

(12)

CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: a 2021 00733

(22) Data de depozit: 03/12/2021

(41) Data publicării cererii:
30/05/2022 BOPI nr. 5/2022

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

(72) Inventatori:
• PISLĂ DOINA LIANA,
STR.GHERASE DENDRINO, NR.11,
CLUJ-NAPOCA, CJ, RO;
• BIRLESCU IOSIF, STR.OAȘULUI,
NR.86-90, BL.K1, AP.805, CLUJ-NAPOCA,
CJ, RO;

• VAIDA LIVIU-CĂLIN,
STR.ALEXANDRU VLAHUȚĂ, BL.LAMA A,
SC.1, ET.4, AP.20, CLUJ-NAPOCA, CJ, RO;
• TUCAN PAUL GEORGE MIHAI,
STR.OAȘULUI, NR.86-90, BL.H2, AP.105,
CLUJ-NAPOCA, CJ, RO;
• GHERMAN BOGDAN GEORGE,
STR.HELTAI GAȘPAR, NR.70,
CLUJ-NAPOCA, CJ, RO;
• PLITEA NICOLAE, STR.MOISE NICOARĂ
NR. 18, CLUJ-NAPOCA, CJ, RO

(54) FAMILIE DE ROBOȚI PARALELI MODULARI CU CUPLE ACTIVE DE TRANSLAȚIE PENTRU CHIRURGIA UNIPORT

(57) Rezumat:

Invenția se referă la o familie de roboți paraleli, în construcție modulară, cu cuple active de translație, destinată chirurgiei uniport. Familia de roboți, conform invenției este constituită dintr-un batiu (3) fix dispus în lateralul unei mese (1) chirurgicale, care este format din două module (4 și 6) fixate paralel pe batiul (3) fix, de cele două module (4 și 6) fiind montat cu ajutorul a două elemente (8) de fixare dispuse la 90°, un al treilea modul (5), cele trei module (4, 5 și 6) au o structură cinematică identică și fiecare dintre acestea este format dintr-un corp (9, 17, 25) cilindric pe care se deplasează liniar câte două cuple (10 și 11, 18 și 19, 26 și 27) active de translație, care, de asemenea pot să se rotească liber pe corpul (9, 17, 25) cilindric, pe a doua cuplă (11, 19, 27) activă de translație este fixată câte o tijă (12, 20, 28) lungă printr-o cuplă (13, 21, 32) de rotație, iar pe prima cuplă (10, 18, 26) activă de translație este fixată câte o tijă (14, 22, 30) scurtă printr-o cuplă (15, 23, 31) de rotație care se fixează pe tija (12, 20, 28) lungă printr-o altă cuplă (16, 24, 32) de rotație, tijele (12, 20 și 28) lungi fiind conectate pe o platformă (7) mobilă prin niște cuple (33) sferice, poziționarea și orientarea platformei (7) mobile fiind realizată prin acționarea cuplelor (10, 11, 18, 19, 26 și 27) active de translație.

Revendicări: 4
Figuri: 4

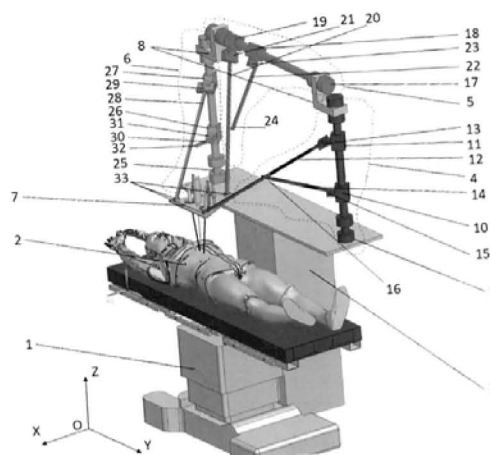


Fig. 1



Familie de roboți paraleli modulari cu cuple active de translație pentru chirurgia uniport

Invenția se referă la o familie de roboți paraleli, în construcție modulară, cu șase grade de libertate, care au în componența lor trei lanțuri cinematice identice, fiecare având trei grade de libertate (funcționând în coordonate cilindrice) două cuple active și patru cuple pasive (trei cuple de rotație și o cuplă sferică), care prin mișcarea celor două cuple active de translație de pe fiecare modul, poziționează și orientează în spațiu o platformă mobilă cu șase grade de mobilitate, fixată cu ajutorul unor cuple sferice pe care sunt poziționate trei instrumente chirurgicale minim invazive destinate chirurgiei uniport, instrumentul central (camera laparoscopică) fiind ghidată direct de către platforma mobilă, celelalte două instrumente fiind orientate independent de câte un mecanism de orientare cu două grade de libertate, format din două cuple active de translație și șase cuple pasive (două cuple de rotație concentrice și patru cuple sferice) toate cele trei instrumente având, pe platforma mobilă a robotului, un modul de inserție (materializat printr-o cuplă activă de translație) care acționează întotdeauna în lungul axei longitudinale a instrumentului și realizează translația acestuia. Procedura de chirurgie uniport (SILS – Single Incision Laparoscopic Surgery) este o tehnică derivată din chirurgia minim invazivă (ce presupune realizarea intervenției prin introducerea în corp a unor instrumente și a unei camere laparoscopice prin incizii individuale), tehnica uniport presupunând introducerea tuturor instrumentelor printr-o singură incizie, astfel instrumentele lucrând foarte apropiate unul față de celălalt (10 mm distanță).

Cele două variante constructive de structuri paralele din cadrul familie de roboți paraleli cu trei lanțuri cinematice lucrând în coordonate cilindrice, folosesc, în prima variantă o poziționare ortogonală a celor trei module cu poziționarea robotului în lateralul mesei de chirurgie, iar în a doua o poziționare echilaterală a modulelor, care sunt amplasate pe un batiu ce se plasează deasupra mesei chirurgicale, permițând o abordare de sus în jos a procedurii chirurgicale. Variantele constructive a structurilor paralele au în componența lor numai cuple active de translație și cuple pasive de rotație și sferice iar prin compunerea mișcărilor celor trei module se realizează poziționarea și orientarea platformei mobile (efectorului final) care ghidează instrumentele în jurul punctelor de inserție. Prin construcția lor, aceste structuri ajută la generarea unui punct de ancorare (RCM- Remote Center of Motion) al instrumentelor datorită faptului că acestea se fixează pe platforma mobilă (efectorul final) al robotului, cele trei brațe fiind legate de efectorul final prin cuple sferice.

În literatura de specialitate este prezentat dispozitivul robotic pentru chirurgia uniport, conform brevetului cu nr. **US 10,398,520 B2**, din data de 03.09.2019. Acest dispozitiv robotic este ghidat de un braț robotic serial și conține cu un tub de ghidare care conține la rândul său trei instrumente

Amighe F.

active (pense, clești) și un laparoscop flexibil. Capul distal al fiecărui instrument activ se poate poziționa având 6 GDL (3 rotații și 3 translații) prin manipularea formei (îndoire) instrumentului flexibil.

Un alt sistem robotic pentru chirurgia uniport este descris în literatura de specialitate prin brevetul cu nr. **US 10,010,375 B2**, din data de 03.05.2018. Acest sistem robotic este prevăzut cu mai multe brațe robotice fiecare dintre acestea fiind prevăzute cu o serie de sub-sisteme robotice pentru manipularea instrumentelor active. Pentru evitarea ciocnirilor dintre brațele robotice, este necesar ca brațele sistemului robotic să fie plasate într-o configurație specială pentru chirurgia uniport.

Dezavantajele specifice ale instrumentelor flexibile cu 6 GDL (precum cele descrise în brevetul nr. **US 10,398,520 B2**, din data de 03.09.2019) se referă la faptul că forța de manipulare (e.g., manipularea acului în timpul suturii) în anumite configurații ale instrumentelor flexibile poate scădea semnificativ. Mai mult, dezavantajele folosirii unui sistem robotic cu multiple brațe robotice de manipulare (precum soluția descrisă în brevetul nr. **US 10,010,375 B2**, din data de 03.05.2018), este acela că brațele robotice trebuie configurate specific în procedura de chirurgie uniport (pentru evitarea coliziunilor), fapt ce poate diminua semnificativ spațiul de lucru al robotului în câmpul operator.

Prezenta invenție are ca scop **rezolvarea problemelor tehnice** menționate mai sus prin: (1) asigurarea forței de manipulare în toate configurațiile instrumentelor active prin adăugarea unor grade de libertate (prin intermediul modulului de orientare a instrumentelor) de orientare a instrumentelor, și (2) asigurarea unui spațiu de lucru optim în câmpul operator prin folosirea unui robot paralel care ghidează o platformă mobilă unică, ce elimină coliziunile, care are montate două platforme de orientare a instrumentelor active, fiecare manipulând câte un instrument flexibil.

Aplicația specifică a familiei de roboți paraleli modulari, din cadrul prezentei invenții, se referă la chirurgia uniport (asistată robotic). În acest tip de chirurgie instrumentele chirurgicale sunt introduse în câmpul operator printr-un singur port introdus în corpul pacientului printr-o incizie unică, spre deosebire de chirurgia laparoscopică (minim invazivă) unde fiecare instrument chirurgical este introdus în câmpul operator printr-o incizie separată. Avantajele specifice ale chirurgiei uniport sunt: a) cosmetice (număr redus de traume tegumentare, cicatrici); b) timp redus de recuperare și spitalizare. Necesitate unui sistem robotic pentru chirurgia uniport este redată de provocările tehnico-medicale ale acestei proceduri. Din cauza folosirii unui singur port de acces în câmpul operator apare fenomenul de forfecare a instrumentelor chirurgicale (chirurgul controlează instrumentul din partea dreaptă în câmpul operator cu mana stângă și vice-versa). Prezenta invenție are avantajul de a utiliza o singură structură pentru ghidarea celor trei instrumente, prin poziționarea

W. J. F.

acestora evitând orice fel de coliziuni, iar prin utilizarea exclusivă de cuple active de translație structura asigură precizie, rigiditate, scalabilitate și siguranță pentru procedura de chirurgie uniport.

Noutatea adusă de familia de roboți paraleli modulari cu cuple active de translație pentru chirurgia uniport este dată de utilizarea unei structuri care manipulează o singură platformă mobilă cu șase grade de mobilitate folosind trei module identice dispuse ortogonal sau echilateral, platformă care ghidează toate cele trei instrumente chirurgicale, orientând direct camera laparoscopică și folosind câte un modul de orientare independent pentru celelalte două instrumente, și module independente de inserție pentru cele trei instrumente, utilizarea mecanismelor paralele atât pentru ghidarea platformei cât și a mecanismelor de orientare și a cuplelor active de translație asigurând precizie foarte ridicată (caracteristică esențială în procedurile chirurgicale uniport), soluții simple de autoblocare, încărcare mai mică pe motoare (utilizarea unor motoare mai mici) și sincronizare mai bună a motoarelor.

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

- figura 1 – reprezintă modelul 3D al structurii robotice paralele modulare pentru chirurgia uniport cu modulele plasate ortogonal și sistemul robotic poziționat în lateralul mesei chirurgicale;
- figura 2 – reprezintă modelul 3D al structurii robotice paralele modulare pentru chirurgia uniport cu modulele plasate în forma unui triunghi echilateral și sistemul robotic poziționat deasupra mesei chirurgicale;
- figura 3 – reprezintă modelul 3D al structurii robotice paralele modulare pentru chirurgia uniport cu modulele plasate echilateral văzut din alt unghi pentru detalierea componentelor sale;
- figura 4 – reprezintă modelul 3D al platformei mobile al familiei de roboți paraleli modulari cu cuple active de translație pentru chirurgia uniport, acesta fiind folosit în mod identic pentru ambele soluții constructive.

În continuare se prezintă modul de funcționare al roboților paraleli din cadrul prezentei invenții.

Modelul 3D al structurii robotice paralele modulare cu cuple active de translație având cele trei module plasate ortogonal este prezentat în figura 1 iar un detaliu al platformei mobile cu modulele de orientare și inserție a instrumentelor chirurgicale fiind prezentat în figura 4 această soluție fiind comună pentru ambele structuri robotice.

Funcționarea primului sistem robotic din cadrul familiei de roboți paraleli modulari cu cuple active de translație pentru chirurgia uniport în varianta constructivă cu modulele de ghidare ale platformei mobile poziționare ortogonal, conform figurii 1, este format dintr-o batiu fix (3) poziționat în lateralul mesei chirurgicale (1) pe care se află plasat pacientul (2), care este format din două module (4) și (6) fixate pe batiul fix (3) și poziționate pe o axă paralelă cu axa OZ, de cele două module fiind atașat cu două elemente de fixare la 90° (8) al treilea modul (5), pe o axă paralelă cu axa OY. Cele trei module au structură cinematică identică, primul fiind format din corpul cilindric (9) pe care se deplasează liniar cele două cuple active de translație (10) și (11) care de asemenea pot să se rotească liber pe corpul cilindric (9). Pe cupla activă de translație (11) este fixată tija lungă (12) printr-o cuplă de rotație (13) iar pe cupla de translație (10) este fixată tija scurtă (14) prin cupla de rotație (15) care se fixează de tija lungă (12) printr-o cuplă de rotație (16), toate cuplele de rotație (13), (15) și (16) având axele paralele. Al doilea modul (5), este format din corpul cilindric (17) pe care se deplasează cuplele active de translație (18) și (19), acestea putând să se rotească liber în jurul axei corpului (17), tija lungă (20) fiind fixată de cupla de translație (19) prin cupla de rotație (21), iar tija scurtă (22) fiind fixată de cupla de translație (21) prin cupla de rotație (23) și de tija lungă prin cupla de rotație (24), din nou, cele trei cuple de rotație (21), (23) și (24) având axele de rotație paralele. Al treilea modul (6), are corpul cilindric (25) pe care se deplasează cuplele de translație active (26) și (27), cu rotație liberă în jurul elementului (25), de cupla (27) fiind fixată tija lungă (28) printr-o cuplă de rotație (29), iar de cupla (26) fiind fixată tija scurtă (30), prin cupla de rotație (31), tija fiind legată de tija lungă (28) prin cupla de rotație (32), cele trei cuple de rotație (29), (31) și (32) având axele de rotație paralele. Cele trei tije lungi (12), (20) și (28) se conectează de platforma mobilă (7) prin cuplele sferice (33). Poziționarea și orientarea platformei mobile (7) în spațiu se face prin acționarea cuplelor active de translație (10), (11), (18), (19), (26) și (27).

Modelul 3D al structurii robotice paralele modulare cu cuple active de translație având cele trei module plasate echilateral este prezentat în figurile 2 (cu pacientul și masa chirurgicală) și figura 3 (vedere de jos pentru evidențierea tuturor componentelor) iar un detaliu al platformei mobile cu

modulele de orientare și inserție a instrumentelor chirurgicale fiind prezentat în figura 3 această soluție fiind comună pentru ambele structuri robotice.

Funcționarea celui de-al doilea sistem robotic din cadrul familiei de roboți paraleli modulari cu cuple active de translație pentru chirurgia uniport în varianta constructivă cu modulele de ghidare ale platformei mobile poziționare echilateral, conform figurii 2, este format dintr-o batiu fix (34) poziționat în lateralul mesei chirurgicale (1) pe care se află plasat pacientul (2), batiul (34) având o construcție în consolă, pe acesta fiind fixată baza robotului (38), pe care sunt plasate, la un unghi de 60° (laturile unui triunghi echilateral), cele trei module identice ale structurii, (35), (36) și (37), fiecare din acestea având trei grade de libertate, lucrând în coordonate cilindrice, și două cuple active de translație, de cele trei module fiind conectată platforma mobilă (7) – identică pentru ambele soluții constructive. Conform figurii 3, modulul (35) este format din corpul cilindric (39) pe care se deplasează liniar cele două cuple active de translație (40) și (41) care de asemenea pot să se rotească liber pe corpul cilindric (39). Cupla activă de translație (40) este conectată cu tija lungă (42) printr-o cuplă de rotație (43) iar pe cupla de translație (41) este fixată tija scurtă (44) prin cupla de rotație (45) care se fixează de tija lungă (42) printr-o cuplă de rotație (46), toate cuplele de rotație (43), (45) și (46) având axele paralele. Al doilea modul (36), este format din corpul cilindric (47) pe care se deplasează cuplele active de translație (48) și (49), acestea putând să se rotească liber în jurul axei corpului (47), tija lungă (50) fiind fixată de cupla de translație (48) prin cupla de rotație (51), iar tija scurtă (52) fiind fixată de cupla de translație (48) prin cupla de rotație (53) și de tija lungă prin cupla de rotație (54), din nou, cele trei cuple de rotație (51), (53) și (54) având axele de rotație paralele. Al treilea modul (37), are corpul cilindric (55) pe care se deplasează cuplele de translație active (56) și (57), cu rotație liberă în jurul elementului (55), de cupla (56) fiind fixată tija lungă (58) printr-o cuplă de rotație (59), iar de cupla (57) fiind fixată tija scurtă (60), prin cupla de rotație (61), tija fiind legată de tija lungă (58) prin cupla de rotație (62), cele trei cuple de rotație (59), (61) și (62) având axele de rotație paralele. Cele trei tije lungi (42), (50) și (58) se conectează de platforma mobilă (7) prin cuplele sferice (63). Poziționarea și orientarea platformei mobile (7) în spațiu se face prin acționarea cuplelor active de translație (40), (41), (48), (49), (56) și (57).

Modelul 3D al platformei mobile (7) care ghidază instrumentele chirurgicale este prezentat în figura 4, în detaliu, evidențiind modul de orientare independent al celor două instrumente chirurgicale, și ghidarea instrumentului central, camera laparoscopică în mod direct, prin orientarea platformei (7).

Funcționarea modulelor de orientare pentru instrumente de pe platforma mobilă a sistemelor robotice din cadrul familiei de roboți paraleli modulari cu cuple active de translație pentru chirurgia

uniport, conform figurii 4, are poziționat instrumentul central, camera laparoscopică (64), direct pe platforma mobilă, care prin orientarea acesteia orientează și instrumentul, având modulul de inserție (65), iar primul instrument activ (66), este orientat cu un modul format din două module concentrice, primul inel (67), cel exterior, realizând o mișcare de rotație în jurul axei (OX) și al doilea inel (68) care execută o mișcare de rotație în jurul unei axe perpendiculare pe axa de rotație a inelului exterior (67). Mișcarea de orientare a instrumentului (66) se realizează prin acționarea celor două cuple de translație active, prima cuplă (69) deplasându-se pe elementul vertical (70), tija (71) fiind conectată de cupla de translație prin cupla sferică (72) și de inelul interior (68) prin cupla sferică (73), a doua cuplă de translație activă (74) deplasându-se pe elementul vertical (75), aceasta fiind conectată de tija (76) prin cupla sferică (77) și de inelul interior (68) prin cupla sferică (78), cele două cuple sferice fiind poziționate de o parte și de alta a axei de rotație a inelului exterior (67) și de aceeași parte a axei de rotație a inelului interior (68). Instrumentul (66) are și un modul de inserție (79) care inserează instrumentul pe direcția axei sale longitudinale. Al doilea instrument activ (80), este orientat (în mod similar cu primul), cu un modul format din două module concentrice, inelul exterior (81) realizând o mișcare de rotație în jurul axei (OX) paralelă cu cea a inelului exterior (67), și a doilea inel (82) conectat cu primul printr-o cuplă de rotație în jurul unei axe perpendiculare pe axa de rotație a inelului exterior (81). Mișcarea de orientare a instrumentului (80) este realizată prin intermediul celor două cuple de translație active, prima cuplă (83) deplasându-se pe elementul vertical (84), tija (85) fiind conectată de cupla de translație prin cupla sferică (86) și de inelul interior (82) prin cupla sferică (87), a doua cuplă de translație activă (88) deplasându-se pe elementul vertical (89), aceasta fiind conectată de tija (90) prin cupla sferică (91) și de inelul interior (82) prin cupla sferică (92), cele două cuple sferice fiind poziționate de o parte și de alta a axei de rotație a inelului exterior (81) și de aceeași parte a axei de rotație a inelului interior (82). Instrumentul (80) are și un modul de inserție (93) care inserează instrumentul pe direcția axei sale longitudinale. Ca și generare a mișcării de orientare a instrumentelor prin mișcarea în aceeași direcție a cuplelor active de translație se obține o mișcare de rotație a inelului interior în jurul celui exterior, iar prin mișcarea în sensuri diferite a celor două cuple de rotație se realizează rotația inelului exterior. La mișcarea camerei laparoscopice (instrumentul central (64)) cele două module de orientare a instrumentelor active (66) și (80) trebuind să execute mișcări de compensare pentru a păstra instrumentele nemișcate.

REVENDICĂRI

1. Familie de roboți paraleli modulari cu cuple active de translație pentru chirurgia uniport, **caracterizată prin aceea că** fiecare sistem robotic din cadrul familiei are șase grade de libertate la nivelul platformei mobile, a cărei poziție și orientare este realizată prin trei module fiecare modul având trei grade de mobilitate și două cuple active de translație, dispuse ortogonal sau echilateral, platformă care ghidează direct camera laparoscopică și folosește două module de orientare cu cuple active de translație pentru orientarea independentă a instrumentelor active și module de inserție pentru fiecare instrument.

2. Familie de roboți paraleli modulari cu cuple active de translație pentru chirurgia uniport, conform revendicării 1, **caracterizată prin aceea că** prima soluție constructivă, conform figurii 1, are cele trei module funcționând în coordonate cilindrice poziționate ortogonal, este formată dintr-un batiu fix (3) poziționat în lateralul mesei chirurgicale (1), care este format din două module (4) și (6) fixate paralel pe batiul fix (3), de cele două module fiind atașat cu două elemente de fixare poziționate la 90 de grade (8) al treilea modul (5), cele trei module având structură cinematică identică, primul fiind format din corpul cilindric (9) pe care se deplasează liniar cele două cuple active de translație (10) și (11) care de asemenea pot să se rotească liber pe corpul cilindric (9) iar pe cupla activă de translație (11) este fixată tija lungă (12) printr-o cuplă de rotație (13) iar pe cupla de translație (10) este fixată tija scurtă (14) prin cupla de rotație (15) care se fixează de tija lungă (12) printr-o cuplă de rotație (16), iar al doilea modul (5), fiind format din corpul cilindric (17) pe care se deplasează cuplele active de translație (18) și (19), acestea putând să se rotească liber în jurul axei corpului (17), tija lungă (20) fiind fixată de cupla de translație (19) prin cupla de rotație (21), iar tija scurtă (22) fiind fixată de cupla de translație (21) prin cupla de rotație (23) și de tija lungă prin cupla de rotație (24), iar al treilea modul (6), are corpul cilindric (25) pe care se deplasează cuplele de translație active (26) și (27), cu rotație liberă în jurul elementului (25), de cupla (27) fiind fixată tija lungă (28) printr-o cuplă de rotație (29), iar de cupla (26) fiind fixată tija scurtă (30), prin cupla de rotație (31), tija fiind legată de tija lungă (28) prin cupla de rotație (32), cele trei tije lungi (12), (20) și (28) fiind conectate de platforma mobilă (7) prin cuplele sferice (33), poziționarea și orientarea platformei mobile (7) în spațiu fiind realizată prin acționarea cuplelor active de translație (10), (11), (18), (19), (26) și (27).

3. Familie de roboți paraleli modulari cu cuple active de translație pentru chirurgia uniport, conform revendicării 1, **caracterizată prin aceea că** a doua soluție constructivă, conform figurilor 2 și 3, are cele trei module funcționând în coordonate cilindrice, poziționate echilateral, conform figurii 2, fiind format dintr-o batiu fix (34) poziționat în lateralul mesei chirurgicale (1), batiul (34) având o construcție în consolă, pe acesta fiind fixată baza robotului (38), pe care sunt plasate, la un unghi de 60 de grade, cele trei module identice ale structurii, (35), (36) și (37), fiecare din acestea având trei grade de libertate, lucrând în coordonate cilindrice, și două cuple active de translație, de cele trei module fiind conectată platforma mobilă (7), iar conform figurii 3, modulul (35) este format din corpul cilindric (39) pe care se deplasează liniar cele două cuple active de translație (40) și (41) care de asemenea pot să se rotească liber pe corpul cilindric (39), cupla activă de translație (40) fiind conectată cu tija lungă (42) printr-o cuplă de rotație (43) iar pe cupla de translație (41) fiind fixată tija scurtă (44) prin cupla de rotație (45) care se fixează de tija lungă (42) printr-o cuplă de rotație (46), iar al doilea modul (36), fiind format din corpul cilindric (47) pe care se deplasează cuplele active de translație (48) și (49), acestea putând să se rotească liber în jurul axei corpului (47), tija lungă (50) fiind fixată de cupla de translație (48) prin cupla de rotație (51), iar tija scurtă (52) fiind fixată de cupla de translație (48) prin cupla de rotație (53) și de tija lungă prin cupla de rotație (54) și al treilea modul (37), având corpul cilindric (55) pe care se deplasează cuplele de translație active (56) și (57), cu rotație liberă în jurul elementului (55), de cupla (56) fiind fixată tija lungă (58) printr-o cuplă de rotație (59), iar de cupla (57) fiind fixată tija scurtă (60), prin cupla de rotație (61), tija fiind legată de tija lungă (58) prin cupla de rotație (62), iar cele trei tije lungi (42), (50) și (58) fiind conectate de platforma mobilă (7) prin cuplele sferice (63), mișcările de poziționare și

orientare a platformei mobile (7) în spațiu făcându-se prin acționarea cuplelor active de translație (40), (41), (48), (49), (56) și (57).

4. Familie de roboți paraleli modulari cu cuple active de translație pentru chirurgia uniport, conform revendicărilor 1, 2 și 3, **caracterizată prin aceea că** în ambele soluții constructive modulele ghidează o platformă mobilă (7), care conform figurii 4, are poziționat instrumentul central, camera laparoscopică (64), direct pe platforma mobilă, care prin orientarea acesteia orientează și instrumentul, având modulul de inserție (65), iar primul instrument activ (66), fiind orientat cu un modul format din două module concentrice, primul inel (67), cel exterior, realizând o mișcare de rotație în jurul axei (OX) și al doilea inel (68) care execută o mișcare de rotație în jurul unei axe perpendiculare pe axa de rotație a inelului exterior (67), mișcarea de orientare a instrumentului (66) fiind realizată prin acționarea celor două cuple de translație active, prima cuplă (69) deplasându-se pe elementul vertical (70), tija (71) fiind conectată de cupla de translație prin cupla sferică (72) și de inelul interior (68) prin cupla sferică (73), a doua cuplă de translație activă (74) deplasându-se pe elementul vertical (75), aceasta fiind conectată de tija (76) prin cupla sferică (77) și de inelul interior (68) prin cupla sferică (78), cele două cuple sferice fiind poziționate de o parte și de alta a axei de rotație a inelului exterior (67) și de aceeași parte a axei de rotație a inelului interior (68), instrumentul (66) având și un modul de inserție (79) care inserează instrumentul pe direcția axei sale longitudinale iar al doilea instrument activ (80), este orientat cu un modul format din două module concentrice, inelul exterior (81) realizând o mișcare de rotație în jurul axei (OX) paralelă cu cea a inelului exterior (67), și a doilea inel (82) conectat cu primul printr-o cuplă de rotație în jurul unei axe perpendiculare pe axa de rotație a inelului exterior (81), mișcarea de orientare a instrumentului (80) fiind realizată prin intermediul celor două cuple de translație active, prima cuplă (83) deplasându-se pe elementul vertical (84), tija (85) fiind conectată de cupla de translație prin cupla sferică (86) și de inelul interior (82) prin cupla sferică (87), a doua cuplă de translație activă (88) deplasându-se pe elementul vertical (89), aceasta fiind conectată de tija (90) prin cupla sferică (91) și de inelul interior (82) prin cupla sferică (92), cele două cuple sferice fiind poziționate de o parte și de alta a axei de rotație a inelului exterior (81) și de aceeași parte a axei de rotație a inelului interior (82), instrumentul (80) având și un modul de inserție (93) care inserează instrumentul pe direcția axei sale longitudinale.

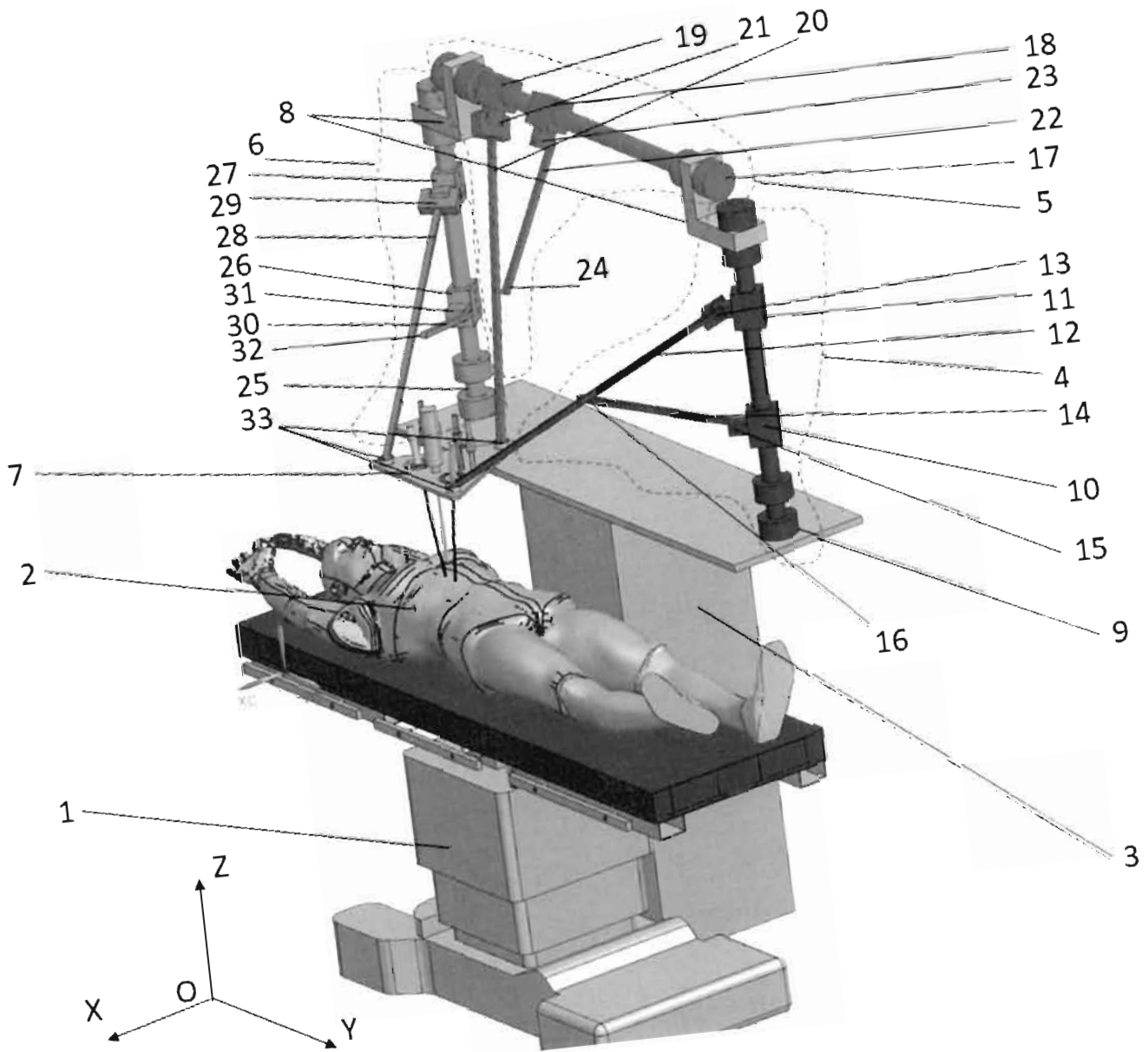


Figura 1

Alina F

30

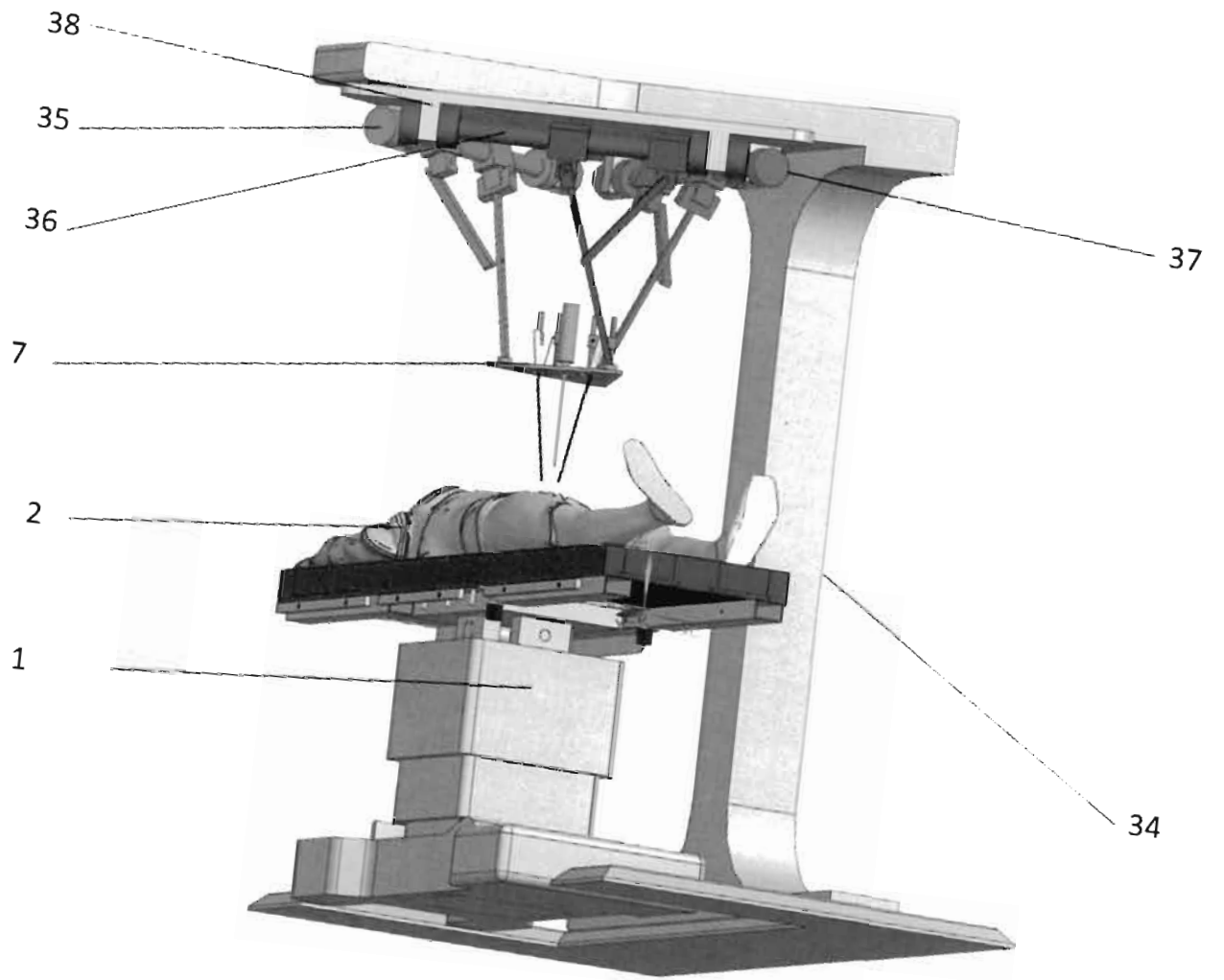


Figura 2

Clina F

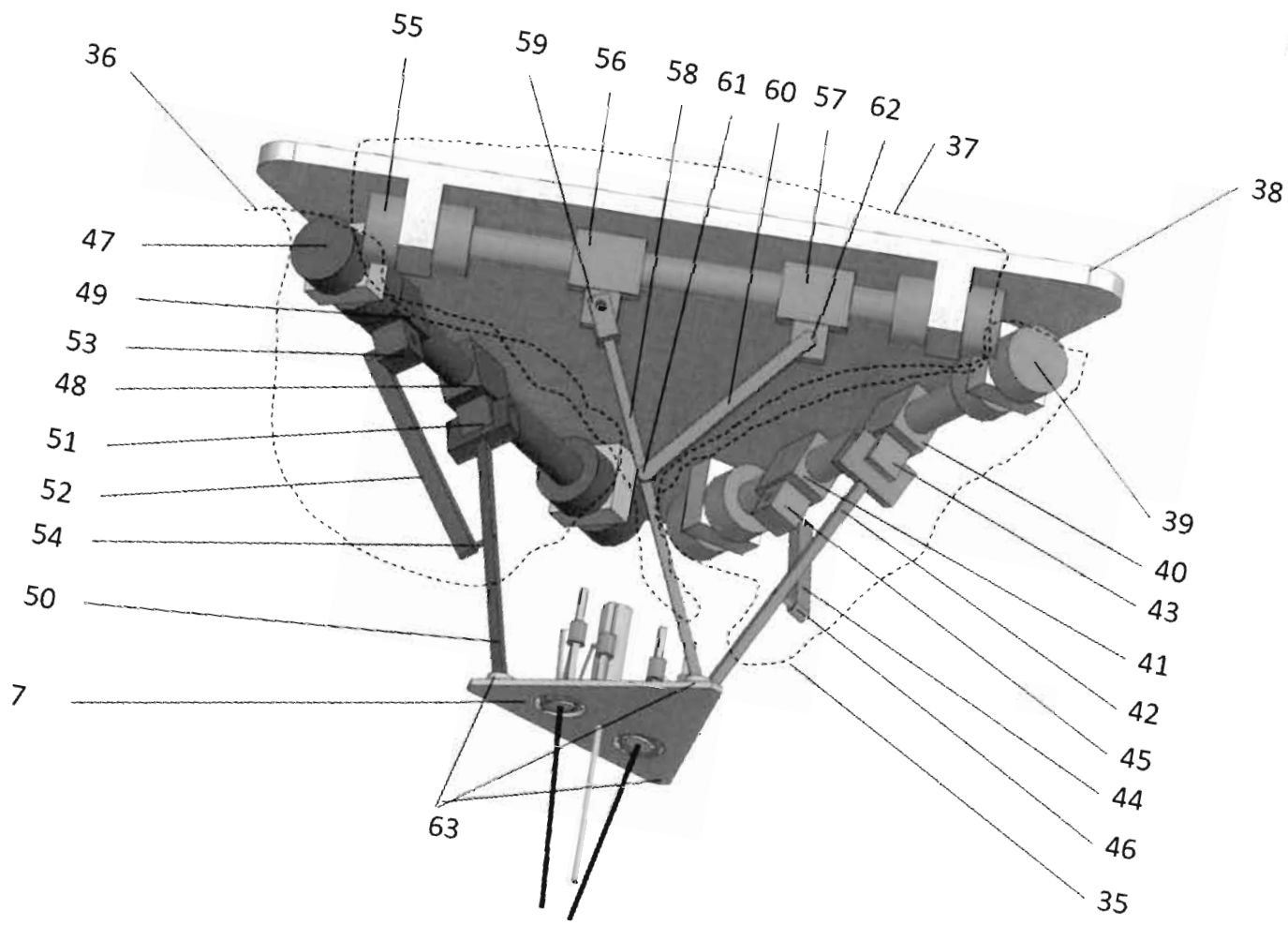


Figura 3

2

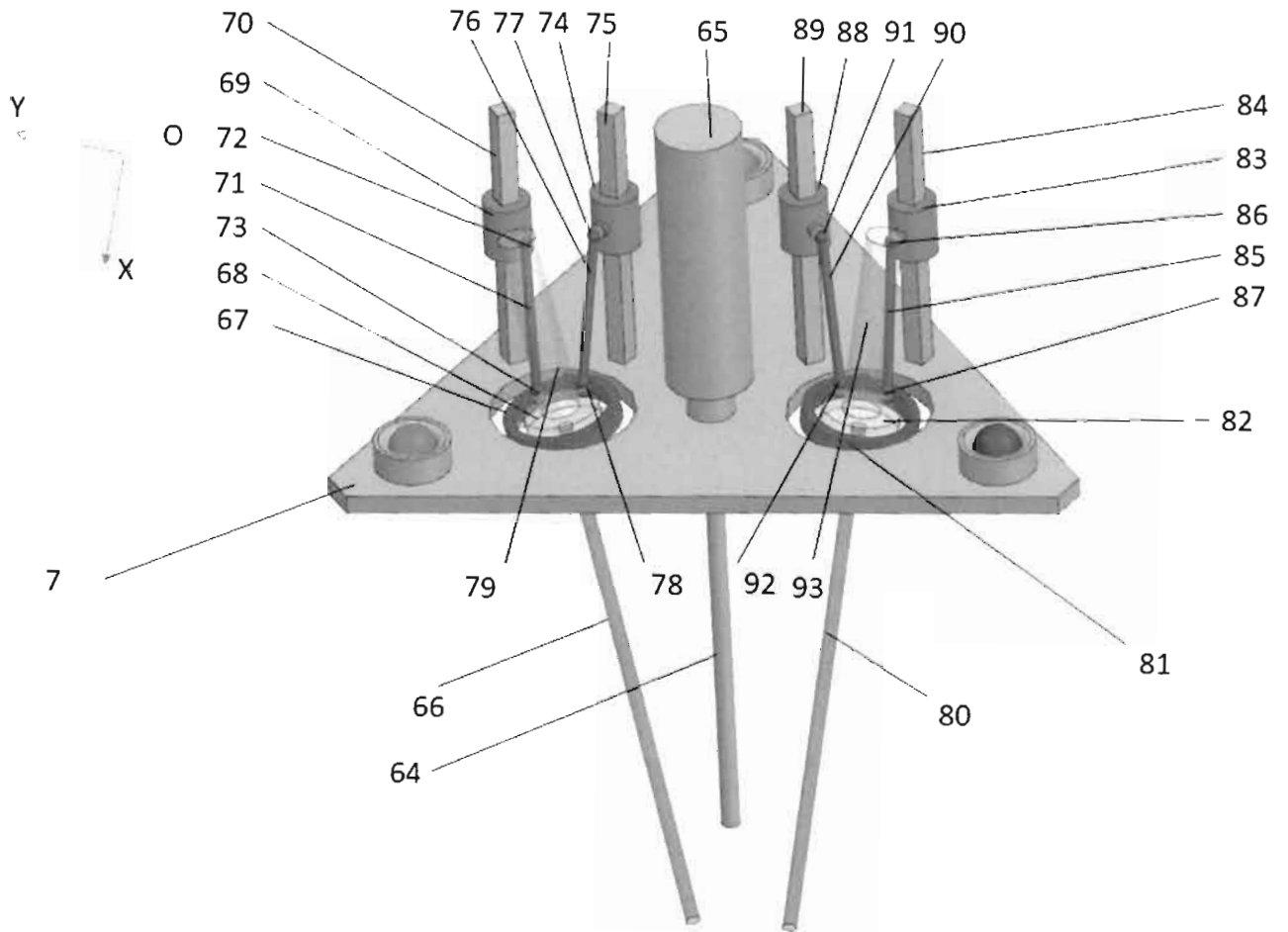


Figura 4

Beige