20a) sunt încastrate bara (21) și tija filetată (15a) care poziționează în plan vertical platforma mobilă (20). Prin acționarea moto-reductorului (16), piulița

(15) execută mișcare de roto-translație pe tija filetată (15a), în același timp platforma mobilă (20) translatează pe tija (21). Prin intermediul acestui prim mecanism (5) se realizează poziționarea celui de al doilea mecanism (6). Cel de al doilea mecanism (6) este compus dintr-un ghidaj circular (31) care este încastrat în platforma mobilă (20). Pe acest ghidaj circular (31), translatează alt ghidaj circular (28) a cărui deplasare se face prin intermediul motorului (30). Pe ghidajul (28) translatează instrumentul de manipulare a sondei ecografice laparsocopice (32), a cărui deplasare se realizează prin intermediul motorului (29). Prin folosirea celor două ghidaje circulare (28 și 31) se obține un RCM (Remote Center of Motion) mobil, rezultând într-un volum mai mare al spațiului de lucru.

Cel de al doilea modul (4) al sistemului robotic **HeRo (1)** este destinat ghidării controlate a instrumentului de tratament și este compus la rândul lui din 2 mecanisme (33 și 34) al căror amplasament se poate observa în Fig.4.

În Fig. 5a este prezentat primul mecanism (33) din cadrul modului de ghidare a instrumentului de tratament (64), acesta fiind un mecanism cu 3 grade de mobilitate prin intermediul căruia se realizează poziționarea instrumentului de tratament (64). Poziționarea instrumentului în plan orizontal se face prin acționarea moto-reductorilor (55 și 54). Prin acționarea moto-reductorului (55) are loc rotirea tijei filetate (48) care este lăgăruită în elementele (53 și 47) și care formează un mecanism șurub- piuliță cu piulița (50). Piulița (50) este conectată cu platforma mobilă (37) prin intermediul cuplelor pasive de rotație (46 și 38) și a elementului (44). Prin acționarea moto-reductorului (54) are loc rotirea tijei filetate (49) care este lăgăruită în elementele (53 și 47) și care formează un mecanism șurub- piuliță cu piulița (52). Piulița (52) este conectată cu platforma mobilă (37) prin intermediul cuplelor pasive de rotație (51 și 43) și a elementului (45). Prin intermediul acestui mecanism are loc poziționarea în plan orizontal a platformei mobile (37). Platforma mobilă (37) execută mișcarea plan paralelă fiind atașată prin intermediul unui lagăr de alunecare pe bara (39), care este prevăzută la capete cu elementele (35 și 42) care translatează la rândul lor pe barele de alunecare (56 și 41). Cele două bare (56 și 41) sunt atașate cadrului (2) prin intermediul elementelor de fixare (36 și 40). Poziționarea în plan vertical a platformei mobile se face prin intermediul motorului (37a) care este conectat la o piuliță care execută mișcare de roto-translație pe tija filetată (37b) declanșând deplasare în plan vertical a platformei mobile (37c), platformă pe care se află cel de al doilea mecanism (34) al modului (4). Cel de al doilea mecanism este compus de asemenea din două ghidaje circulare (59 și 61). Ghidajul circular (59) este încastrat în platforma mobilă (37c). Cu ajutorul motorului (58) are loc deplasare pe contur circular a elementului (57) căruia îi este atașat elementul (60) în care este încastrat cel de al doilea ghidaj circular (61). Pe ghidajul circular (61) se deplasează elementul (62) de care este atașat instrumentul de tratament (64). Deplasarea circulară a acestui a se face prin acționarea motorului (63). Prin folosirea celor două ghidaje circulare (28 și 31) se obține un RCM (Remote Center of Motion) mobil, rezultând într-un volum mai mare al spațiului de lucru.

REVEDICĂRI

Revedicare 1. Sistem paralel modular pentru ghidarea sondei ecografice laparoscopice și a instrumentelor pentru tratamentul tumorilor hepatice caracterizată prin aceea că cele două module prezentate (figurile 1 și 4) permit manipularea sondei ecografice hepatice și a instrumentului de livrare a tratamentului prin folosirea metodei RMC (Remote Center of Motion).

Revedicare 2. Sistem paralel modular pentru ghidarea sondei ecografice laparoscopice și a instrumentelor pentru tratamentul tumorilor hepatice conform revendicării 1, caracterizată prin aceea că sistemul robotic modular conține două module, fiecare modul (pentru poziționarea sondei, respectiv a instrumentului de tratament) având câte 5 grade de mobilitate.

Revedicare 3. Sistem paralel modular pentru ghidarea sondei ecografice laparoscopice și a instrumentelor pentru tratamentul tumorilor hepatice conform revendicărilor 1 și 2, caracterizată prin aceea că sistemul robotic destinat ghidării sondei ecografice laparoscopice și a instrumentelor de tratament (1), numit de acum **HeRo**, 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(2): modulul (3) pentru ghidarea sondei ecografice laparoscopice și modulul (4) pentru ghidarea instrumentului de livrare a medicamentului, ambele structuri cinematice (3 și 4) fiind montate pe un suport (2) .

Revedicare 4. Sistem paralel modular pentru ghidarea sondei ecografice laparoscopice și a instrumentelor pentru tratamentul tumorilor hepatice conform revendicării 3, caracterizată prin aceea că robotul denumit de acum **HeRo** (1) este alcătuit conform Fig.1 din două module robotice (3 și 4) care lucrează împreună în același sistem de coordonate cu scopul de a trata tumorile neoperabile identificate în volumul ficatului. Cele două module robotice sunt așezate pe un cadru (2) atașabil patului de tratament.

Primul modul robotic al sistemului **HeRo** este destinat ghidării controlate a sondei ecografice pentru investigații hepatice și este compus la rândul lui din 2 mecanisme (5 și 6) al căror amplasament se poate observa în Fig.2.

În Fig. 3a este prezentat primul mecanism (5) din cadrul modului de ghidare a sondei ecografice laparoscopice (32), acesta fiind un mecanism cu 3 grade de mobilitate prin intermediul căruia se realizează poziționarea sondei ecografice laparoscopice (32). Poziționarea sondei ecografice în plan orizontal se face prin acționarea moto-reductoarelor (22 și 24). Prin acționarea moto-reductorului (22) are loc rotirea tijei filetate (25) care este lăgăruită în elementele (7 și 23) și care formează un mecanism șurub- piuliță cu piulița (26). Tija (27) este încastrată în piulița (26) și prin intermediul unui canal, trece prin platforma mobilă (20a); la celălalt capăt, tija (27) este încastrată în cupla de translație (14) care alunecă pe tija (13), tijă încastrată la ambele capete între elementele (12 și 18). Prin acționarea moto-reductorului (24) are loc rotirea tijei filetate (17) care este lăgăruită în elementele (18 și 23) și care formează un mecanism șurub- piuliță cu piulița (19). Tija (11) este încastrată în piulița (19) și prin intermediul unui canal, trece prin platforma mobilă (20a); la celălalt capăt, tija (11) este încastrată în cupla de translație (10) care alunecă pe tija (9), tijă încastrată la ambele capete între elementele (7 și 12). Prin acest mecanism are loc poziționarea platformei mobile (20a) în plan orizontal. Pe platforma (20a) sunt încastrate bara (21) și tija filetată (15a) care poziționează în plan vertical platforma mobilă (20). Prin acționarea moto-reductorului (16), piulița (15) execută mișcare de roto-translație pe tija filetată (15a), în același timp platforma mobilă (20) translatează pe tija (21). Prin intermediul acestui prim mecanism (5) se realizează poziționarea celui de al doilea mecanism (6). Cel de al doilea mecanism (6) este compus dintr-un ghidaj



circular (31) care este încastrat în platforma mobilă (20). Pe acest ghidaj circular (31), translatează alt ghidaj circular(28) a cărui deplasare se face prin intermediul motorului(30). Pe ghidajul (28) translatează instrumentul de manipulare a sondei ecografice laparsocopice (32), a cărui deplasare se realizează prin intermediul motorului (29). Prin folosirea celor două ghidaje circulare (28 și 31) se obține un RCM (Remote Center of Motion) mobil , rezultând într-un volum mai mare al spațiului de lucru.

Cel de al doilea modul (4) al sistemului robotic **HeRo (1)** este destinat ghidării controlate a instrumentului de tratament și este compus la rândul lui din 2 mecanisme (33 și 34) al căror amplasament se poate observa în Fig.4.

În Fig. 5a este prezentat primul mecanism (33) din cadrul modului de ghidare a instrumentului de tratament (64), acesta fiind un mecanism cu 3 grade de mobilitate prin intermediul căruia se realizează poziționarea instrumentului de tratament (64). Poziționarea instrumentului în plan orizontal se face prin acționarea moto-reductoarelor (55 și 54). Prin acționarea moto-reductorului (55) are loc rotirea tijei filetate (48) care este lăgăruită în elementele (53 și 47) și care formează un mecanism șurub- piuliță cu piulița (50). Piulița (50) este conectată cu platforma mobilă (37) prin intermediul cuplelor pasive de rotație (46 și 38) și a elementului (44). Prin acționarea moto-reductorului (54) are loc rotirea tijei filetate (49) care este lăgăruită în elementele (53 și 47) și care formează un mecanism șurub- piuliță cu piulița (52). Piulița (52) este conectată cu platforma mobilă (37) prin intermediul cuplelor pasive de rotație (51 și 43) și a elementului (45). Prin intermediul acestui mecanism are loc poziționarea în plan orizontal a platformei mobile (37). Platforma mobilă (37) execută mișcarea plan paralelă fiind atașată prin intermediul unui lagăr de alunecare pe bara (39), care este prevăzută la capete cu elementele (35 și 42) care translatează la rândul lor pe barele de alunecare (56 și 41). Cele două bare (56 și 41) sunt atașate cadrului (2) prin intermediul elementelor de fixare (36 și 40). Poziționarea în plan vertical a platformei mobile se face prin intermediul motorului (37a) care este conectat la o piuliță care execută mișcare de roto-translație pe tija filetată (37b) declanșând deplasare în plan vertical a platformei mobile (37c), platformă pe care se află cel de al doilea mecanism (34) al modului (4). Cel de al doilea mecanism este compus de asemenea din două ghidaje circulare(59 și 61). Ghidajul circular (59) este încastrat în platforma mobilă (37c). Cu ajutorul motorului (58) are loc deplasare pe contur circular a elementului (57) căruia îi este atașat elementul (60) în care este încastrat cel de al doilea ghidaj circular (61). Pe ghidajul circular (61) se deplasează elementul (62) de care este atașat instrumentul de tratament (64). Deplasarea circulară a acestui a se face prin acționarea motorului (63). Prin folosirea celor două ghidaje circulare (28 și 31) se obține un RCM (Remote Center of Motion) mobil, rezultând într-un volum mai mare al spațiului de lucru.



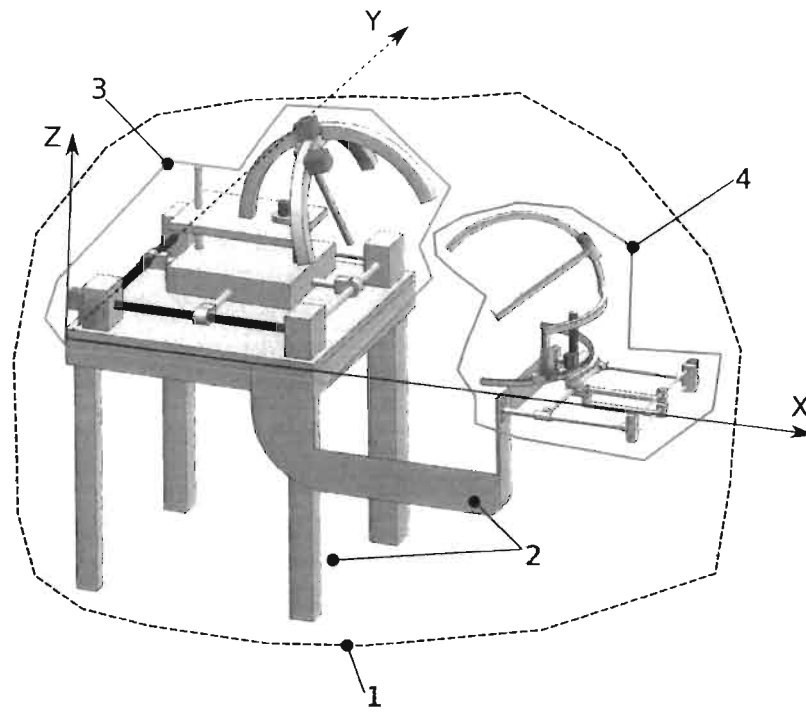


Figura 1

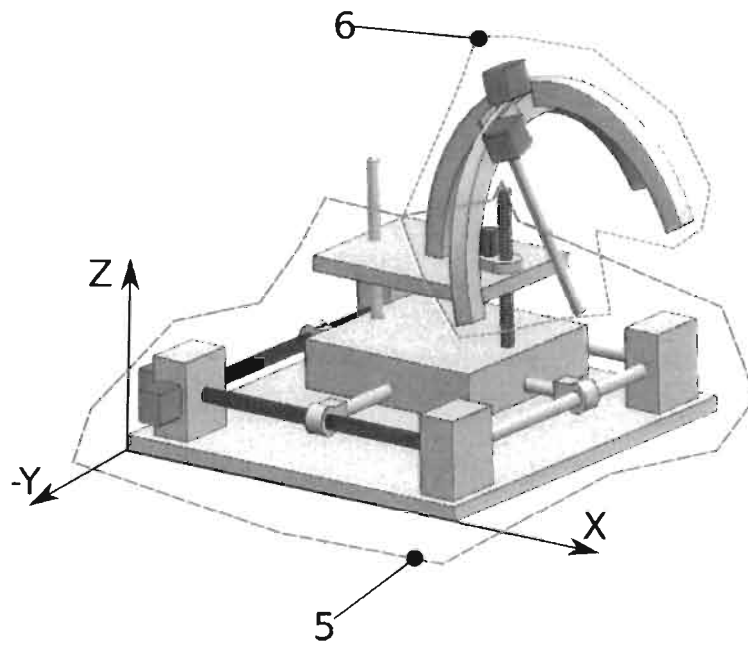


Figura 2



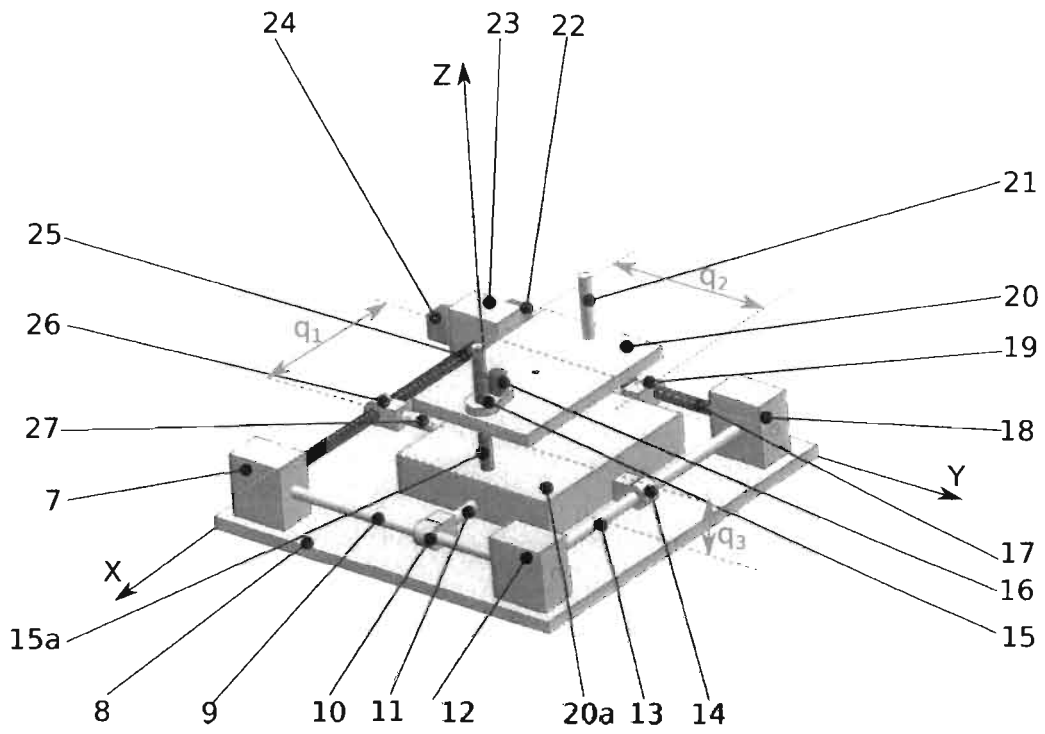


Figura 3a

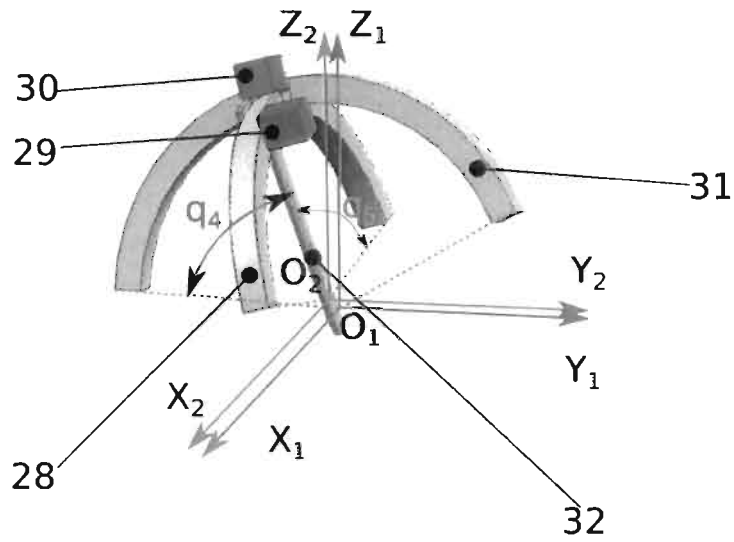


Figura 3b



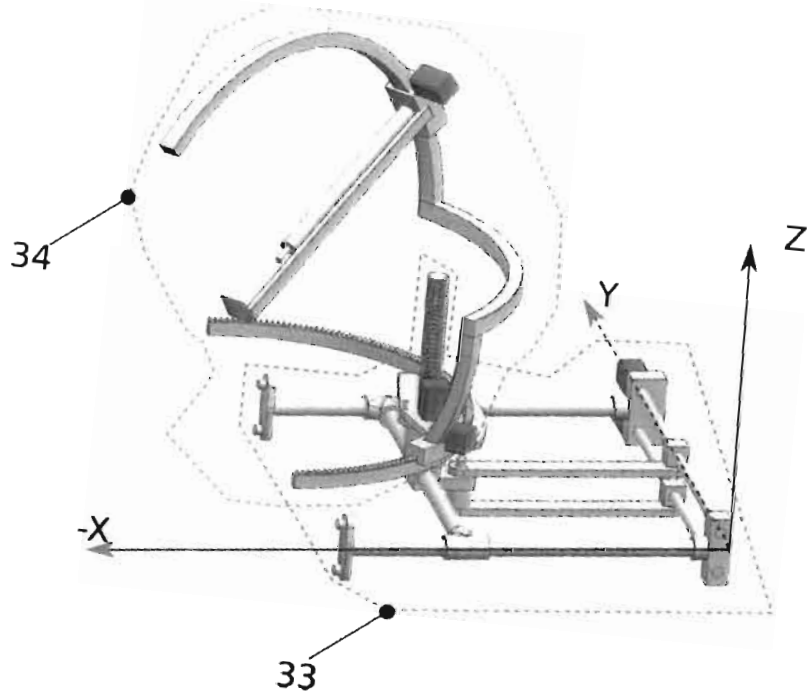


Figura 4

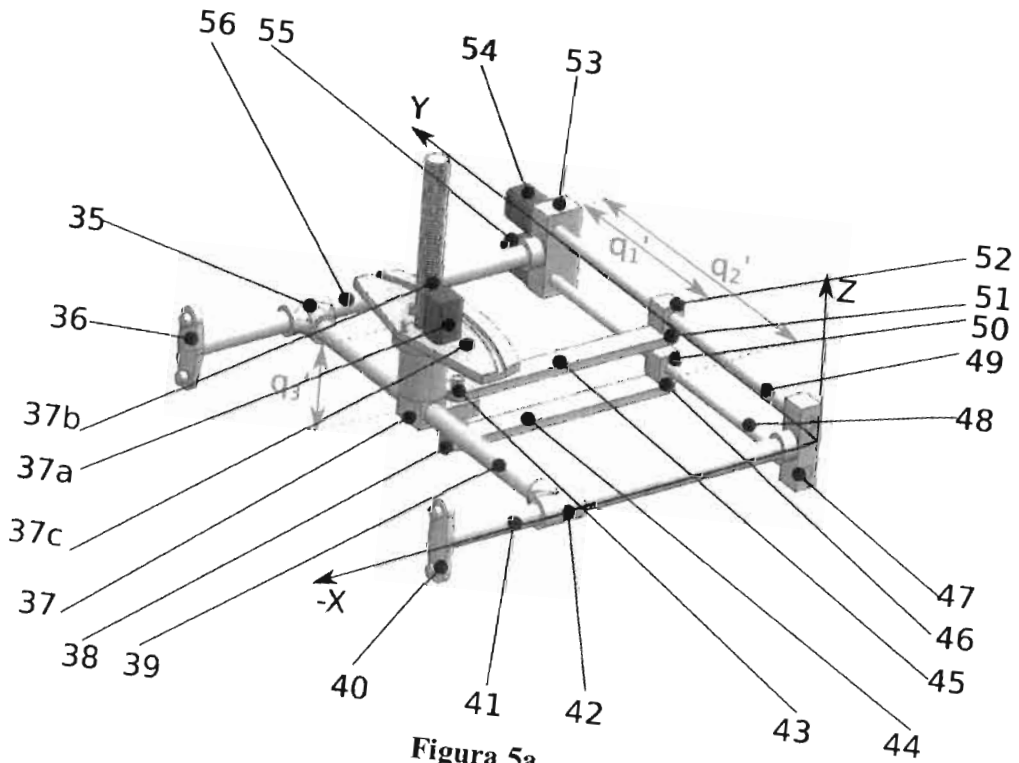


Figura 5a

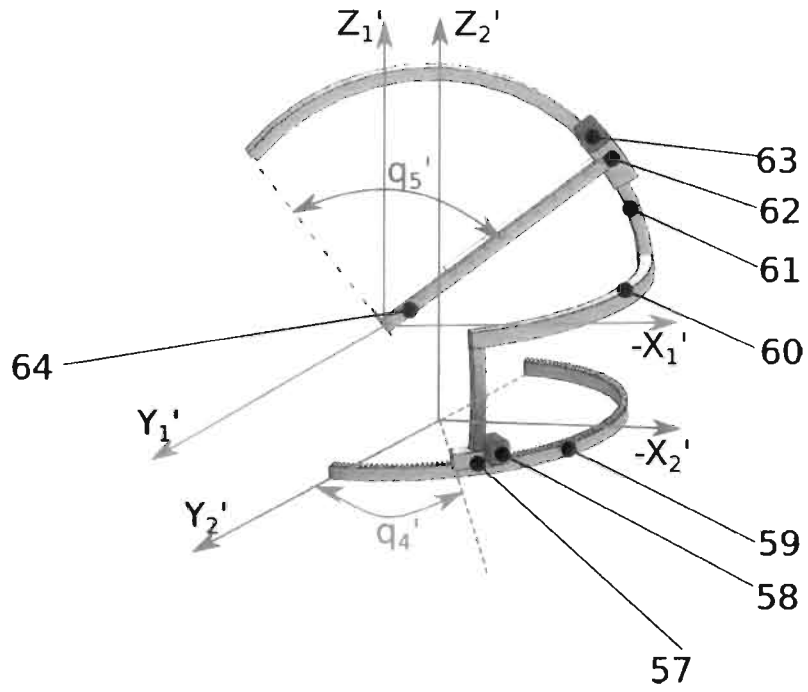


Figura 5b