



(12)

BREVET DE INVENȚIE

- (21) Nr. cerere: **a 2015 00505**
- (22) Data de depozit: **14/07/2015**
- (45) Data publicării mențiunii acordării brevetului: **30/05/2024** BOPI nr. **5/2024**

(41) Data publicării cererii:
30/01/2017 BOPI nr. **1/2017**

(73) Titular:
• **DUMITRU VIOLETA CRISTINA,**
STR. GEORGE FOTINO, BL. B12, SC. 1,
AP. 3, CRAIOVA, DJ, RO

(72) Inventatori:
• **DUMITRU VIOLETA CRISTINA,**
STR. GEORGE FOTINO, BL. B12, SC. 1,
AP. 3, CRAIOVA, DJ, RO;

• **DUMITRU CONSTANTIN,**
STR. GEORGE FOTINO, BL. B12, SC. 1,
AP. 3, CRAIOVA, DJ, RO

(56) Documente din stadiul tehnicii:
US 2011/0295065 A1; US 2008/0287741 A1;
US 2014/0330432 A1

(54) **ROBOT ASISTENT MODULAR**

Examinator: ing. NIȚĂ DIANA



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 131612 B1

1 Invenția se referă la un robot asistent, în construcție modulară, pentru explorări și
2 intervenții în spații limitate, utilizat în aplicațiile medicale pentru manipularea instrumentelor
3 chirurgicale, ca suport pentru un sistem optic (cameră video) pentru a vizualiza obiecte în
4 spatele unui perete sau pentru prindere și fixare abilă prin înfășurare.

5 Robotul modular asiguă două funcționalități majore, capacitate de a realiza o curbă
6 spațială și posibilitatea păstrării configurației anterioare. Are o structură simplă și compactă,
7 economic de realizat și întreținut și capabil să fie modificat cu un efort minim. Prin modul
8 înțeles în prezenta invenție un ansamblu (articulație, translație, pivotare, axă, ghidaj, element
9 de acționare etc.) realizat ca parte componentă a unei familii destinată să îndeplinească o
10 funcție comună și conceput în așa fel încât să poată funcționa interconectat cu module de altă
11 funcționalitate în cadrul unei stucturi de robot. Abordarea construcției modulare a robotului
12 va conduce la o creștere a flexibilității și la o adaptabilitate mai ușoară la mediul de lucru.

13 În prezent, un număr mare de cercetători au încercat să ofere diferite soluții tehnice
14 pentru dispozitive în scopuri similare. Pentru chirurgia minim invazivă, câteva exemple sunt
15 prezentate în continuare (**WO 2007/088208 A1**, **JP 2007/289675**). În brevetul
16 **WO 2007088208 A1** este prezentat un sistem chirurgical robotic pentru efectuarea proce-
17 durilor medicale minim invazive ce cuprinde un braț manipulator pentru un instrument laparo-
18 scopic. Brațul manipulator oferă trei grade de libertate pentru poziționarea încheieturii mâinii.
19 Încheietura mâinii oferă două grade de libertate. Unitatea efector cuprinde un instrument
20 laparoscopic și oferă un grad de libertate prin intermediul unei articulații revoluate pentru
21 stabilirea unghiului de rulare al instrumentului laparoscopic LIA. LIA are un locaș pentru
22 montarea unui adaptor stern la unitate, și un mecanism de acționare ce cooperează cu
23 adaptorul pentru acționarea unui instrument laparoscopic. Dezavantajul acestei invenții este
24 dat de faptul ca spațiul de lucru al instrumentului este mic. De asemenea, este cunoscut un
25 alt sistem **JP 2007/289675** ce include un dispozitiv de acționare și un ansamblu robotic.
26 Acest ansamblu include două brațe robotice care operează într-o direcție orizontală. Al doilea
27 braț include: un mecanism cardan prevăzut pe partea distală a capătului un cursor care este
28 susținut de un mecanism cardanic și un manipulator M care este deplasabil în direcția axei.

29 Mecanismul cardanic variază atitudinea manipulatorului M prin cursor, în funcție de
30 operația brațelor. Dezavantajul acestui sistem se referă la restricțiile avute în spațiile minim
31 invazive.

32 Dar, cele mai cunoscute cercetări din domeniul roboticii modulare sunt structurile de
33 roboți de tip șarpe formate din segmente articulate având articulații cilindrice sau sferice și
34 fiind prevăzute cu cabluri de acționare, cum ar fi cele prezentate în brevetele
35 **WO 2007/088208 A1**, **JP 2007/289675**, **US 2008/0287741 A1**, **US 2011/0295065 A1** sau
36 **WO 2009/146171 A1**. În brevetul **US 2008/0287741 A1** este prezentat un mecanism articulată
37 pentru utilizare în dispozitive medicale, cum ar fi un endoscop al unui cateter, include o serie
38 de legături stivuite dispuse una lângă cealaltă și deplasabile. Fiecare legătură include o față
39 frontală conică la o pereche de puncte de pivotare și o față posterioară care deține un locaș
40 în formă de pană pentru primirea punctelor de pivotare ale legăturii adiacente. Firele de
41 tragere furnizează tensiune și țin legăturile pivotante împreună, permițând, de asemenea,
42 îndoirea controlată a porțiunii distale prin mișcarea mai multor fire de tragere. Un exemplu
43 de realizare a unui instrument segmentat cu capacitate de frânare având o multitudine de
44 legături și o balama care conectează o pereche de legături adiacente în multitudinea de
45 legături este prezentat în brevetul **US 2011/0295065 A1**. Cel puțin o articulație blocabilă și
46 articulabilă este adaptată și configurată pentru a crește numărul de suprafețe de frecare dis-
47 ponibile între perechea de legături adiacente. Manipularea produce o mișcare de alunecare
48 între o multitudine de componente cu formă complementară într-o porțiune a ansamblului de

RO 131612 B1

frână între legăturile adiacente. Un alt dispozitiv studiat **WO 2009/146171 A1** include două mecanisme, cu mai multe legături adiacente. Fiecare mecanism poate include un prim element, o multitudine de elemente intermediare și un al doilea element mobil cuplat cu unul dintre elementele intermediare. Dispozitivul articulată poate avea o cameră video și un scut protector conectate la un capăt distal. Scutul de protecție poate înconjura cel puțin o porțiune a camerei. Dezavantajul acestui sistem se referă la posibilitatea răsucirii elementelor de legătură între ele.

Problema complexității obținerii gradelor de libertate este încă nerezolvată, dând naștere la mecanisme cu grade de libertate limitate. Roboții de tip șarpe sunt de obicei acționați atât de sisteme de acționare mecanice, hidraulice sau pneumatice, cât și de tendoane confecționate din aliaje cu memorie de formă. Aceste manipuloare nu pot face îndoiri cu raze mici, deși pot aplica forțe mari. Mai mult, au un feedback lent și sunt în mod inerent dificil de controlat, respectiv nu pot fi miniaturizate cu ușurință.

Alte construcții de roboți în formă de șarpe necesită multe articulații mecanice, deci vor fi probleme de execuție, în special în ceea ce privește precizia și jocul componentelor.

Problema tehnică pe care o rezolvă invenția este realizarea unui robot asistent compact, în construcție modulară, care are capacitatea de a realiza o curbă spațială și posibilitatea păstrării configurației anterioare, prin îndoirea controlată a porțiunii distale a brațului robotic, luând în considerare adaptabilitatea și siguranța în funcționare.

Robotul asistent modular, conform invenției, înlătură dezavantajele enumerate mai sus prin realizarea unei structuri flexibile de robot care cuprinde:

- un braț robotic poliarticulat care include o mulțime de legături (verigi) adiacente, mobile una față de cealaltă, aranjate în serie și acționate prin cabluri (fire), fiecare verigă incluzând o față frontală de formă concavă (semisferică), o față posterioară de formă convexă care definește un locaș semisferic, o suprafață cilindrică exterioară pe care sunt prevăzute niște canale longitudinale diametral opuse, la unul din capete, respectiv, niște bolțuri la celălalt capăt pentru a preveni răsucirea verigilor în jurul axelor longitudinale și cel puțin patru cabluri (fire) de acționare, în scopul de a realiza secțiuni de îndoire multiple în spațiul 3D; și

- un sistem de acționare și comandă care include:

- o structură de bază care susține niște sănii longitudinale și asigură totodată și calea de rulare pentru deplasarea acestora pe o axă orizontală; și

- niște structuri de înaintare-retragere (sănii longitudinale) cu control optoelectronic cu laser pentru a defini natura și amplitudinea mișcărilor, pentru a realiza mișcările relative ale componentelor și pentru a controla evoluția curselor de deplasare ale unui efector final (instrument, cameră) specifice fiecărei aplicații, în scopul de a păstra curbura brațului robotic și de a asigura rotirea unghiular tridirecțională a fiecărei articulații pentru a asigura dexteritate și agilitate sporite brațului robotic.

- Robotul asistent modular, conform invenției, prezintă următoarele avantaje:

- soluție simplă, comodă de exploatare care asigură obținerea parametrilor cinematici și dinamici necesari pentru realizarea unei curbe 3D în spațiu;

- permite menținerea curbei spațiale datorită ușurii brațului cu articulații sferice;

- permite obținerea diferitelor lungimi ale brațului robotic poliarticulat datorită verigilor intermediare interschimbabile;

- brațul robotic poate fi îndoit în așa fel încât să realizeze acțiuni în spatele obstacolelor sau în spații greu accesibile;

- asigură succesiunea secvențelor de mișcare datorită sistemului de acționare și comandă, pe baza unui program stabilit inițial de un operator uman;

RO 131612 B1

- 1 - designul mecanic al robotului, compact și simplu, în construcție modulară, face
posibilă operarea cu agilitate în spații de mici dimensiuni și complexe din punct de vedere
3 geometric;
- poate fi proiectat să urmeze o cale serpentină, cu raze strânse și să facă curbe de
5 circa 180° de grade în orice direcție într-un spațiu 3D;
- adaptabilitate/manevrabilitate, realizată printr-o structură flexibilă, fixare rapidă și
7 stabilă, reconfigurarea componentelor fiind asigurată de o construcție modulară, utilizarea
unor senzori și actuatori digitali;
- 9 - siguranță în funcționare, asigurată prin miniaturizare dimensiuni reduse (de exemplu
un diametru al brațului robotic de 14,5 mm și lungimea de 240 mm), greutatea mică (con-
11 feționat din materiale plastice), componente inteligente;
- natura compactă a designului și simplitatea controlului îl face un candidat ideal
13 pentru comandă de la distanță;
- raportul de aspect, scara 1:60 asigurată printr-un design corespunzător.
- 15 În continuare, se prezintă un exemplu de realizare al invenției, în legătură cu
fig.1...10, care reprezintă:
- 17 - fig. 1, ilustrează o vedere de perspectivă a unei structuri de braț robotic poliarticulat,
în conformitate cu un exemplu de realizare a invenției;
- 19 - fig. 2, ilustrează o vedere de perspectivă expandată a unei porțiuni de braț robotic
poliarticulat;
- 21 - fig. 3, ilustrează o secțiune a unei porțiuni de braț robotic poliarticulat în care sunt
indicate veriga intermediară și veriga distală ale unui mecanism interior 2;
- 23 - fig. 4a, 4b, prezintă o vedere parțială a unei verigi intermediare a unui mecanism
exterior 1 al unui braț robotic poliarticulat, cu detaliu două bolțuri și două canale diametral
25 opuse pe suprafața cilindrică exterioară;
- fig. 5, prezintă un ansamblu de două verigi intermediare cuplate mobil ale unui
27 mecanism exterior 1 al unui braț robotic poliarticulat;
- fig. 6, prezintă o schemă cinematică corespunzătoare unui braț robotic poliarticulat
29 și indică o secvență de mișcare ca exemplu;
- fig. 7, prezintă o schemă cinematică simplificată pentru o structură de robot asistent,
31 în construcție modulară, cu mișcări generate în spațiul 3D;
- fig. 8, ilustrează o vedere de perspectivă a unui sistem de acționare și comandă
33 pentru o structură de braț robotic poliarticulat, în conformitate cu un exemplu de realizare a
invenției;
- 35 - fig. 9, ilustrează o secțiune transversală în planul Oxy a suprafețelor ce rezultă
printr-o succesiune de translații și rotații ale originii;
- 37 - fig. 10, reprezintă o curbă care prin rotație în jurul axei Oy mărginește la exterior
volumul de lucru al brațului robotic.
- 39 Robotul asistent, în construcție modulară, conform invenției, este alcătuit din urmă-
toarele componente: un braț robotic poliarticulat **A** și un sistem de acționare și comandă **B**.
- 41 Brațul robotic poliarticulat include o mulțime de legături (verigi) adiacente, cuplate mobil una
cu alta, aranjate în serie și acționate prin cabluri (fire) pentru a realiza secțiuni de îndoire
43 multiple în spațiul 3D. Firele de tragere furnizează tensiune și țin legăturile pivotante
împreună, permițând, de asemenea, îndoirea controlată a porțiunii distale a brațului robotic.
- 45 Brațul robotic are în plus niște elemente de acționare poziționate corespunzător, de exemplu,
niște motoare pas cu pas, actuatori digitali sau altele asemenea, pentru a asigura, de
47 exemplu, deplasarea sau feedbackul de deplasare. Mai mult, senzori, de exemplu traductori,
limitatori de cursa sau altele asemenea, pot fi poziționați corespunzător pe baza robotului,

RO 131612 B1

respectiv pe săniile longitudinale de deplasare liniară. Motorele pas cu pas, actuatori digitali și senzorii vor fi conectați operațional în sistemul de control al robotului modular astfel încât să permită ca pozițiile și orientările unui efector final să fie variate în raport cu o bază a robotului modular.

Constructiv, brațul robotic paliarticulat **A** poate să includă două tuburi concentrice cu o structură flexibilă, așa cum este ilustrat în fig. 1. În continuare, mă voi referi la aceste tuburi ca fiind două mecanisme spațiale, un prim mecanism exterior **1** (manșon) și un al doilea mecanism interior **2** (miez). Fiecare mecanism poate cuprinde o mulțime de segmente articulate (verigi), simplu sau dublu curbate, aranjate în serie și fiind acționate cu niște cabluri (fire), constituind o structură mobilă asemănătoare corpului unui șarpe. Atât mecanismul exterior **1**, cât și mecanismul interior **2** pot funcționa fie într-un mod rigid, fie într-un mod flexibil (elastic), independent unul față de altul. Verigile exterioare sunt folosite la mișcarea de îndoire pasivă, în timp ce verigile interioare sunt utilizate la păstrarea formei brațului robotic. Atât mecanismul exterior **1**, cât și mecanismul interior **2** pot fi orientabile și pot funcționa fie într-un mod rigid, fie într-un mod flexibil (elastic), independent unul față de altul.

Mecanismul exterior **1** cuprinde o verigă exterioară proximală **3**, o mulțime de verigi exterioare intermediare **4** (numărul se stabilește în funcție de aplicație, de exemplu 20 de verigi pentru un braț robotic cu un diametru de 14,5 mm și o lungime de 240 mm), o verigă exterioară distală **5** și minim trei cabluri (fire) de acționare **9**, **10** și **11** dispuse radial la 120° de grade între ele, așa cum este ilustrat în fig. 1 și fig. 2. Mecanismul interior **2** cuprinde o verigă interioară proximală **6**, o mulțime de verigi interioare intermediare **7** (numărul se stabilește în funcție de aplicație, de exemplu 34 de verigi pentru un braț robotic cu un diametru de 14,5 mm și o lungime de 240 mm), o verigă interioară distală **8** și un cablu (fir) de acționare central **12**, așa cum este ilustrat în fig. 2 și fig. 3. Fiecare verigă include un prim capăt frontal de formă concavă (semisferică), un al doilea capăt posterior de formă convexă care definește un locaș semisferic și poate fi fabricată din orice material adecvat, de exemplu un fotopolimer (poliamidă de înaltă densitate, fibră consolidată) prin procedee de prototipare rapidă, iar dimensiunile pot varia în funcție de aplicație. Pentru a preveni răsucirea verigilor exterioare **3**, **4**, **5** ale mecanismului exterior **1** în jurul axei longitudinale în timpul funcționării, pe suprafețele exterioare ale acestor verigi adiacente ale mecanismului exterior **2** sunt practicate două canale longitudinale **a**, diametral opuse, la unul din capete, respectiv două bolturi **b**, diametral opuse, la celalalt capăt, așa cum este ilustrat în fig. 4a și fig. 4b.

Fig. 5 ilustrează un ansamblu de două verigi exterioare intermediare **4** cuplate mobil. Conform structurii descrisă mai sus, a doua verigă exterioară intermediară **4** poate fi cuplată cu prima verigă exterioară intermediară **4** prin așezarea primului capăt cu configurație concavă al primei verigi exterioare intermediare **4** în locașul cu configurație convexă al celei de-a doua verigi exterioare intermediară **4**. Astfel, configurația verigilor intermediare exterioare **4** permite ca o verigă intermediară exterioară să fie rotită în raport cu veriga intermediară adiacentă, astfel încât axele longitudinale respective să fie aliniate una față de cealaltă de la 0 grade până la aproximativ 15° grade.

Verigile sunt menținute în contact prin intermediul a două seturi de cabluri (fire), și anume niște cabluri **9**, **10**, **11**, dispuse la 120° între ele, conectate la actuatorii liniari digitali **16**, **17**, **18** pentru mecanismul exterior **1** și un cablu central **12** conectat la actuatorul digital **21** pentru mecanismul interior **2**. Astfel, unul din capătul cablurilor **9**, **10**, **11** este fixat rigid de veriga exterioară distală **5** a mecanismului exterior **1**, iar cel de al doilea capăt este fixat de șurubul conducător al unor actuatori liniari digitali cu encoder **16**, **17**, **18** (fig 7 și fig 8).

RO 131612 B1

1 De asemenea, unul din capetele cablului **12** este fixat rigid de veriga interioară distală
2 **8** a unui mecanism interior **2**, iar cel de al doilea capăt este fixat de șurubul conducător al
3 unui actuator liniar digital cu encoder **21** (fig. 7 și fig 8). Astfel, delimitate la cele două capete,
4 cablurile **9**, **10**, **11**, respectiv **12**, pot aluneca liber prin niște canale longitudinale (găuri de
5 trecere) realizate în corpul verigilor, **3** găuri longitudinale dispuse la 120° de grade pentru
6 veriga exterioară proximală **3** și verigile intermediare **4** ale mecanismului exterior **1**, și o
7 gaură centrală pentru veriga proximală **6** și verigile intermediare **7** ale mecanismului interior
8 **2**. Pentru mecanismul exterior **1**, atunci când șurubul conducător al unui actuator liniar se
9 deplasează, un fir din set se retrage, în timp ce celelalte două se extind. Astfel se crează o
10 forță de compresiune ce provoacă mișcarea de îndoire într-o anumită direcție, fără să
11 provoace flexarea excesivă a vreunui din fire. Schimbând lungimea a două din cele trei fire,
12 veriga exterioară distală poate fi manevrată cu un grad de libertate pentru a fi orientată în
13 direcția dorită.

14 Poziția generală a brațului poliarticulat în raport cu o bază a robotului poate fi
15 schimbată prin mișcarea de avans a unui mecanism exterior **1** și mișcarea de avans a unui
16 mecanism interior **2**, respectiv prin rotirea fiecărei verigi intermediare și distale de la 0 grade
17 la aproximativ 15° grade, așa cum este arătat în fig. 6. Veriga exterioară proximală **3** a meca-
18 nismului exterior **1** este fixată rigid, prin intermediul unei bucșă de fixare **24**, de sania longitu-
19 dinală **14** iar veriga interioară proximală **6** a mecanismului interior **2** este fixată rigid prin
20 intermediul unei bucșă de fixare **25**, de sania longitudinală **19** a unui sistem de acționare și
21 comandă (fig. 8).

22 Fig. 6 prezintă o schemă cinematică corespunzătoare cu o vedere de perspectivă a
23 unui braț robotic poliarticulat și arată o secvență de mișcare, așa cum indică săgețile din
24 figură. Conform unui exemplu de realizare, succesiunea secvențelor de mișcare se reali-
25 zează pas cu pas:

26 Pasul 1. Ambele mecanisme **1**, **2** cuplate pe modul rigid (cabluri tensionate);

27 Pasul 2. Mecanismul exterior **1** cuplat pe modul flexibil (cablurile **9**, **10**, **11**
28 detensionate);

29 Pasul 3. Avansare **I**, mecanism exterior **1**, respectiv vertebra distală **5**;

30 Pasul 4. Orientare **II**, vertebra distală **5**;

31 Pasul 5. Mecanismul exterior **1** cuplat pe modul rigid (cablurile **9**, **10**, **11** tensionate);

32 Pasul 6. Avansare **III**, mecanism interior **2**;

33 Pasul 7. Păstrarea configurației anterioare.

34 Atunci când unul din firele **9**, **10**, **11** din set se retrage, celelalte două fire din set se
35 extind. Astfel, se creează o forță de compresiune ce provoacă mișcarea de îndoire într-o
36 anumită direcție, fără să provoace flexarea excesivă a vreunui din firele **9**, **10**, **11**.
37 Schimbând lungimea a două din cele trei fire **9**, **10**, **11**, vertebra exterioară distală **5** poate
38 fi manevrată cu un grad de libertate pentru a fi orientată **II** în direcția dorită. Prin acționarea
39 a două cabluri din cele trei **9**, **10**, **11** ale mecanismului exterior **2** este posibilă orientarea **II**
40 a verigii exterioare distale **5** cu un unghi de la 0 grade până la aproximativ 15° de grade în
41 orice direcție. Prin combinarea configurațiilor unice a verigilor exterioare **3**, **4**, **5** a meca-
42 nismului exterior **1** și a verigilor interioare **6**, **7**, **8** a mecanismului interior **2** se oferă brațului
43 robotic poliarticulat abilitatea să parcurgă orice traseu definit în spațiul 3D. Forma pe care
44 o poate lua în baza traiectoriei parcurse este menținută prin cuplarea mecanismului interior
45 **2** pe modul rigid. Acest lucru se poate realiza prin acționarea cablului (firului) central **12** al
46 mecanismului interior **2**.

RO 131612 B1

Atât mecanismul exterior **1**, cât și mecanismul interior **2** pot fi deplasate în ambele sensuri și pot funcționa fie într-un mod rigid, fie într-un mod flexibil (elastic), independent unul față de altul. Astfel, mecanismul exterior **1** poate fi cuplat operativ la o primă structură de înaintare-retragere (o sanie liniară **14**, un mecanism șurub-piuliță **15**, un motor pas cu pas **22**), iar mecanismul interior **2**, poate fi cuplat la o a doua structură de înaintare-retragere (o sanie liniară **19**, un mecanism șurub-piuliță **20**, un motor pas cu pas **23**). În consecință, ansamblul sistem de acționare și comandă **B** prezentat în fig. 7 și fig. 8 se va compune din următoarele secțiuni: o structură de bază **13**, o structură de înaintare-retragere **SIR1** (o sanie liniară **14**, un mecanism șurub-piuliță **15**, un motor pas cu pas **22**), niște actuatori liniari digitali cu encoder **16**, **17**, **18** care vor asigura mișcarea de avans a unui mecanism exterior **1**, respectiv tensionarea cablurilor **9**, **10** și **11**, o structură de înaintare-retragere **SIR 2** (o sanie liniară **19**, un mecanism șurub-piuliță **20**, un motor pas cu pas **23**), un actuator liniar digital cu encoder **21**, care vor asigura mișcarea de avans al unui mecanism interior **2**, respectiv tensionarea cablului **12**. Pentru a preveni orice posibilă alunecare, cablurile (firele) de acționare **9**, **10**, **11** și **12**, delimitate la cele două capete, pot fi ghidate prin tuburi flexibile cu inserție, de exemplu din teflon (reduc frecarea) montate în niște găuri de trecere realizate în corpul verigilor proximale și intermediare ale mecanismului exterior **1**, respectiv a mecanismului interior **2**, precum și cu arcuri la nivelul componentelor dispozitivului de acționare.

Sistemul de acționare și comandă **B** va oferi atât infrastructura, cât și suportul operațional pentru un braț robotic poliarticulat de tip șarpe, în miniatură, de exemplu pentru un braț robotic cu diametrul de 14,5 mm și lungimea de 240 mm. Brațul robotic este ghidat în timpul deplasării de o bucușă de trecere **26** fixată pe o placă de capăt a infrastructurii de bază **13** (fig. 8). Infrastructură de bază **13**, poate fi un subansamblu de tip cadru care poate include o placă de bază prevăzută cu o serie de orificii pe direcție transversală pentru a permite fixarea în diverse poziții a unor placi de capăt, a unor bare de rigidizare sau a unor ghidaje longitudinale. Săniile liniare **14**, **19** sunt antrenate de două mecanisme șurub piuliță **15**, **20** (de exemplu, cu diametrul de 12 mm și pasul de 3 mm) care permit o deplasare liniară de ± 172 mm în ambele sensuri. Fiecare mecanism poate fi acționat conținu, de un motor pas cu pas (de exemplu, de cuplu 1,25 Nm și turație 120 RPM), care va permite o viteză de avansare-reteagere a brațului robotic de 50 mm/s. Fiecare dimensiune a componentelor sistemului de acționare și comandă trebuie să fie modulară și minimală, menținând în același timp suficient spațiu pentru a monta alte subsisteme. Mai mult configurația modulară a robotului, permite ca diversele componente să fie reconfigurate sau repositionate în orice moment.

Pentru robotul asistent modular, conform invenției, se pot prevedea traductori și senzori corespunzători, de exemplu, traductori optoelectronici, limitatori de cursă sau altele asemenea, pentru a permite unui sistem de control să determine pozițiile articulațiilor brațului robotic poliarticulat. Astfel, pentru controlul mișcării săniilor longitudinale de deplasare liniară **14**, **19**, ca exemplu de realizare, se pot monta niște elemente catadiopru reflectorizant pe săniile **14**, **19** și niște traductoare optoelectronice cu laser pe infrastructura de bază a robotului. Lumina emisă de un traductor optoelectronic este reflectată de elementul catadiopru și astfel se controlează în timp real evoluția cursei de deplasare a fiecărei sănii longitudinale. Capetele de cursă ale deplasării săniilor longitudinale pot fi confirmate de niște traductori de proximitate montați prin intermediul unor rigle de fixare pe placa de bază a structurii de baza **13**, respectiv cu niște came cu rolă fixate pe săniile longitudinale, ca exemplu de realizare. Traductoarele și senzorii se vor alege în funcție de natura aplicației și de performanțele urmărite.

RO 131612 B1

1 Scopul utilizării invenției este acela de a susține și a manipula obiecte (instrument,
cameră video), precum și de a realiza o poziționare precisă a efectorului final al unui braț
3 robotic poliarticulat în spații cu restricții reduse și configurație complexă. Intervalul de mișcare
al brațului robotic este un volum, și anume, un corp cu vârful în punctul de pivotare (punctul
5 de inserție). Astfel, fiecare punct din domeniul ce poate fi atins de brațul articulat se poate
scrie ca o transformare printr-o succesiune de translații și rotații ale originii. Pentru a
7 exemplifica este reprezentată o secțiune transversală în planul Oxy a suprafețelor ce rezultă
prin aceste rotații, așa cum se arată în fig. 9. Pentru robotul asistent modular, care face
9 obiectul acestei invenții, s-au utilizat structuri poliarticulate capabile să poziționeze, cu
precizie ridicată, efectorul final al unui braț robotic într-un spațiu de operare limitat, sub
11 controlul direct al operatorului. Astfel, sunt controlate trei grade de orientare spațială a
efectorului final al brațului robotic cât și, adâncimea de inserție (avansare/retragere). Fiecare
13 din curbele punctate reprezintă pozițiile care pot fi atinse pentru un anumit număr de verigi
k, de exemplu $k = 2, 3 \dots 22$. Suprafața ce conține pozițiile care pot fi atinse cu k verigi se
15 obține rotind curba corespunzătoare în jurul axei verticale, respectiv axa Oy, considerând ca
axa Oz este cea care "înțeapă" planul desenului. Volumul total ce poate fi atins de brațul
17 robotic este mărginit la interior de corpul obținut prin rotația unui cerc în jurul axei Oy. La
exterior acest volum este mărginit de rotația curbei din fig. 10 în jurul aceleiași axe.

19 Diverse exemple de realizare ale unui robot asistent modular pot fi realizate cu
diferite module standartizate de roboți (translație, rotație, pivotare, ridicare, basculare,
21 extensie brat, etc.) și dispozitive tipizate cu topologie serială. Abordarea modulară a
construcției unui robot asistent modular, care face obiectul acestei invenții, reprezintă o
23 soluție avantajoasă pentru a realiza o mare varietate de construcții diferite în complexitate
și utilizare, care va conduce rapid la creșterea manevrabilității, la o adaptabilitate perfectă la
25 mediu de lucru și la scăderea prețului de cost.

RO 131612 B1

Revendicări

1. Robot asistent modular care are un braț robotic poliarticulat (**A**) care include o mulțime de verigi adiacente articulate între ele, mobile una față de cealaltă, aranjate în serie și acționate prin cabluri (**9, 10, 11**), fiecare verigă incluzând o față frontală de formă concavă și o față posterioară de formă convexă care definește un locaș semisferic, **caracterizat prin aceea că** brațul robotic poliarticulat (**A**) este constituit din două mecanisme spațiale concentrice cu o structură flexibilă, compuse din verigi adiacente articulate între ele, un mecanism exterior (**1**) și un mecanism interior (**2**), cel puțin patru cabluri de acționare (**9, 10, 11, 12**) care acționează cele două mecanisme (**1, 2**) facilitând obținerea de secțiuni de îndoire multiplă în spațiul 3D, robotul fiind echipat și cu un sistem de acționare și comandă (**B**) care include o structură de bază (**13**) care susține niște sănii liniare (**14, 19**) și care asigură și calea de rulare pentru deplasarea acestora pe o axă orizontală, și niște structuri de înaintare-retragere (**SIR 1, SIR 2**) cu control optoelectronic cu laser, pentru acționarea fiecărui mecanism (**1, 2**) cu cablurile aferente, pentru a defini natura și amplitudinea mișcărilor. 1
2. Robot asistent modular conform revendicării 1, **caracterizat prin aceea că** mecanismul exterior (**1**) al brațului robotic poliarticulat (**A**) cuprinde o verigă exterioară proximală (**3**), 20 de verigi exterioare intermediare (**4**), o verigă exterioară distală (**5**), iar mecanismul interior (**2**) cuprinde o verigă interioară proximală (**6**), 34 de verigi interioare intermediare (**7**) și o verigă interioară distală (**8**), verigile mecanismului exterior (**1**) fiind menținute în contact prin intermediul a 3 cabluri (**9, 10, 11**), dispuse la 120° între ele, și verigile mecanismului interior (**2**) fiind conectate printr-un cablu central (**12**). 3
3. Robot asistent modular conform revendicării 1, **caracterizat prin aceea că**, în scopul prevenirii răsucirii verigilor exterioare ale mecanismului exterior (**1**) al brațului robotic poliarticulat (**A**) în jurul axelor longitudinale, în timpul funcționării, suprafețele cilindrice exterioare ale verigilor exterioare (**7, 8, 9**) (proximală, intermediare, distală) sunt prevăzute cu câte două canale longitudinale diametral opuse (**a**), la unul din capete, respectiv, cu două bolțuri (**b**) la celălalt capăt. 5
4. Robot asistent modular conform revendicării 1, **caracterizat prin aceea că** structura de înaintare-retragere (**SIR 1**) a sistemului de acționare și comandă (**B**) pentru mișcarea de avans a mecanismului exterior (**1**), respectiv tensionarea cablurilor (**9, 10, 11**), este compusă dintr-o sanie liniară (**14**) antrenată de un mecanism șurub-piuliță (**15**) acționat de un motor pas cu pas (**22**), cu trei actuatori liniari digitali cu encoder (**16, 17, 18**), asigurând rotirea unghiular tridirecțional de la 0 grade la 15° grade a fiecărei articulații, și structura de înaintare-retragere (**SIR 2**) a sistemului de acționare și comandă (**B**) pentru mișcarea de avans a mecanismului interior (**2**), respectiv tensionarea cablului (**12**), este compusă dintr-o sanie liniară (**19**) antrenată de un mecanism șurub-piuliță (**20**) acționat de un motor pas cu pas (**23**), cu un actuator liniar digital cu encoder (**21**), asigurând păstrarea configurației anterioare. 7

(51) Int.Cl.

A61B 1/008 (2006.01);

B25J 17/02 (2006.01)

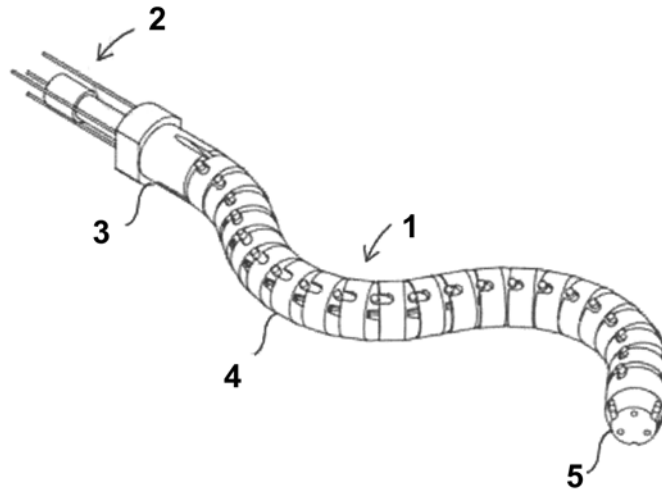


Fig. 1

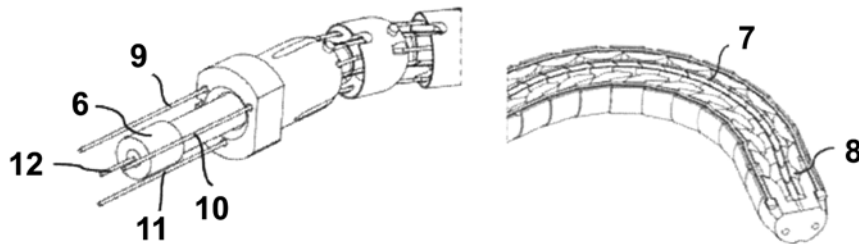


Fig. 2

Fig. 3

(51) Int.Cl.

A61B 1/008 (2006.01);

B25J 17/02 (2006.01)

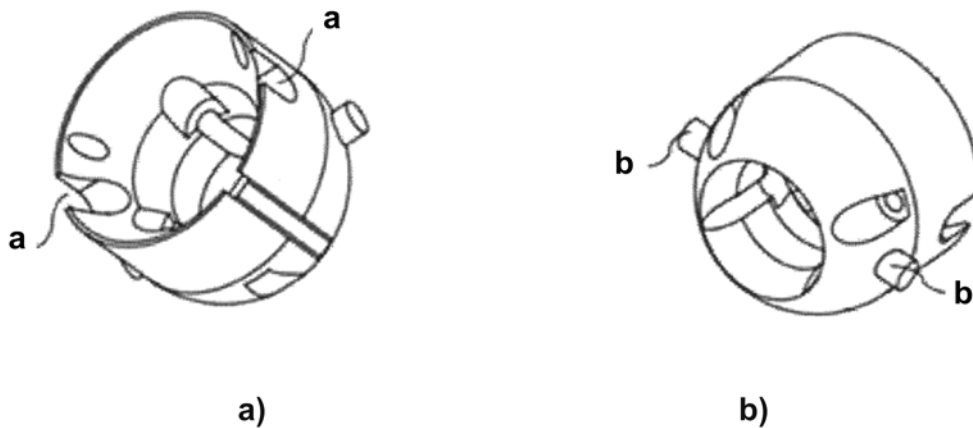


Fig. 4

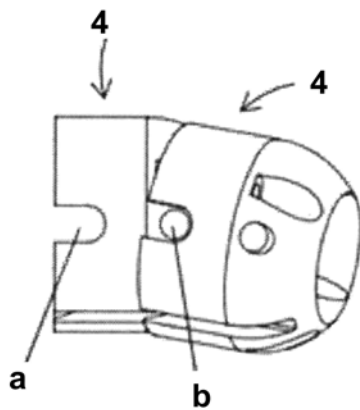


Fig. 5

(51) Int.Cl.

A61B 1/008 (2006.01);

B25J 17/02 (2006.01)

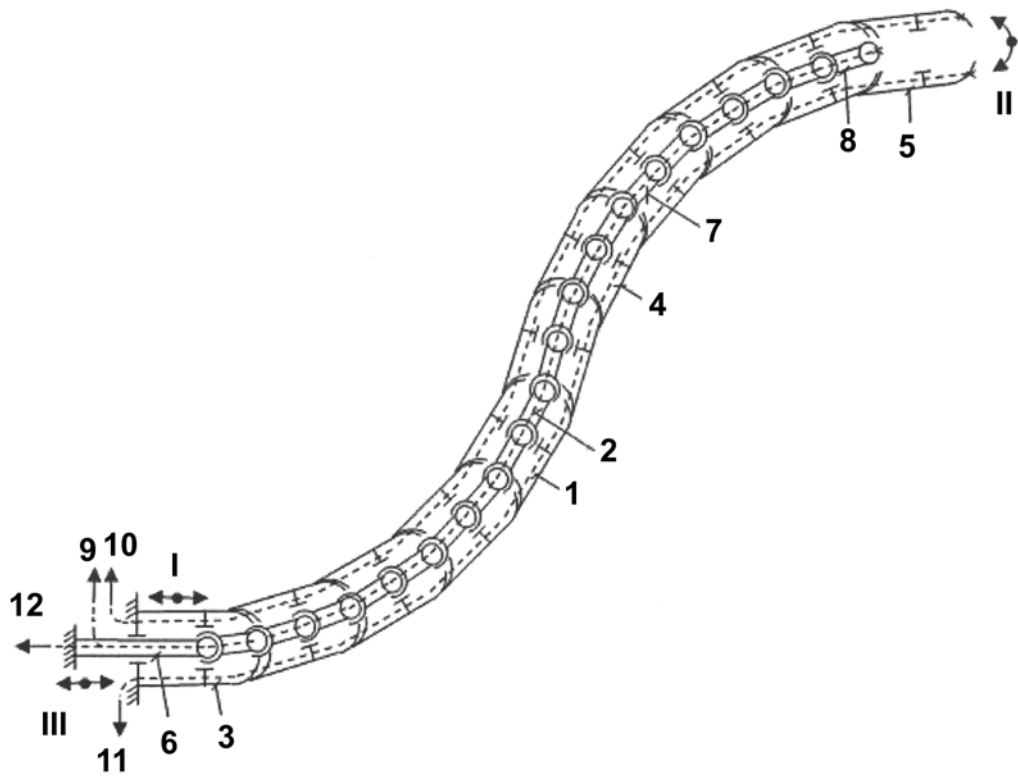


Fig. 6

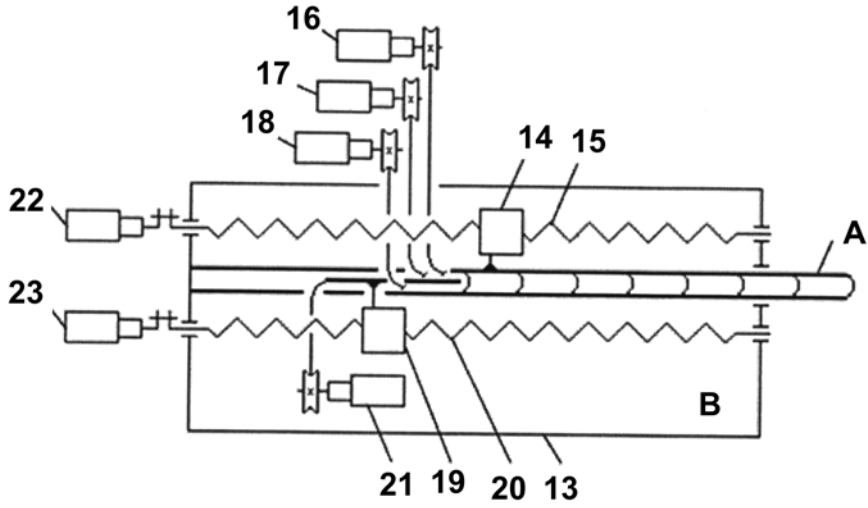


Fig. 7

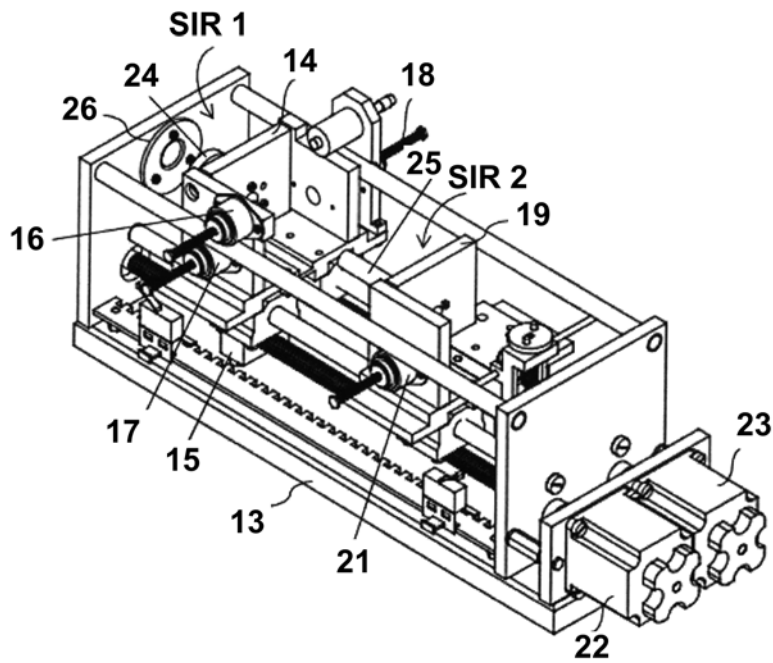


Fig. 8

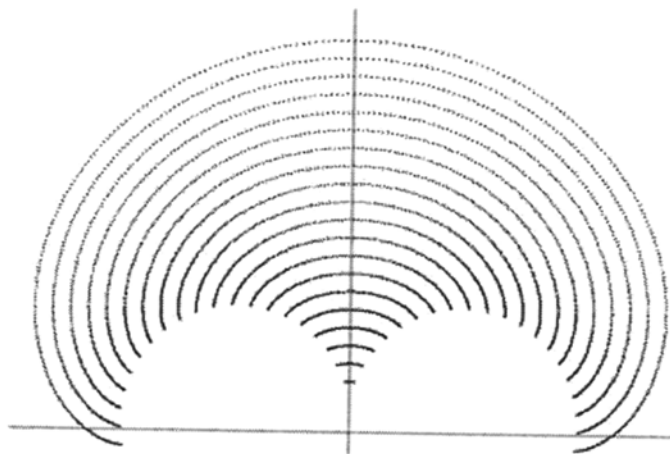


Fig. 9

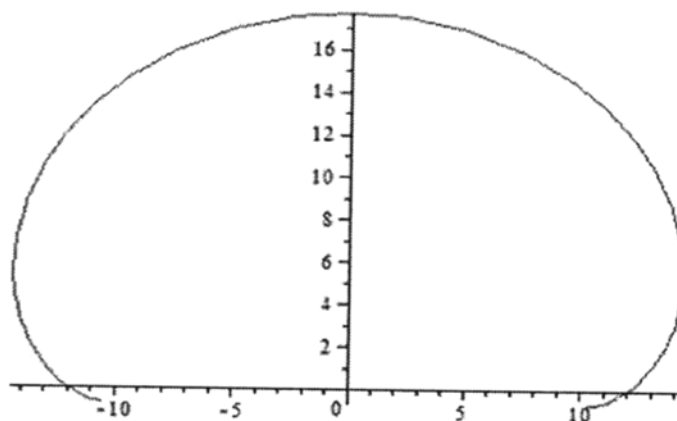


Fig. 10

