

(12) CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: a 2021 00734

(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:
• VAIDA LIVIU-CĂLIN,
STR.ALEXANDRU VLAHUȚĂ, BL.LAMA A,
SC.1, ET.4, AP.20, CLUJ-NAPOCA, CJ, RO;
• PÎSLĂ DOINA LIANA,
STR.GHERASE DENDRINO, NR.11,
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;
• BÎRLESCU IOSIF, STR.OAȘULUI,
NR.86-90, BL.K1, AP.805, CLUJ-NAPOCA,
CJ, RO;
• PLITEA NICOLAE, STR.MOISE NICOARĂ
NR.18, CLUJ-NAPOCA, CJ, RO

(54) FAMILIE DE ROBOȚI MODULARI PENTRU CHIRURGIA
UNIORT CU CONSTRÂNGERE CINEMATICĂ A PUNCTULUI
DE INSERȚIE ÎN ORGANISM

(57) Rezumat:

Invenția se referă la o familie de roboți, cu șase grade de mobilitate, în construcție modulară, care realizează poziționarea și orientarea instrumentelor chirurgicale în tehnica de chirurgie uniort. Familia de roboți, conform invenției este formată din două module (4 și 5) cu trei grade de mobilitate, de poziționare cartezian, pe trei axe ortogonale și respectiv de orientare și inserție a trei instrumente chirurgicale, al doilea modul (5) de orientare și inserție a instrumentelor chirurgicale are în componență trei motoare (6) rotative dispuse circular, pe care sunt fixate trei ghidaje (7) sferice pe care se deplasează trei instrumente (8) chirurgicale prin acționarea unor cuple (9) motoare.

Revendicări: 5
Figuri: 5

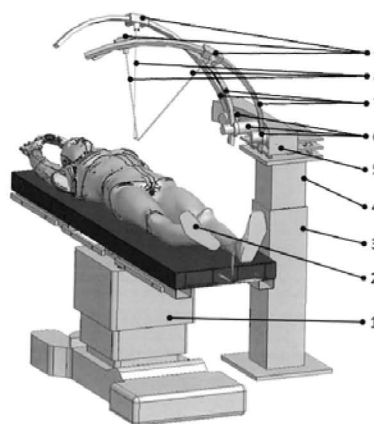


Fig. 1

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).



Familie de roboți modulari pentru chirurgia uniport cu constrângere cinematică a punctului de inserție în organism

Invenția se referă la o familie de roboți modulari, cu șase grade de mobilitate, în construcție modulară, care realizează poziționarea și orientarea instrumentelor chirurgicale în tehnica de chirurgie uniport (SILS - Single Incision Laparoscopic Surgery). Această procedură medicală impune introducerea a trei instrumente chirurgicale (o cameră laparoscopică și două instrumente active) printr-o singură incizie în care se introduce un dispozitiv specializat cu trei porturi de intrare pentru instrumente, aflate la distanță mică (10 mm) unul față de celălalt. Instrumentele, introduse prin aceste porturi de intrare trebuie să realizeze toate mișcările relativ la aceste porturi fixe pentru a nu produce traume pacientului.

Familia de roboți modulari are în componența sa un modul de poziționare liniară având trei grade de libertate (translații după trei axe ortogonale), module de orientare ce realizează constrângerea porturilor de intrare prin arhitectura lor (constrângere cinematică) și module de inserție pentru fiecare instrument. Cele două module de orientare au la bază principiul mecanismelor sferice (care asigură arhitectural ca și punct fix centrul sferei) și respectiv principiul mecanismelor de tip paralelogram (care asigură arhitectural punctul fix prin geometria paralelogramului). Modulul de inserție are rolul de a introduce instrumentul în interiorul corpului de-a lungul axei longitudinale al acestuia care va trece tot timpul prin punctul fix constrâns de modulele de orientare.

Este cunoscut un sistem robotic modular pentru chirurgie uniport, descris în brevetul numărul **USA 16/732308**, un sistem robotic modular care utilizează module integrate. Dezavantajul acestui sistem este reprezentat de volumul mare de spațiu pe care îl ocupă în sala de operație datorită modulelor necesare pentru fiecare instrument în parte, pe lângă acest aspect se adaugă și structura serială pe care o are întreg sistemul.

Un alt sistem robotizat dedicat chirurgiei minim invazive este descris în brevetul cu numărul **US20130338679A1**, acesta având un braț robotic care are rolul de a ghida și orienta instrumentul de chirurgie. Dezavantajul principal al acestui sistem este reprezentat de structura serială a robotului la care se adaugă și necesitatea a trei astfel de brațe utilizate pentru chirurgia minim invazivă.

Un alt sistem robotizat dezvoltat în chirurgia uniport este descris de brevetul cu numărul **AU-2018267275-A1**, un dispozitiv medical utilizat în chirurgia minim invazivă asistată robotic care se poate achiziționa la prețuri relativ mici comparativ cu restul sistemelor din categoria chirurgiei uniport. Dezavantajul acestui sistem este că rezolvă doar problema de poziționare și orientare a laparoscopului la care se adaugă și rigiditatea scăzută a sistemului de tip serial care se fixează de masa de operație.

U. J. F.

Problema tehnică rezolvată în cadrul prezentei invenții constă în realizarea unor module de orientare a instrumentelor în raport cu un punct fix în mod arhitectural (constrângere cinematică), folosind mecanisme de tip sferic și de tip paralelogram. Prin abordarea modulară, lanțurile cinematice propuse pentru a fi utilizate în realizarea sistemului robotic vor asigura o dexteritate și precizie crescută a mișcării datorită modulelor de orientare ale celor două variante propuse, aducând avantaje însemnate comparativ cu dispozitivele prezentate anterior, menținerea fixă a punctelor de inserție prin arhitectura modulelor reprezentând un element de siguranță foarte important pentru procedură. În mod specific această soluție asigură: creșterea preciziei de poziționare a instrumentelor; siguranța procedurii prin menținerea cinematică a punctului fix de inserție; evitarea coliziunilor între brațe; ergonomie mărită a procedurii; minimizarea spațiului ocupat în sala de operație.

Aplicația specifică a familiei de roboți propuse, din cadrul prezentei invenții se referă la chirurgia uniport (asistată robotic). În acest tip de chirurgie instrumentele chirurgicale sunt introduse în interiorul pacientului printr-o singură incizie în care se introduce un dispozitiv specializat cu trei porturi de intrare pentru instrumente. Avantajele specifice ale acestei tehnici chirurgicale sunt: a) afectarea minimă a țesuturilor sănătoase; b) timp de spitalizare și recuperare minim; c) aspectul cosmetic (lipsa cicatricilor). Tehnica manuală întâmpină o serie de probleme specifice: a) intersecția instrumentelor în interiorul corpului care impune manipularea acestora în oglindă; b) poziția incomodă pentru manipularea instrumentelor datorită distanței mici între punctele de inserție; c) coliziuni între instrumente. Pentru a rezolva aceste provocări tehnico-medice se propune utilizarea unui sistem robotic (subiectul acestei invenții) care oferă: a) creșterea ergonomiei procedurii; b) creșterea siguranței pacientului; c) creșterea preciziei procedurii; d) evitarea coliziunilor; e) minimizarea spațiului ocupat în sala de operație.

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

- figura 1 – reprezintă modelul 3D al sistemului robotic modular pentru chirurgia uniport în varianta constructivă cu modul de orientare cu ghidaje liniare circulare și modulul de poziționare de tip cartezian;
- figura 2 – reprezintă modelul 3D al modulului de orientare cu ghidaje liniare circulare și modulul de inserție al instrumentelor;
- figura 3 – reprezintă modelul 3D al sistemului robotic modular pentru chirurgia uniport în varianta constructivă cu modul de orientare cu mecanisme de tip paralelogram și modul de poziționare de tip cartezian;
- figura 4 – reprezintă modelul 3D al modulului de orientare cu mecanisme de tip paralelogram și modulul de inserție al instrumentelor;

- figura 5 – reprezintă modelul 3D al modulului de poziționare de tip cartezian al celor două module de orientare și inserție a instrumentelor.

Modelul 3D al sistemului robotic modular cu modul de orientare cu ghidaje liniare circulare (sferice) și modul de poziționare cartezian este prezentat în figura 1, la care se adaugă prezentarea în detaliu a modulului de orientare și inserție pentru cele trei instrumente în figura 2 pentru modulul de orientare și modulul de poziționare ortogonală în figura 5, comun pentru ambele soluții constructive.

Funcționarea primului sistem robotic din cadrul familiei de roboți modulari pentru chirurgia uniport cu constrângere cinematică a punctului de inserție în organism în varianta constructivă cu module de orientare cu ghidaje liniare circulare (sferice) cu motoare rotative, conform figurii 1, este format din două module cu câte trei grade de mobilitate, un modul de poziționare cu trei cuple active de translație în sistem cartezian și axe ortogonale (4) și un modul de orientare cu mecanisme sferice și inserție pentru trei instrumente chirurgicale cu câte trei cuple active pe fiecare braț (5). Astfel pentru realizarea procedurii chirurgicale uniport se poziționează batiul robotului (3) cu întreaga structură în proximitatea pacientului (2) care se află pe masa de chirurgie (1), modulul de poziționare de tip cartezian (4) realizând poziționarea modulului de orientare și inserție a instrumentelor (5) în raport cu pacientul până la alinierea acestuia cu punctul de inserție în organism a instrumentelor, definit de chirurg. Modulul de orientare și inserție a instrumentelor are în componența sa, trei motoare rotative (6) dispuse circular, pe care sunt fixate trei ghidaje sferice (7) pe care se deplasează cele trei instrumente chirurgicale (8) prin acționarea cuplelor motoare (9). Modulul de orientare și inserție, conform figurii 2, pentru trei instrumente chirurgicale cu câte trei cuple active pe fiecare braț (în construcție similară, notate cu a, b, c) este format din batiul (10) pe care sunt montate cele trei motoare de rotație (11 a,b,c) dispuse circular, pe un cerc de rază egală cu raza ghidajelor sferice (12 a,b,c) pe care se deplasează patinele sferice (13 a,b,c) care deplasează instrumentele de-a lungul ghidajelor sferice. Punctul fix pentru fiecare instrument în reprezintă intersecția dintre axa de rotație a motoarelor (11 a,b,c) cu axa longitudinală a instrumentelor (14 a,b,c). Inserția instrumentelor se face cu ajutorul modulului de inserție (15 a,b,c) care va realiza deplasarea liniară a instrumentelor pe razele celor trei ghidaje sferice (12 a,b,c).

Modelul 3D al sistemului robotic modular pentru chirurgia uniport cu modul de orientare și inserție cu mecanisme de tip paralelogram și modul de poziționare cartezian este prezentat în figura 3, la care se adaugă prezentarea în detaliu a modulului de orientare și inserție pentru cele trei instrumente în figura 4 și figura 5 pentru modulul de poziționare, comun pentru cele două soluții constructive ale familiei de roboți.

Funcționarea celui de-al doilea sistem robotic din cadrul familiei de roboți modulari pentru chirurgia uniport cu constrângere cinematică a punctului de inserție în organism în varianta constructivă cu module de orientare cu mecanisme de tip paralelogram, conform figurii 3, este format din două module cu câte trei grade de mobilitate, primul fiind modulul de poziționare cu trei cuple active de translație în sistem cartezian (16) și respectiv modulul de orientare cu mecanisme paralelogram și inserție pentru trei instrumente chirurgicale cu câte trei cuple active pe fiecare braț (17). Modulul de poziționare cartezian (16) realizează poziționarea modulului de orientare și inserție (17) până la poziționarea punctelor fixe, conform figurii 4, în jurul cărora se vor orienta cele trei instrumente (21 a,b,c) după care acesta va rămâne fix pe întreaga perioadă a intervenției chirurgicale. Modulul de orientare și inserție (17) integrează motoarele rotative (18 a,b,c) dispuse circular, ce realizează mișcarea de rotație a mecanismului paralelogram în jurul axei definite de latura sa inferioară, iar prin acționarea motoarelor rotative (22 a,b,c) se realizează acționarea mecanismului paralelogram (19) care va orienta instrumentele (20 a,b,c) în jurul unei axe perpendiculare pe planul paralelogramului, având centrul de rotație în axa motoarelor (22 a,b,c) și o rază egală cu latura orizontală a paralelogramului. Punctul fix al fiecărui mecanism este dat de intersecția între axele (23 a,b,c) de rotație și axa longitudinală a instrumentelor. Pe mecanismele paralelogram, fiecare instrument folosește un modul de inserție (21 a,b,c) care realizează translația instrumentului în lungul axei sale longitudinale. Mișcările de rotație și de translație ale modulului de orientare cu mecanisme de tip paralelogram și modul de inserție este ilustrat în figura 3 pentru fiecare din cele trei instrumente.

Modulul de poziționare cartezian, folosit pentru cele două mecanisme de orientare și inserție a instrumentelor, din cadrul familiei de roboți modulari pentru chirurgia uniport cu constrângere cinematică a punctului de inserție în organism este alcătuit din batiul robotului (23), platformă de ghidare (24) după prima axă de translație. Avansul pe axele 2 și 3 se realizează cu ajutorul motorului rotativ (26), respectiv motorului rotativ (29) montate pe cele două mese (31) ale platformei, care sunt fixate pe săniile de ghidare (25) și (30).

REVENDICĂRI

1. Familie de roboți modulari pentru chirurgia uniport cu constrângere cinematică a punctului de inserție în organism, **caracterizată prin aceea că** fiecare sistem robotic din cadrul familiei are o construcție modulară, formată dintr-un modul de poziționare cartezian (pe trei axe ortogonale) care realizează poziționarea modulelor de orientare și inserție a instrumentelor care sunt realizate pe principiul mecanismelor sferice și a celor de tip paralelogram, asigurând arhitectural menținerea punctului fix de inserție în organism pentru cele trei instrumente pe care le ghidează, inserția fiind asigurată de module de translație independente pentru fiecare instrument.
2. Familie de roboți modulari pentru chirurgia uniport cu constrângere cinematică a punctului de inserție în organism, conform revendicării 1, **caracterizată prin aceea că** cele două variante constructive ale modulelor de orientare asigură, în mod arhitectural (constrângere cinematică), orientarea a trei instrumente chirurgicale și inserția acestora în organism printr-o singură incizie, în ambele variante constructive, modulele de orientare fiind poziționate, conform figurilor 1 și 3 de un modul de cartezian cu axele ortogonale, care asigură, prin translațiile sale, poziționarea punctelor fixe de orientare și inserție a instrumentelor.
3. Familie de roboți modulari pentru chirurgia uniport cu constrângere cinematică a punctului de inserție în organism, conform revendicărilor 1 și 2, **caracterizată prin aceea că**, o variantă constructivă folosește trei mecanisme de orientare cu ghidaje sferice, care manipulează independent trei instrumente chirurgicale și care are în componența sa, conform figurii 1, trei motoare rotative (6) dispuse circular, pe care sunt fixate trei ghidaje sferice (7) pe care se deplasează cele trei instrumente chirurgicale (8) prin acționarea cuplelor motoare (9), și care, conform figurii 2, este format din batiul (10) pe care sunt montate cele trei motoare de rotație (11 a,b,c) dispuse circular, pe un cerc de rază egală cu raza ghidajelor sferice (12 a,b,c) pe care se deplasează patinele sferice (13 a,b,c) care deplasează instrumentele de-a lungul ghidajelor sferice, punctul fix în jurul căruia sunt orientate instrumentele fiind dat de centrul sferei și anume intersecția dintre axa de rotație a motoarelor (11 a,b,c) cu axa longitudinală a instrumentelor (14 a,b,c), iar inserția instrumentelor se face cu ajutorul modulului de inserție (15 a,b,c) care va realiza deplasarea liniară a instrumentelor pe razele celor trei ghidaje sferice (12 a,b,c).
4. Familie de roboți modulari pentru chirurgia uniport cu constrângere cinematică a punctului de inserție în organism, conform revendicărilor 1 și 2, **caracterizată prin aceea că**, a doua variantă constructivă folosește trei mecanisme de orientare de tip paralelogram, conform figurilor 3 și 4, modulul de orientare și inserție (17) integrând motoarele rotative (18 a,b,c) dispuse circular, ce realizează mișcarea de rotație a mecanismului paralelogram în jurul axei definite de latura sa inferioară, iar prin acționarea motoarelor rotative (22 a,b,c) ce realizează acționarea mecanismului paralelogram (19) care va orienta instrumentele (20 a,b,c) în jurul unei axe perpendiculare pe prima axă de rotație, punctul fix al fiecărui mecanism fiind definit de intersecția între axele (23 a,b,c) de rotație și axa longitudinală a instrumentelor, fiecare din cele trei instrumente având un modul de inserție (21 a,b,c) care realizează translația instrumentului în lungul axei sale longitudinale.
5. Familie de roboți modulari pentru chirurgia uniport cu constrângere cinematică a punctului de inserție în organism, conform revendicărilor 1 și 2, **caracterizată prin aceea că**, cele două variante constructive ale mecanismelor de orientare și inserție a instrumentelor sunt plasate pe un modulul de poziționare cartezian, conform figurii 5, alcătuit din batiul robotului (23), și platformă de ghidare (24) ce asigură prima axă de translație iar avansul pe axele 2 și 3 se realizează cu ajutorul motorului rotativ (26), respectiv motorului rotativ (29) montate pe cele două mese (31) ale platformei, care sunt fixate pe săniile de ghidare (25) și (30).

2

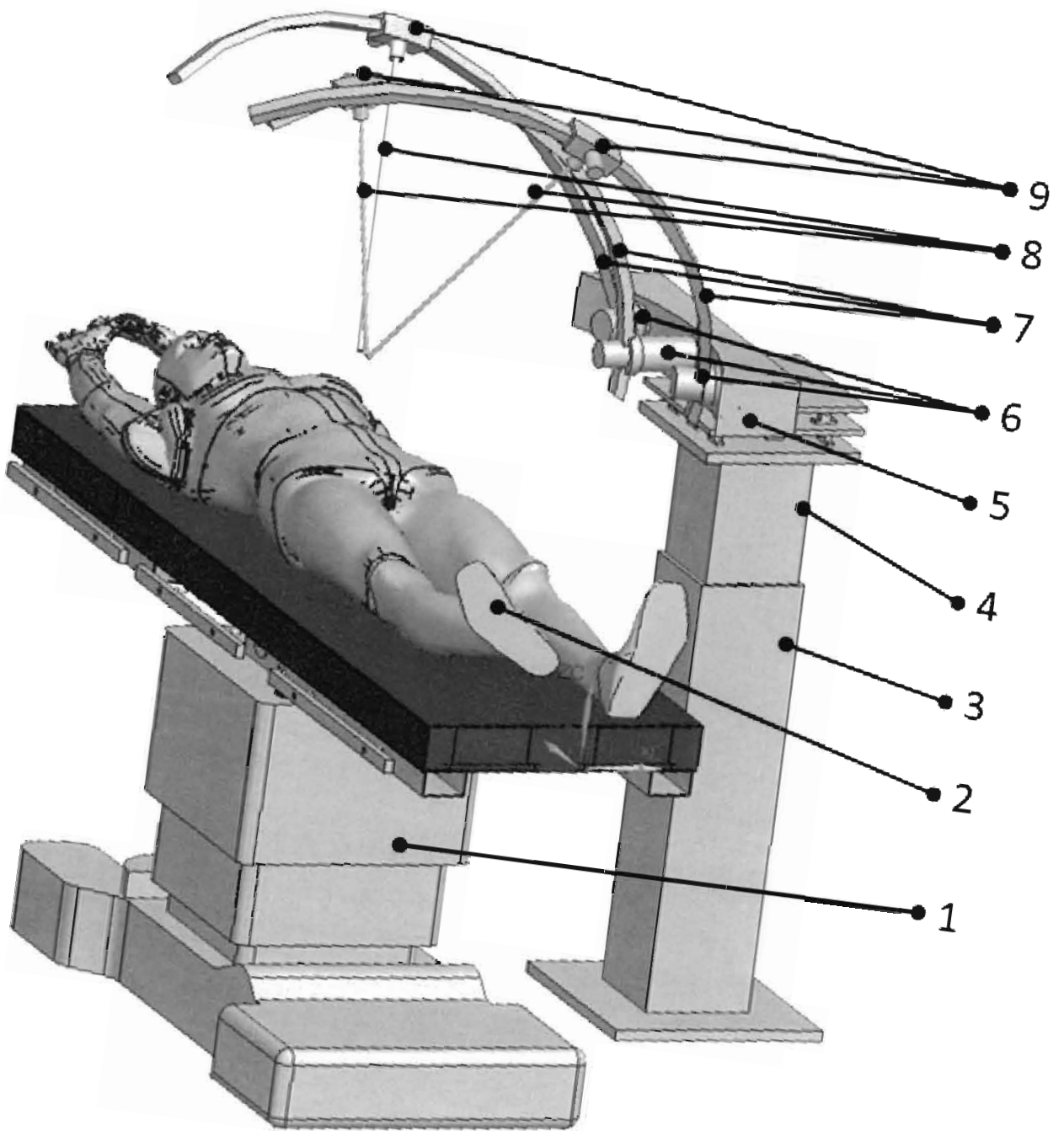


Figura 1

10/11/2017

27

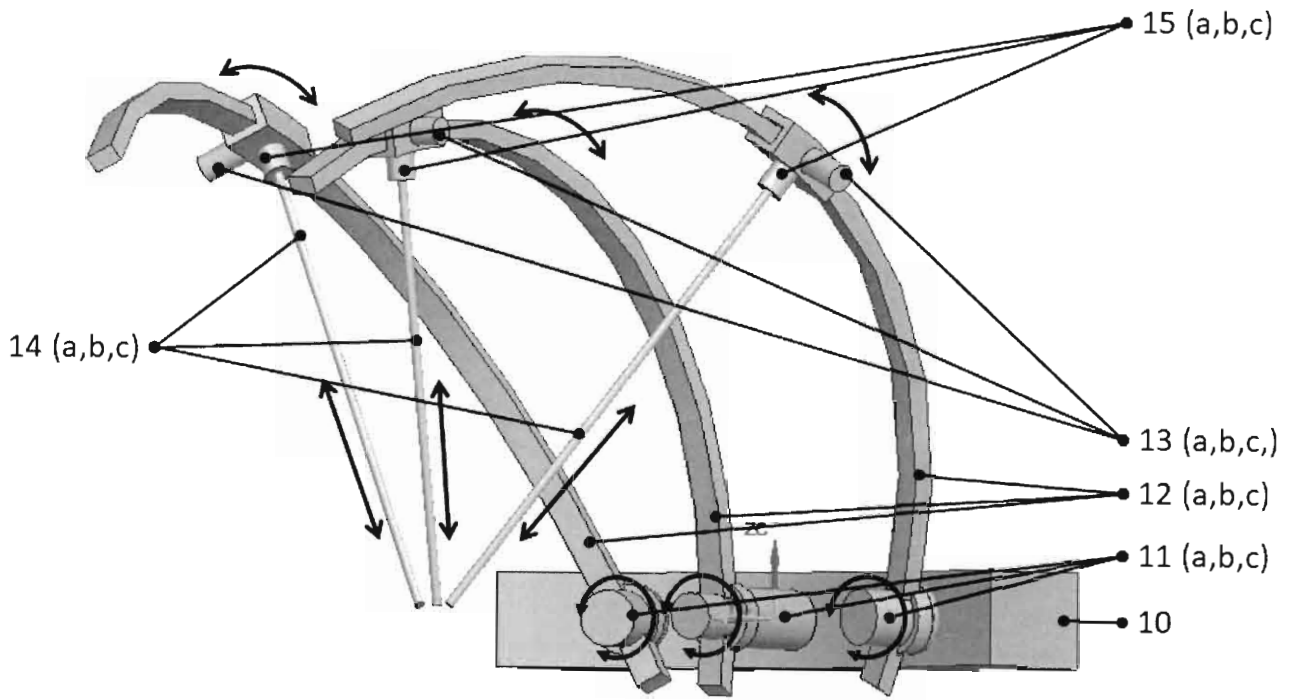


Figura 2

desenho F.

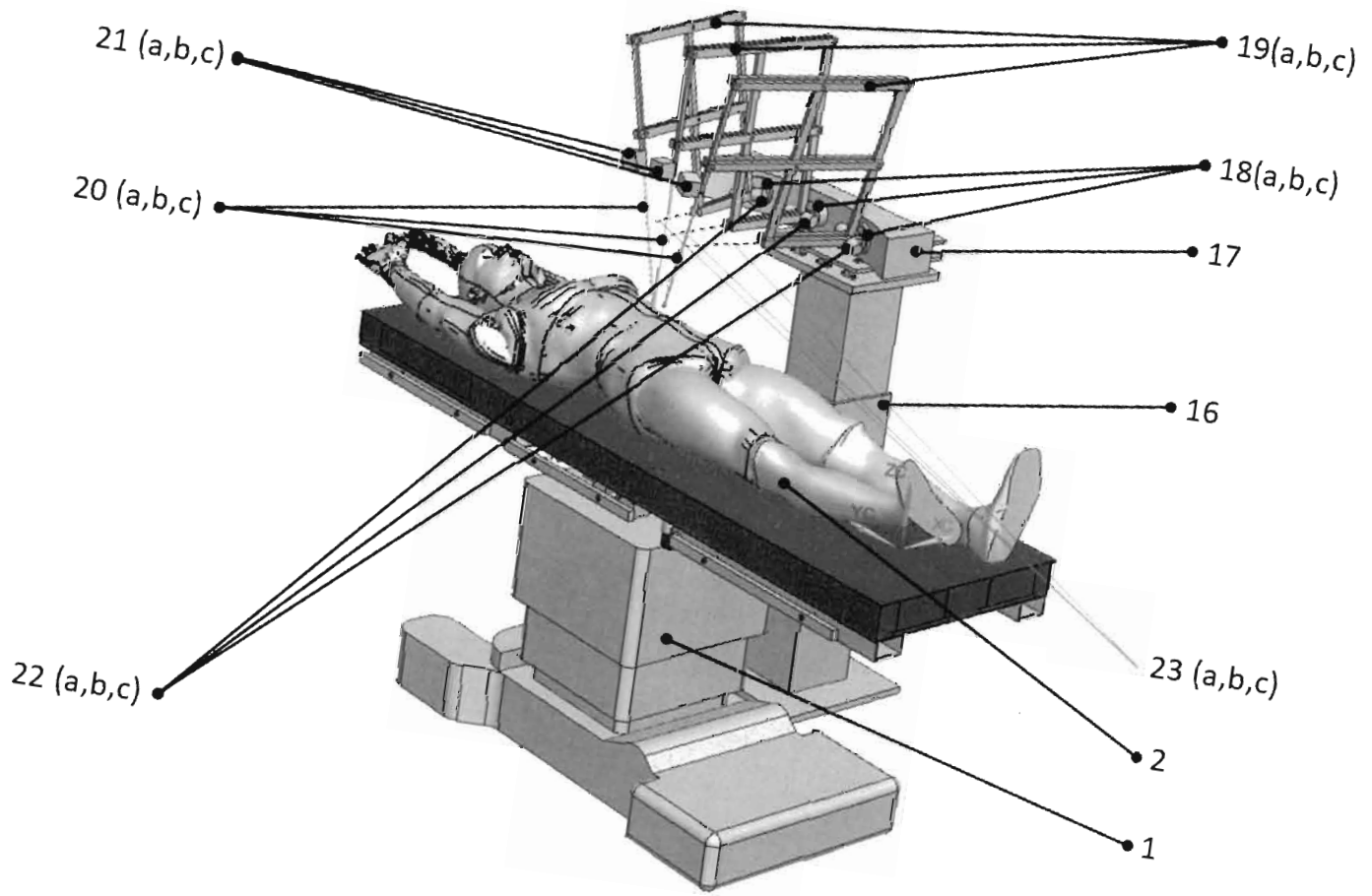


Figura 3

25

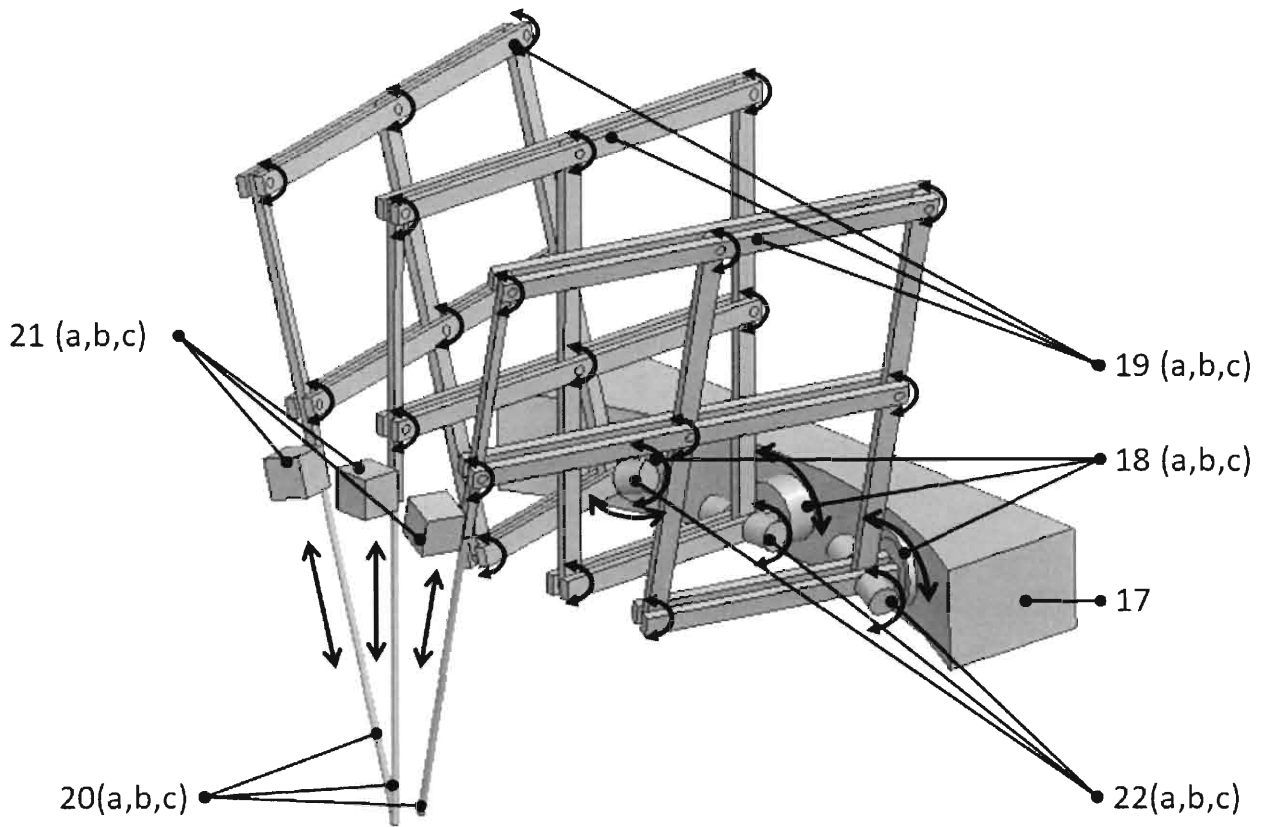


Figura 4

Acuniger F.

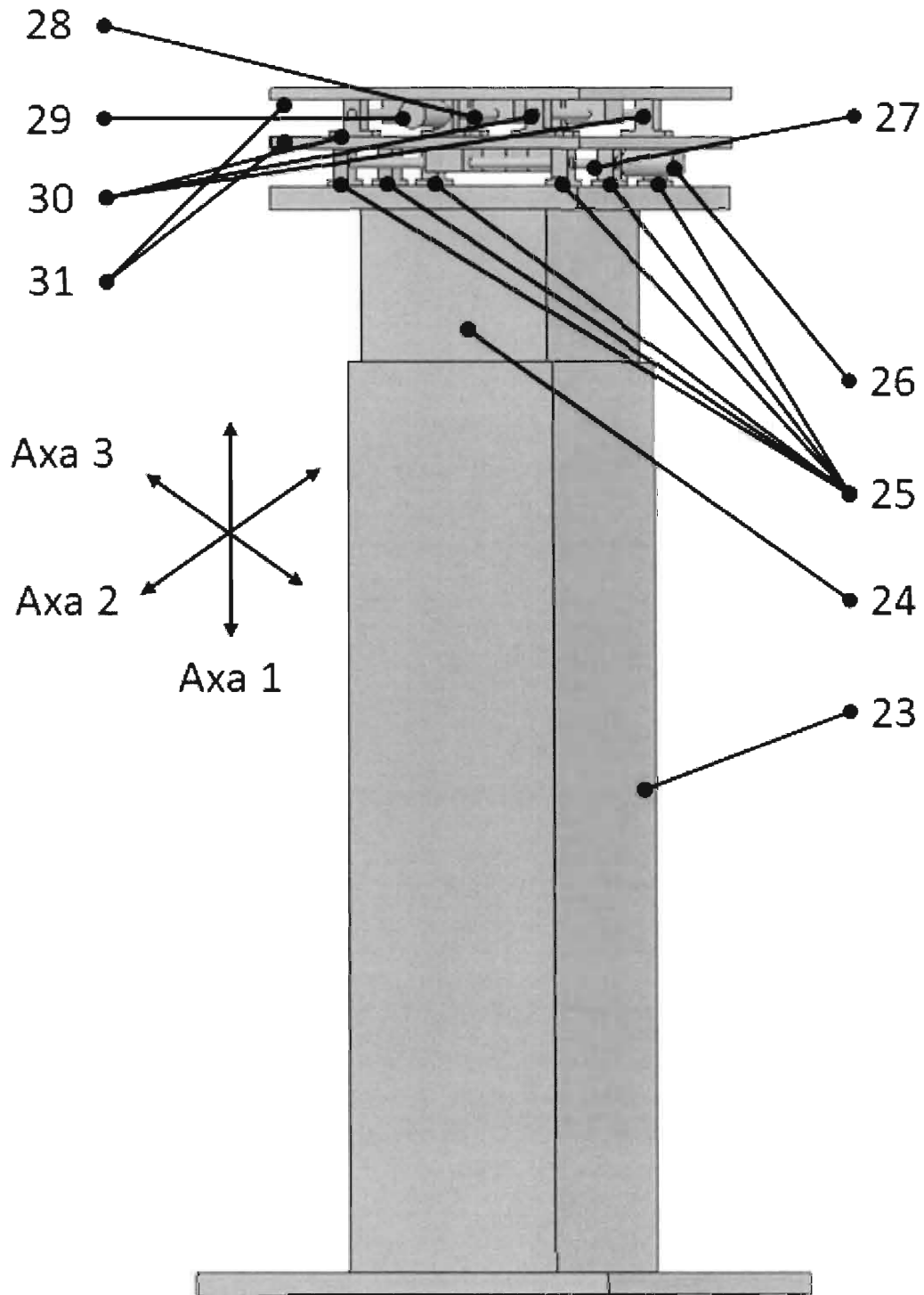


Figura 5