

(12) CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: a 2020 00360

(22) Data de depozit: 25/06/2020

(41) Data publicării cererii:  
30/10/2020 BOPI nr. 10/2020

(71) Solicitant:  
• BIROUȘ IONUȘ-FLAVIU,  
STR.OVIDIU DENSUSIANU, NR.2, BL.R205,  
ET.1, AP.8, ORADEA, BH, RO;  
• ȚARCĂ RADU CĂTĂLIN,  
PIAȚA EMANUIL GOJDU, NR.51, BL.A1,  
AP.1, ORADEA, BH, RO

(72) Inventatori:  
• BIROUȘ IONUȘ-FLAVIU,  
STR.OVIDIU DENSUSIANU, NR.2, BL.R205,  
ET.1, AP.8, ORADEA, BH, RO;  
• ȚARCĂ RADU CĂTĂLIN,  
PIAȚA EMANUIL GOJDU, NR.51, BL.A1,  
AP.1, ORADEA, BH, RO

Această publicație include și modificările descrierii,  
revendicărilor și desenelor depuse conform art. 35  
alin. (20) din HG nr. 547/2008

(54) APARAT ȘI METODĂ PENTRU ACȚIONAREA DEGETELOR  
MĂINII UMANE FOLOSIND UN SISTEM HIBRID CU  
ACTUATORI MOI PENTRU EFECTUARE DE EXERCIȚII  
DE TERAPIE OCUPAȚIONALĂ ȘI REABILITARE MEDICALĂ  
ÎN URMA UNUI ATAC VASCULAR CEREBRAL

(57) Rezumat:

Invenția se referă la un aparat de tip orteză robotică și la o metodă de punere în mișcare a degetelor mâinii umane, în vederea efectuării exercițiilor de terapie ocupațională și reabilitare medicală, care sunt esențiale pentru redobândirea abilității de mișcare a mâinii umane în urma unei afecțiuni medicale de tip accident vascular cerebral. Aparatul conform invenției este constituit din cinci subansambluri (1...5) care conțin fiecare un set de actuatori moi dispuși deasupra articulațiilor degetelor, subansambluri (1...5) fiind realizate în două modele constructive în funcție de numărul de articulații ale degetului respectiv: subansamblurile (1...4) având modelul (6) constructiv cu trei grade de mobilitate iar subansamblul (5) având modelul (7) constructiv cu două grade de mobilitate, cinci conducte (8) cu aer, controlate individual și independent, pun în mișcare fiecare deget, cele cinci subansambluri (1...5) fiind asamblate pe o piesă (9) de fixare, piesă care la rândul ei este prinsă de doi suportți (10) aflați în zona metacarpiană a mâinii pacientului, fiecare subansamblu (1...5) are în componență patru piese (11...14) rigide și o piesă (15) fabricată din material moale cu proprietăți hiperelastice, piesa (15) având trei zone (16, 17 și 18) care îndeplinesc rolul de actuatori moi, modelul (7) constructiv are doar două zone (96 și 97) care îndeplinesc rolul de actuatori moi. Metoda conform invenției constă în introducerea degetelor pacientului în aparat și efec-

tuarea automatizată a exercițiilor de flexie și extensie a degetelor prin introducerea aerului în camerele de expansiune sau depresurizarea camerelor de expansiune ale aparatului.

Revendicări inițiale: 16  
Revendicări amendate: 16  
Figuri: 9

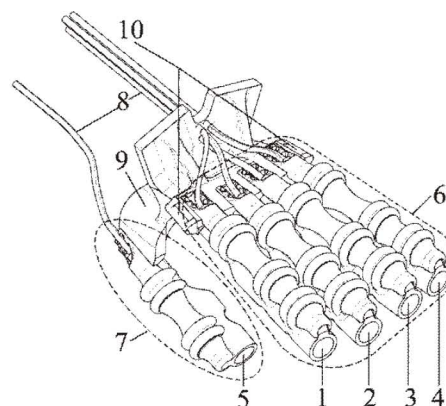


Fig. 1



**APARAT ȘI METODĂ PENTRU ACȚIONAREA DEGETELOR MĂINII  
UMANE FOLOSIND UN SISTEM HIBRID CU ACTUATORI MOI PENTRU  
EFECTUARE DE EXERCIȚII DE TERAPIE OCUPAȚIONALĂ ȘI REABILITARE  
MEDICALĂ ÎN URMA UNUI ATAC VASCULAR CEREBRAL**

Invenția se referă la un aparat și o metodă de tip orteză robotică, destinate punerii în mișcare a degetelor mâinii umane, în vederea efectuării exercițiilor de terapie ocupațională și rehabilitare medicală, care sunt esențiale pentru redobândirea abilității de mișcare a mâinii umane în urma unei afecțiuni medicale de tip accident vascular cerebral (AVC). Exercițiile efectuate de aparatul conceput au ca și scop crearea de noi conexiuni neuronale la nivelul creierului, reînvățând și antrenând creierul să aloce alte zone proprii pentru controlarea mișcării mâinii. Aceste exerciții, fără folosirea invenției propuse, sunt efectuate de personalul specializat în domeniul reabilitării medicale. Aparatul îndeplinește aceste sarcini, înlocuind personalul specializat. Funcționarea aparatului este concepută a fi adaptată anatomiei mâinii umane prin utilizarea unui sistem hibrid inovator, care datorită conceptului actuatorilor moi și constrângerilor impuse de componentele rigide poate realiza deformări elastice controlate a actuatorilor, deformări care impun asupra mâinii umane mișcări asemănătoare cu mișcările biologice. Aplicând o metodă de control, aparatul este capabil să efectueze un set de mișcări complexe asupra degetelor mâinii, care au ca rezultat reantrenarea creierului uman pentru a utiliza părți ale creierului neafectate de accidentul vascular cerebral, pentru funcțiile motorii precum mișcarea mâinii, mișcări care cuprind flexia și extensia degetelor, mișcări care sunt folosite pentru operații uzuale ale mâinii umane precum apucarea și manipularea obiectelor.

Este cunoscut un aparat (US2018303698A1) de tip orteză robotică cu elemente de acționare bazate pe actuatori moi, care prin metoda descrisă de autor are scopul efectuării reabilitării funcției motorii pentru mâna umană. Aparatul în cauză are în componența sa segmente "semi-rigide" și segmente "flexibile", segmentele semi-rigide fiind asamblate prin intermediul piesei flexibile pentru a forma orteza pentru un deget întreg, iar segmentele "flexibile" sunt descrise ca formând "cuplaj pivotant" între piesele "semi-rigide". Unul dintre dezavantaje se datorează conceptului și modului de funcționare a actuatorilor moi, care, conform autorului, având comportament de cuplaj pivotant, la încovoierea degetelor nu au capacitatea de a se alungi longitudinal pe lungimea degetelor, lucru necesar pentru a respecta comportamentul anatomiei mâinii umane, orteza fiind amplasată pe tegumentul degetelor (suprafața pielii) și astfel actuatorii nu se alungesc o dată cu întinderea tegumentului pe exteriorul degetului uman. Aceste dezavantaje sunt eliminate prin soluția adusă de prezentul brevet de invenție, deoarece aceasta implementează un sistem de acționare a articulațiilor



degetelor mâinii utilizând un sistem hibrid inovator, care, datorită conceptului actuatorilor moi și constrângerilor impuse de către componente rigide, pot realiza mișcări asupra degetelor umane, care țin cont atât de încovoierea din zona articulațiilor biologice cât și a alungirii elastice a ortezei pe tegumentul degetelor în timpul încovoierii. Un alt dezavantaj al acestui aparat îl constituie potențialul de defectare a etanșeității ortezei, datorită faptului că acesta se află sub presiune, iar aerul este dirijat printr-un număr mare de componente interconectate. De asemenea, există un număr mare de componente, care au nevoie de toleranțe dimensionale precise pentru a păstra etanșietatea ansamblului, fapt care ridică costul de producție. Aceste dezavantaje sunt înlăturate de soluția propusă din prezentul brevet de invenție, deoarece camerele de expansiune ale actuatorilor moi, legăturile dintre aceștia, cât și elementele de prindere cu degetul uman fac corp comun, fiind fabricat dintr-o singură piesă întreagă.

În scopul reabilitării funcționale a mâinii umane este cunoscut un aparat (CN109481236A) de tip orteză robotică cu elemente de acționare bazate pe actuatori moi, care este descris de autor ca fiind fabricat prin intermediul tehnologiei de imprimare 3D folosind un material flexibil. Un prim dezavantaj care poate fi menționat rezidă de la concepția constructivă a aparatului, deoarece geometria actuatorilor aparatului a fost concepută cu scopul de a fi fabricat doar folosind tehnologia de imprimare 3D (o tehnologie costisitoare pentru producția de serie și rezervată de regulă doar pentru crearea de prototipuri), rezultând astfel costuri ridicate de producție. Acest dezavantaj nu există la soluția propusă în prezentul brevet, aparatul fiind posibil a fi manufacturat prin mai multe soluții tehnologice de formare precum turnare sau injecție, procese care se pretează din punct de vedere tehnologic și economic pentru producția de serie. Un alt dezavantaj al acestui aparat este faptul că materialul din care se poate fabrica este specificat de către autor ca fiind doar termoplastice poliuretan (TPU) NinjaFlex 85A. Acest dezavantaj nu există la prezentul brevet de invenție, aparatul putând fi manufacturat dintr-o multitudine de materiale care au proprietăți deformabile elastice, care se încadrează în clasa de materiale hiperelastice precum cauciuc, latex și anumite materiale de tip polimer care prezintă proprietăți hiperelastice. Asemenea invenției (US2018303698A1), datorită conceptului constructiv al actuatorilor, aceștia nu au capacitatea de a se alungi longitudinal pe lungimea degetelor, apărând frecări între actuatori și mână, precum și decalaje între centrele de rotație a articulațiilor biologice și cele a aparatului. Aceste neajunsuri sunt înlăturate prin conceptul constructiv al actuatorilor din componența aparatului din prezenta invenție. Un alt dezavantaj prezent în invenția (CN109481236A) îl constituie costul de producție datorat numărului mare de componente, fiind nevoie de o multitudine de componente separate precum actuatorii, mânușa pe care aceștia se atașează și benzi de velcro (bandă textilă cu scai autoaderent) pentru a prinde degetele în orteză, toate



aceste componente crescând costul de producție. În prezenta invenție aceste dezavantaje nu există deoarece nu este nevoie de componente adiționale pentru prinderea de mâna pacientului precum mănușă și velcro deoarece actuatorul înglobează și elementul intermediar de atașare cu degetul pacientului.

Este de asemenea cunoscut un aparat (WO2018188480A1) de tip orteză robotică cu scopul efectuării exercițiilor de terapie ocupațională și reabilitare medicală în urma unei afecțiuni medicale. Aparatul în cauză are în componența sa un set de actuatori moi, care prin construcția lor produc o mișcare de încovoiere, fiind ranforșați cu o bandă flexibilă, dar nu elastică pe latura în care direcția deformării are loc. Asemeni celorlalte două invenții cunoscute și menționate anterior, este prezent un dezavantaj datorită concepției constructive a aparatului, astfel actuatorii nu au capacitatea de alungire pe tegumentul degetelor pacientului. Acest lucru este datorat benzii de ranforsare din componența actuatorilor. De asemenea, există și un dezavantaj economic din punct de vedere al costului de producție și al fiabilității produsului datorită numărului mare de componente. Dezavantajele care apar în aceste invenții au fost înlăturate în brevetul de invenție prezent, datorită soluției constructive inovatoare abordate.

Se cunoaște de asemenea (US2019336381A1) un aparat, care conform revendicărilor autorului, este conceput pentru reabilitarea medicală a funcției motorii a mâinii umane în urma unui accident vascular cerebral, la care, prin construcția sa, acționarea degetelor este concepută să fie făcută prin intermediul unor cabluri de transmisie acționate de actuatori convenționali ce nu presupun folosirea de actuatori moi. Unul dintre dezavantaje acestei invenții este că prin concepția constructivă a aparatului, acesta necesită un număr mare de componente, datorită modului de transmitere a mișcării către degetele pacientului prin intermediul cablurilor de transmisie. Un alt dezavantaj, de asemenea datorat concepției constructive, constă în aceea că sistemul mecanic conceput cu actuatori convenționali și transmisii mecanice necesită fie calibrări în funcție de antropometria mâinii purtătorului, fie schimbarea unor piese și chiar crearea unor piese personalizate. Aceste dezavantaje nu există în prezenta invenție deoarece transmiterea mișcării de la orteză la mâna pacientului este făcută direct prin intermediul actuatorilor moi, care se află direct atașați pe articulațiile pacientului și care au un cost redus de producție.

Similar cu invenția (US2019336381A1), este cunoscut un aparat (US9687362B2) unde actuatorii moi, prin construcția lor sunt concepuți să aibă o suprafață plană flexibilă dar fără posibilitatea de extensie, fiind fabricat din bumbac, hârtie sau poliester. Din această cauză nu există posibilitatea de deformare longitudinală a actuatorului și ca urmare rezultă un dezavantaj al acestei invenții în aplicarea ei în acele cazuri unde actuatorii trebuie să urmeze



deformările și întinderile tegumentului pacientului, cum este și cazul ortezelor pentru degetele mâinii umane.

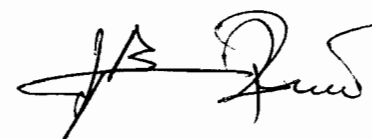
Sunt cunoscute de asemenea un set de brevete de invenții care utilizează actuatori moi, care sunt utilizați pentru a produce mișcări de încovoiere, (CN108354779A, CN208645318U, WO2015061444A1, WO2015191007A1). Deși aplicabilitatea acestor invenții variază în funcție de revendicările autorilor fiecărei invenții, toate invențiile au ca scop generarea unui singur tip de mișcare, și anume încovoierea, fără posibilitatea de alungire longitudinală pe tegumentul pacientului, ceea ce generează o frecare continuă între actuator și tegumentul mâinii umane, rezultând astfel inconveniente în cazul aplicării acestor invenții în orteze de reabilitare medicală a funcției motorii a mâinii umane. Actuatorii moi din prezenta invenție sunt concepuți pentru a corespunde anatomiei mâinii umane prin utilizarea unui sistem hibrid inovator, care datorită conceptului actuatorilor moi și constrângerilor impuse de componentele rigide poate genera simultan atât mișcarea de încovoiere cât și mișcarea de alungire longitudinală concomitent cu tegumentul degetelor pacientului, evitând astfel frecări nedorite între aparat și degete.

Problema tehnică pe care o rezolvă invenția se referă la înlocuirea personalului specializat în efectuarea de terapie ocupațională și reabilitare medicală a funcțiilor motorii după un atac vascular cerebral, prin automatizarea metodei de realizare a exercițiilor de terapie ocupațională și reabilitare medicală efectuate pentru degetele mâinii umane, utilizând pentru aceasta un aparat de tip orteză robotică bazat pe actuatori moi.

Invenția soluționează problema tehnică oferind o metodă nouă de terapie ocupațională prin utilizarea unui aparat nou de tip orteză robotică, care produce mișcări complexe asupra degetelor mâinii umane, utilizând un sistem hibrid inovator, având un concept constructiv bazat pe actuatori moi, care produc mișcări precum încovoierea din zona articulațiilor biologice cât și alungirile elastice ale ortezei pe tegumentul pacientului.

Se dă, în continuare un exemplu de realizare și utilizare a invenției, în legătură cu figurile 1 - 9, care reprezintă:

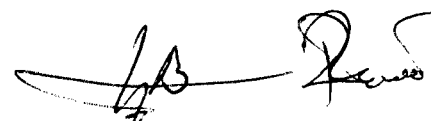
- Figura 1. Exemplificare a aparatului în vedere isometrică.
- Figura 2. Principiul constructiv a unui subansamblu pentru un deget.
- Figura 3. Principiul de funcționare a unui subansamblu pentru un deget.
- Figura 4. Mișcări longitudinale pe lungimea degetului urmând tegumentul.
- Figura 5. Reprezentarea ansamblului aparatului.
- Figura 6. Atașarea și utilizarea aparatului cu mâna pacientului cu acționarea degetelor în poziție de extensie.



- Figura 7. Atașarea și utilizarea aparatului cu mâna pacientului cu acționarea degetelor în poziție de flexie.
- Figura 8. Exemplu de utilizare a aparatului pentru a face prindere între index și police.
- Figura 9. Exemplu de utilizare a aparatului pentru a prinde un obiect cu toate degetele.

Aparatul realizat conform ilustrației din figura 1 este conceput să fie atașat mâinii umane, acesta conținând un sistem hibrid inovator cu actuatori moi, ce acționează independent fiecare deget. Pentru a pune în mișcare toate degetele, aparatul din invenția prezentă are în total cinci subansamble (1-5), fiecare subansamblu fiind atașat unui deget al pacientului. Aceste subansamble la rândul lor conțin un set de actuatori moi dispuși deasupra articulațiilor degetelor pentru acționarea acestora. Subansamble (1-5) aparatului pun în mișcare degetele mâinii pacientului obținând în total 14 grade de mobilitate. Subansamblele aferente acționării fiecărui deget sunt realizate sub forma a două modele constructive, diferențiate după numărul de articulații ale degetului acționat. Primul model constructiv de subansamblu (6) prezintă trei grade de mobilitate, punând în mișcare articulațiile dintre falangele distal-intermediar (DI), intermediar-proximal (IP) și proximal-metacarpal (MC) pentru degetele indice, medius, inelar și minimus. Al doilea model constructiv (7) prezintă două grade de mobilitate, punând în mișcare articulațiile dintre falangele distal-proximal (DP) și proximal-metacarpal (MC) a policelui. Controlul individual și independent al fiecărui subansamblu ce pune în mișcare fiecare deget este realizat prin intermediul celor cinci conducte (8) care furnizează/evacuează agentul de lucru (aer), pentru o presurizare sau depresurizare a actuatorilor. Cele cinci subansamble sunt asamblate pe o piesă de fixare (9) pe zona metacarpiană a mâinii pacientului, piesă care la rândul ei este fixată de mâna pacientului folosind o curea ajustabilă ce este prinsă de doi suportți (10) aflați în zona metacarpiană la extremitățile învecinate degetelor indice și minimus. Subansamblul modelului constructiv 1, conform figurii 2, are în componența sa cinci piese, din care patru sunt fabricate din material rigid (11-14) și una fabricată din material moale cu proprietăți hiperelastice (15). Piesa moale (15) îndeplinește o succesiune de roluri constructive și funcționale. Corpul comun a acestei piese (15) se materializează prin trei zone deformabile care îndeplinesc rolul de actuator moale (16-18), unde articulația DI este acționată de către actuatorul notat (16), articulația IP este acționată de către actuatorul notat (17) și articulația MC este acționată de către actuatorul notat (18). Construcția este similară la al doilea model constructiv al subansamblului, care acționează degetul police, diferența fiind că pentru police există doar două zone deformabile ce îndeplinesc rolul de actuator moale (96,97) aferent articulațiilor DP și MC. Corpul comun al piesei moi (15) conține de asemenea zone dedicate pentru a îndeplini rolul de dirijare a presurizării și depresurizării (19-21) în camerele de expansiune a actuatorilor (22-24).

Controlul prin presurizare și depresurizare se face prin intermediul unei conducte atașate capătului (25), care se află în direcția articulației MC. Corpul comun al piesei moi (15) conține de asemenea și zone care au rolul de a fixa degetul pacientului în subansamblul degetului (26-27), zone care datorită proprietăților moi și elastice ale piesei, se adaptează radial pe tegumentul degetului pacientului. Degetele pacientului sunt puse în mișcare de către aparat, care efectuează flexia și extensia acestora, păstrând o concentricitate a axelor de rotație a articulațiilor biologice cu axele de rotație (29-31) generate de subansamblele cu actuatori moi. Mișcarea este generată de către actuatorii (16-18), care au în componența lor câte două camere de expansiune fiecare (22-24). Aceste camere de expansiune, zonele de dirijare a aerului (19-21), cât și zonele de fixare cu degetul pacientului, toate fac corp comun și sunt fabricate ca fiind o singură piesă dintr-un singur material cu proprietăți hiperelastice. Generarea mișcării dorite este dependentă de piesele rigide (11-14), care datorită geometriilor lor (32-35) impun constrângeri asupra piesei moi (15), putându-se astfel controla forma camerelor de expansiune a actuatorilor în timpul deformării sub presiune și totodată să nu se permita deformații ale zonelor de ghidare ale aerului (19-21) între camerele de expansiune. Conducta de presurizare și depresurizare aferentă fiecărui deget este ghidată către piesa moale (15) prin montarea conductei într-un canal (38) al piesei (14). Montarea pieselor rigide (11-14) pe piesa moale (15) se realizează prin constrângere geometrică sau prin intermediul unui adeziv. Se pot de asemenea fabrica o serie de canale (40-43) pe suprafețele de contact ale pieselor rigide (11-14) pentru a crește siguranța asamblărilor prin lipire cu anumiți adezivi. Asamblarea subansamblelor aferente fiecărui deget cu piesa de fixare pe zona metacarpiană a mâinii (9) se face cu ajutorul a patru șuruburi montate prin găurile de prindere (36-37), care fixează suprafața de contact (39) a piesei (14) pe piesa de fixare (9). Pentru a permite o flexie bună a degetului pacientului, subansamblele aferente fiecărui deget sunt concepute constructiv cu o serie de degajări (44-46) aflate sub articulațiile DI, PI și MC. Poziția de extensie cât și poziția de flexie a subansamblului aferent unui deget sunt ilustrate în figura 3 a, respectiv figura 3 b, unde se poate observa cum deformarea camerelor actuatorilor (44-46) corespundenți articulațiilor DI, PI și MC generează mișcări de încovoiere cât și deplasare longitudinală pe lungimea degetului, urmând tegumentul din zona articulațiilor (48-50). Aceste mișcări longitudinale pe lungimea degetului, urmând tegumentul, sunt ilustrate în figura 4, unde se observă că pentru a păstra coincidența centrelor de rotație a articulațiilor biologice DI (51), IP (52) și MC (53) cu cele generate de aparat, sunt necesare și alungiri proporționale și tangente pe tegumentul articulațiilor la flexia degetului (54-56). Fără aceste alungiri nu doar că centrele de rotație ale actuatorilor aparatului și articulațiile biologice corespunzătoare nu ar mai coincide, dar ar apărea frecări adiționale nedorite între degetele



pacientului și componentele care intră în contact direct cu tegumentul pacientului. În figura 5 se ilustrează o serie de vederi ale ansamblului aparatului, unde se poate observa că subansamblele aferente degetelor indice, medius, inelar, minimus și police sunt asamblate pe piesa de fixare (57) formând unghiuri ascuțite (58-61) între axele longitudinale a degetelor. Montarea fiecărui subansamblu aferent fiecărui deget se face cu câte 4 șuruburi cu cap înecat (62), pe partea dorsală a piesei de fixare pe zona metacarpiană (63). Piesa care se atașează cu zona metacarpiană (57,63) are o formă compliantă cu anatomia mâinii biologice pe suprafața de contact cu pacientul (64). La piesa de interfațare cu zona metacarpiană sunt prevăzute și găuri de fixare (65) pentru a ghida conductele înainte de a se atașa subansamblelor ce au primul model constructiv (66-69) (modelul folosit pentru degetele indice, medius, inelar și minimus). Tot la această piesă în capătul ce duce spre zona carpiană a mâinii sunt prevăzute locașuri (70-71) ce pot fi folosite pentru a atașa alți actuatori ce pot fi folosiți pentru acționarea articulației carpiene. În figura 6 este ilustrat modul în care mâna pacientului este interfațată în aparat, unde se pot observa zonele de fixare: fixarea palmei (72) prin cureaua ajustabilă (73-76) și fixarea degetelor prin intermediul pieselor moi (77-81). Poziția mâinii ilustrate în figura 6 este una în care mâna este relaxată iar degetele se află în poziția de extensie. În figura 7 este reprezentată mâna pacientului în aparat aflată în poziția de flexie a tuturor degetelor, unde se poate observa dilatarea camerelor de expansiune aferente actuatorilor pentru articulațiile MC (82-85), articulațiile IP (86-89) și DI (90-92). Aplicând o metodă de control proporțională a presurizării și depresurizării pentru fiecare deget individual, aparatul poate efectua cu mâna pacientului mișcări complexe a degetelor precum apucarea, prinderea și manipularea obiectelor. Un exemplu de mișcare complexă de prindere între police și index este ilustrată în figura 8, unde sunt presurizați proporțional actuatorii aferenți articulațiilor degetului index (93-95) și actuatorii degetului police (96,97). Un alt exemplu de mișcare complexă întâlnită în situația apucării și manipulării unui obiect este prezentată în figura 9, unde se poate observa apucarea unei căni (98,99), unde actuatorii tuturor degetelor (100-103) sunt presurizați proporțional pentru a apuca uniform obiectul.

Prin aplicarea invenției, se obțin următoarele avantaje:

- Aparatul poate fi folosit pentru efectuarea exercițiilor complexe de terapie ocupațională și recuperare medicală a funcției motorii pentru degetele mâinii umane;
- Aplicabilitate într-o multitudine de medii: spitale, secțiile de recuperare, ortopedie și terapie ocupațională;
- Aparatul poate fi utilizat fără intervenția unei persoane specializate în terapie ocupațională;
- Aparatul poate fi utilizat de către purtător în propria locuință;
- Simplitate constructivă cu număr redus de componente;





- Cost redus de fabricare;
- Caracteristici dimensionale adaptive pentru o gamă largă de purtători;
- Acționarea a 14 grade de mobilitate a degetelor mâinii umane.



1

## FIȘA BIBLIOGRAFICĂ

Nr.	Lucrări din stadiul tehnicii cunoscute
1.	US2018303698A1
2.	CN109481236A
3.	WO2018188480A1
4.	US2019336381A1
5.	US9687362B2
6.	CN108354779A
7.	CN208645318U
8.	WO2015061444A1
9.	WO2015191007A1



**REVENDICĂRI**

1. Aparat și metodă pentru efectuarea automatizată a terapiei de reabilitare medicală a funcțiilor motorii pentru degetele mâinii umane utilizând un aparat nou de tip orteză robotică, caracterizat prin aceea că:
  - Conține minimum un subansamblu (fig. 2) și maximum cinci (1-5) subansamble, care fiecare individual se interfațează fiecărui deget în vederea acționării acestuia / acestora;
  - Are în componența aparatului cel puțin o componentă (9) care se fixează deasupra zonei metacarpiene a mâinii și față de care se assemblează subansamblul / subansamblele care generează mișcarea degetului / degetelor pacientului (1-5);
  - Subansamblul (fig. 2) / subansamblele (1-5) ce pun în mișcare degetul / degetele pacientului efectuează mișcări complexe asupra acestuia / acestora, având un concept constructiv hibrid bazat pe actuatori moi (16-18, 22-24) și componente rigide (11-14);
  - Prin conceptul constructiv al aparatului, componentele ce îndeplinesc rolul de actuatori moi (15) sunt constrânse de către componente rigide (11-14) pentru a realiza mișcări asupra degetelor umane, ce țin cont atât de încovoierea din zona articulațiilor biologice cât și de alungirea elastică a ortezei pe tegumentul degetului / degetelor pacientului în timpul încovoierii.
2. Componentele din revendicarea 1, care îndeplinesc rolul de actuatori moi (15), ale subansamblelor ce acționează degetele (1-5) sunt manufacturate fiecare individual ca fiind o singură piesă din material moale, elastic, cu una sau o multitudine de camere de expansiune (22-24) înseriate pe lungimea componentei.
3. Componenta din revendicarea 2, are rol în aparatul din revendicarea 1 și de dirijare a presurizării și depresurizării (19-21) în camerele de expansiune a actuatorilor.
4. Componenta din revendicarea 2, are funcția în aparatul din revendicarea 1 și de a fixa degetul pacientului folosind zone concepute pentru acest rol (26-27), zone care datorită proprietăților moi și elastice ale piesei, se adaptează radial pe tegumentul degetului.
5. Actuatorii din componența aparatului din revendicarea 1 au una sau multiple căi de intrare / ieșire a presiunii / depresiunii care controlează încovoierea actuatorilor în mod individual pentru fiecare deget.
6. Atașarea și fixarea aparatului din revendicarea 1 pe mâna pacientului se face prin utilizarea unor curele fixe sau ajustabile (73) care sunt montate pe piesa rigidă (9) ce se așază pe zona metacarpiană a mâinii pacientului.
7. Actuatorii moi din componența aparatului din revendicarea 1 se pot fabrica având ca scop realizarea întregii piese printr-o singură procedură tehnologică aplicând tehnologii de formare prin injectare cu miez fuzibil, suflare sau imprimare 3D.



8. Actuatorii moi din componența aparatului din revendicarea 1 se pot fabrica prin realizarea mai multor piese care ulterior sunt unite pentru a forma corpul comun al actuatorului folosind tehnologii de formare prin injectarea, termoformare și turnare.
9. Fabricarea actuatorilor moi din componența aparatului din revendicarea 1 se face din materiale ce au proprietăți deformabile elastice, care se încadrează în clasa de materiale hiperelastice precum cauciuc, latex și orice material de tip polimer care se încadrează în această clasa de materiale.
10. Se pot utiliza mai mulți actuatori conform revendicărilor 2, 3 și 5 aplicând revendicările 7, 8 și 9 pentru a obține mișcări complexe, precum mișcarea articulațiile membrelor corpului uman, care au două sau mai multe grade de mobilitate, cum ar fi articulația umărului, genunchiului, carpiană, cotului și gleznei.
11. Metoda de efectuare automatizată a exercițiilor de terapie ocupațională și reabilitare medicală utilizând un aparat inovator pentru acționarea degetelor mâinii umane este caracterizat prin aceea că:
  - Exercițiile esențiale pentru redobândirea abilităților de mișcare a mâinii umane în urma unei afecțiuni medicale de tip accident vascular cerebral (AVC) se efectuează prin intermediul unui aparat inovator (fig. 1).
  - Prin exercițiile realizate cu aparatul inovator (fig. 1) se creează conexiuni noi neuronale la nivelul creierului, reînvițând și antrenând creierul să aloce alte zone proprii pentru controlarea mișcării mâinilor.
12. Aplicând metoda din revendicarea 11 și aparatul din revendicarea 1, se generează mișcări asupra degetelor mâinii, mișcări care constau în flexia și extensia degetelor.
13. Aplicând metoda din revendicarea 11 și aparatul din revendicarea 1, se pot efectua exerciții de terapie ocupațională și reabilitare medicală fără nevoia intervenției unei persoane specializate care are cunoștințe în efectuarea exercițiilor de terapie ocupațională și reabilitare medicală.
14. Aplicând metoda din revendicarea 11, degetele sunt acționate în poziția de flexie prin presurizarea camerelor de expansiune a aparatului din revendicarea 1.
15. Aplicând metoda din revendicarea 11, degetele sunt acționate în poziția de extensie prin eliberarea presiunii din camerele de expansiune a aparatului din revendicarea 1.
16. Aplicând metoda din revendicarea 11 în cazul pacienților cu spasticitate, degetele care opun rezistență la extensie sunt acționate în poziția de extensie prin aplicarea unui depresiuni (vacuum) asupra camerelor de expansiune a aparatului din revendicarea 1.

4

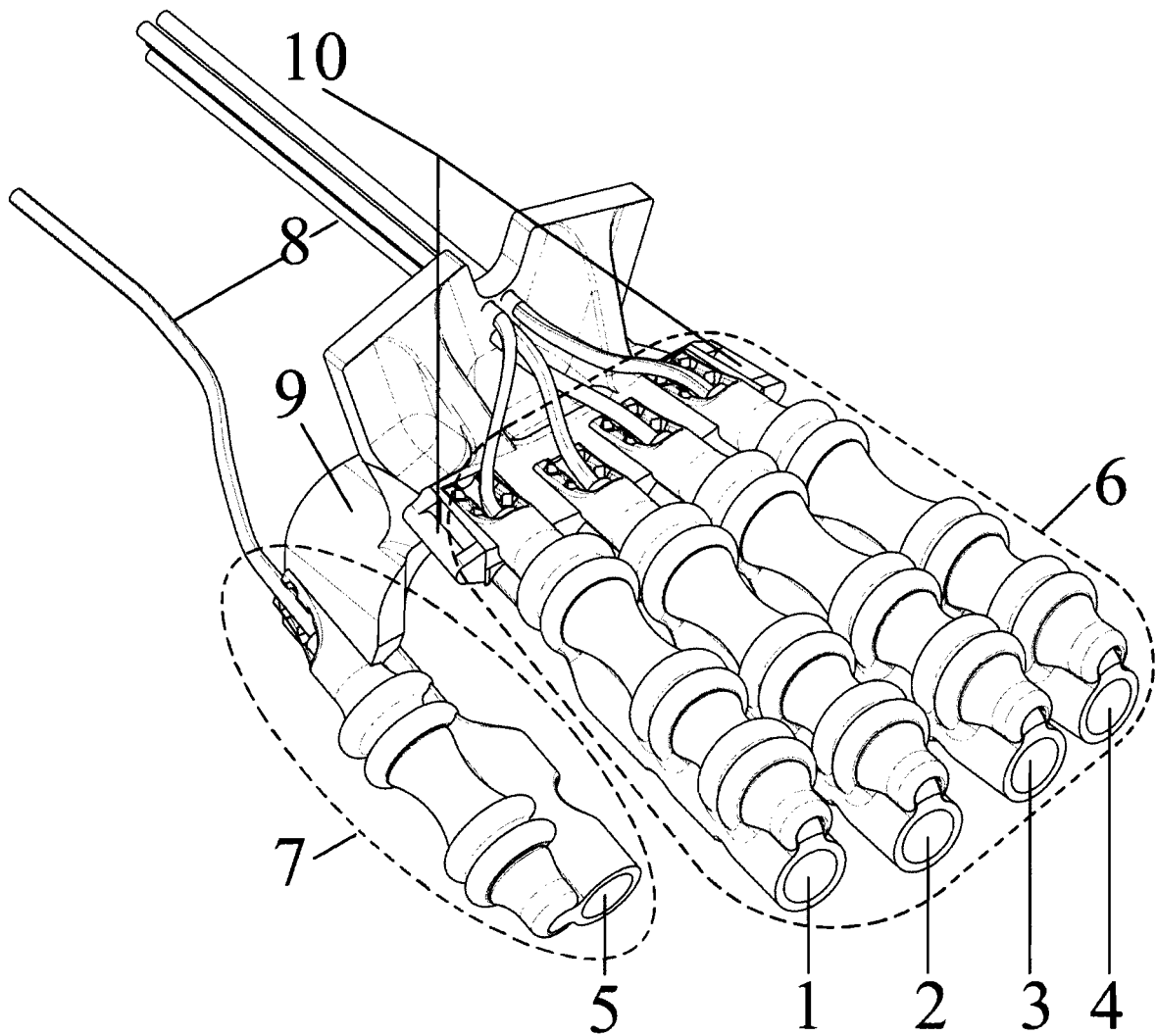


Fig. 1. Exemplificare a aparatului în vedere isometrică.

*[Handwritten signature]*

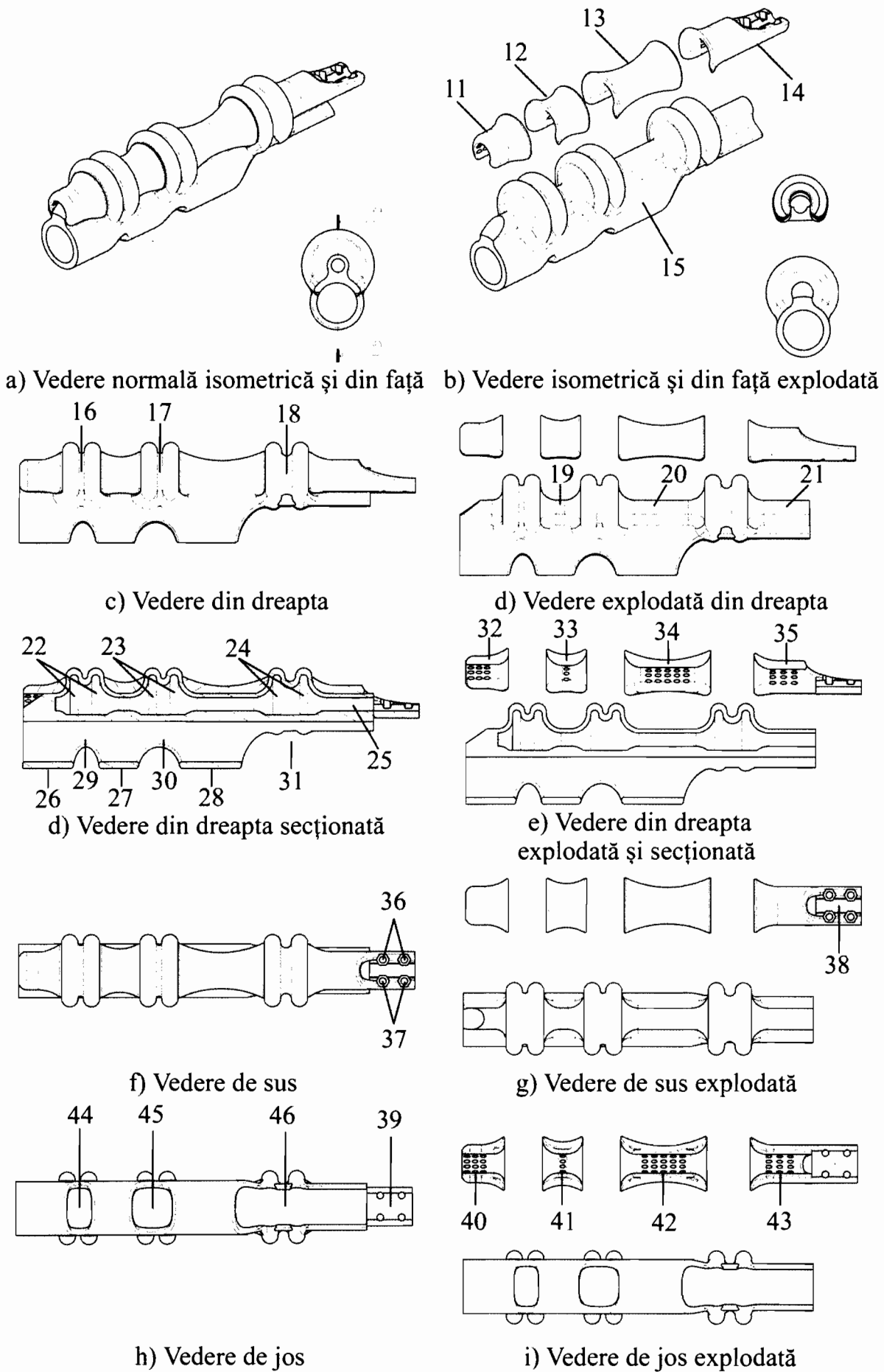


Fig. 2. Principiul constructiv a unui subansamblu pentru un deget

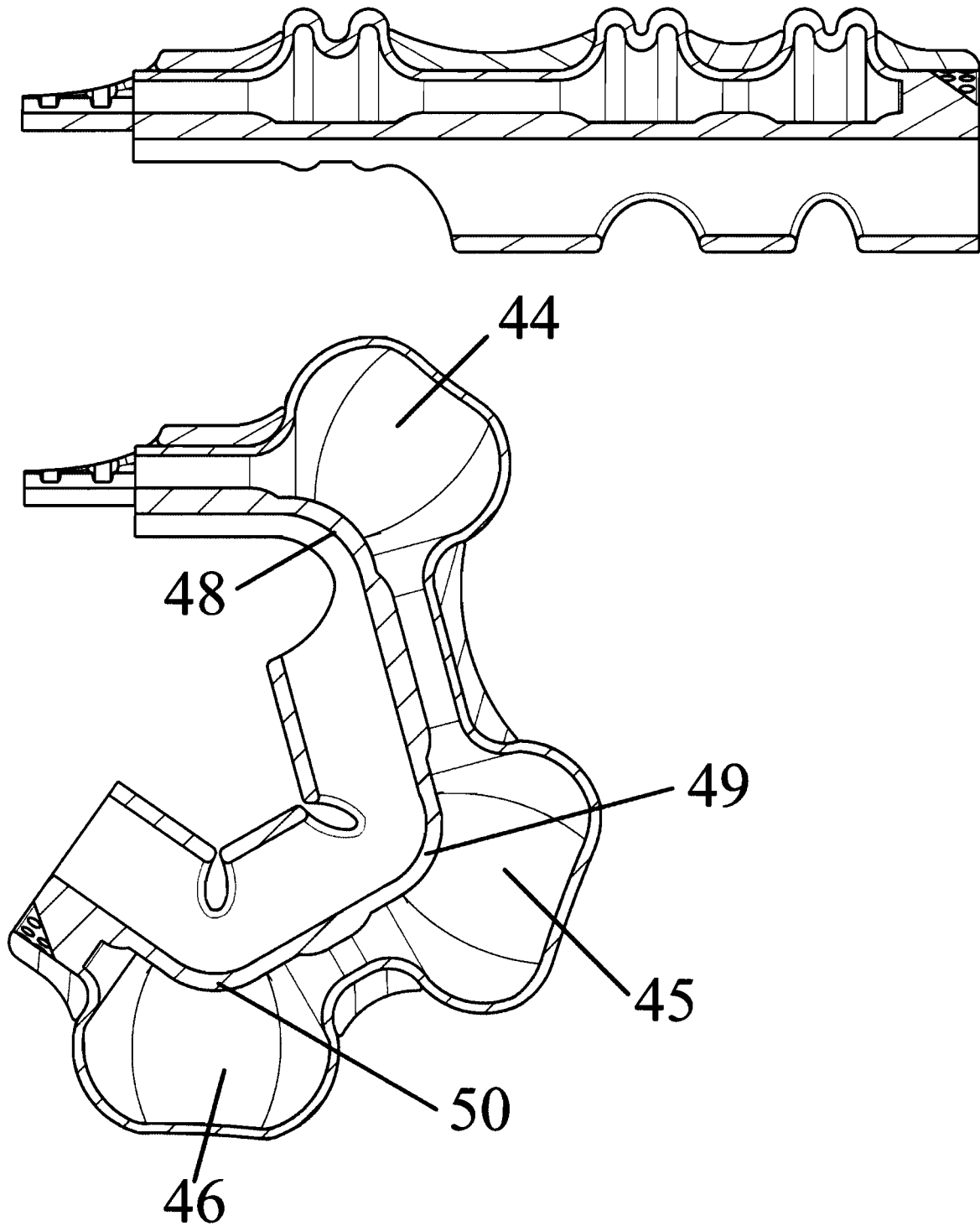


Fig. 3. Principiul de funcționare a unui subansamblu pentru un deget

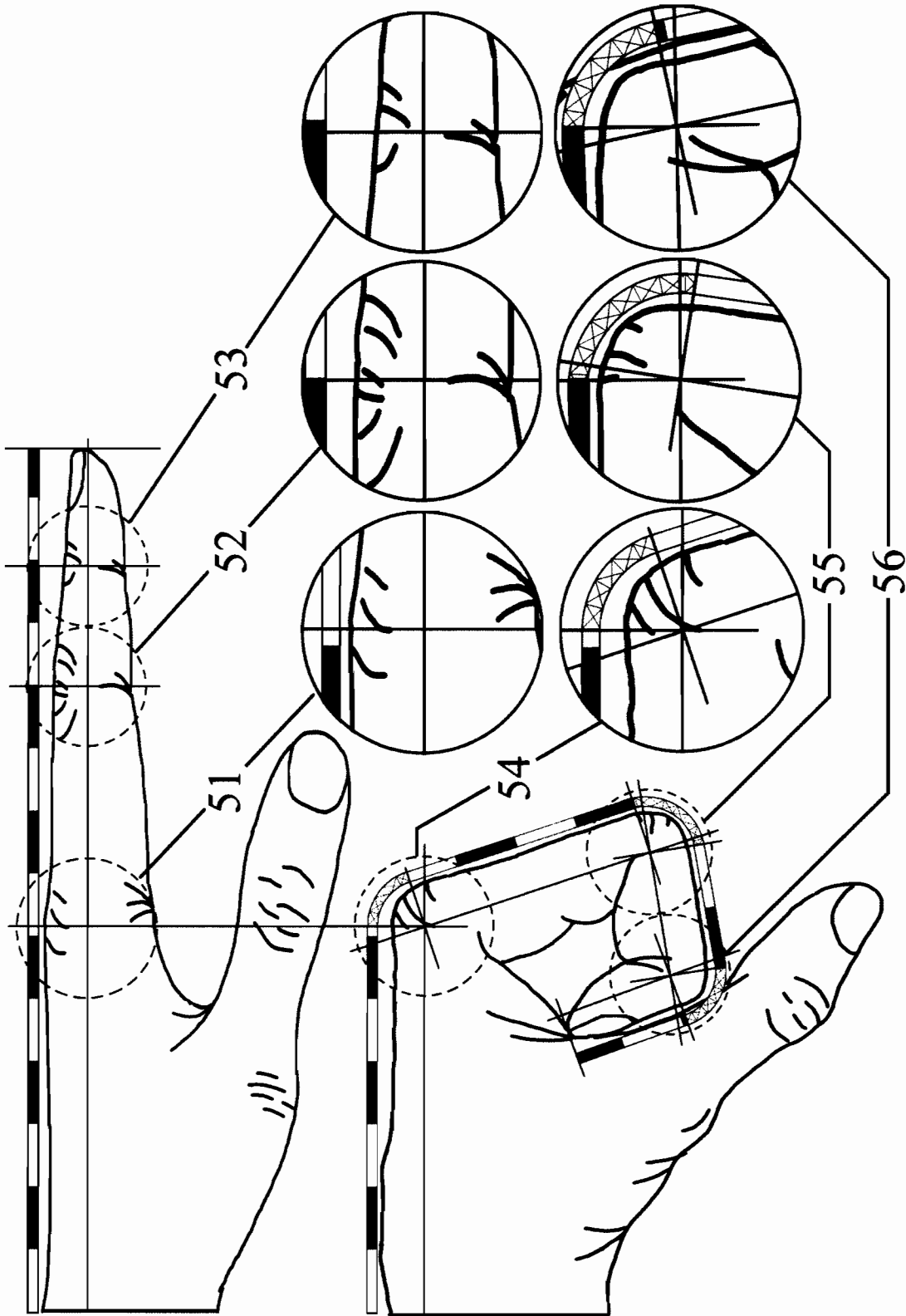
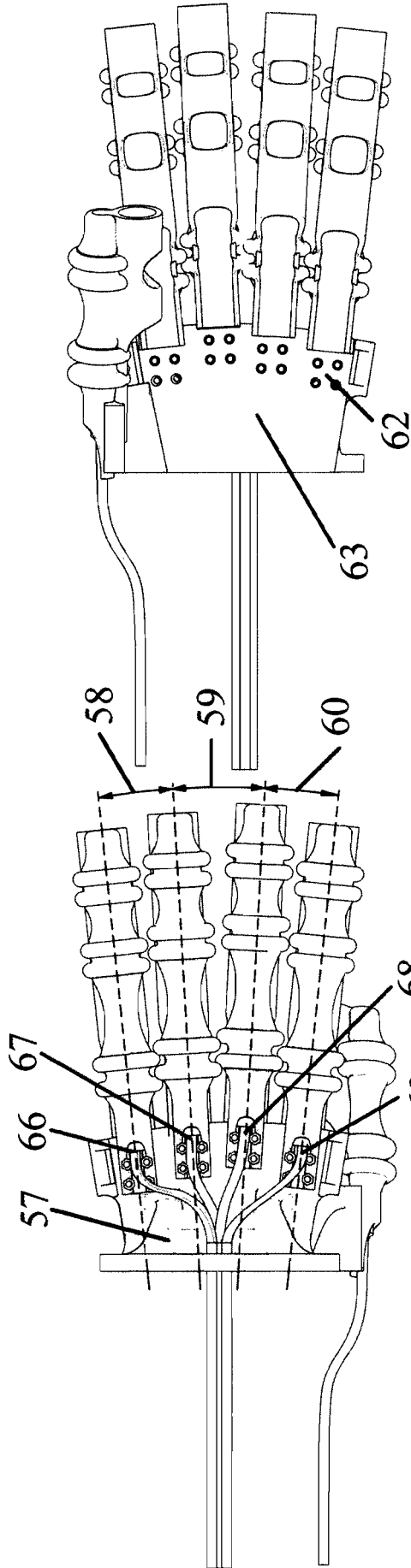


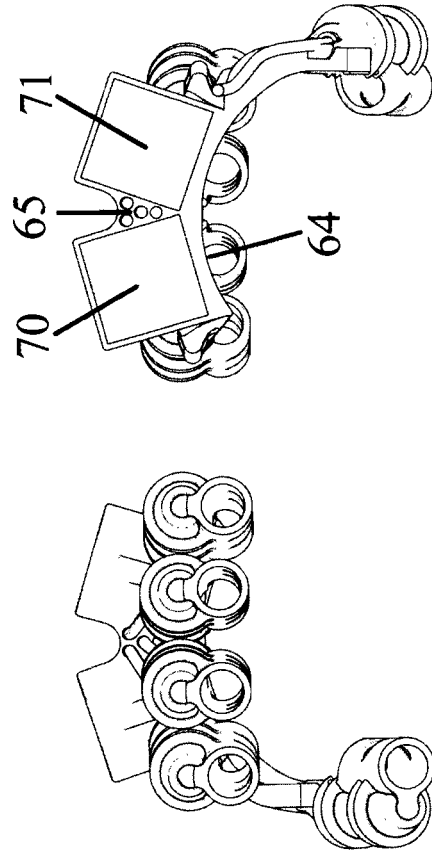
Fig. 4. Mișcări longitudinale pe lungimea degetului urmând tegumentul.



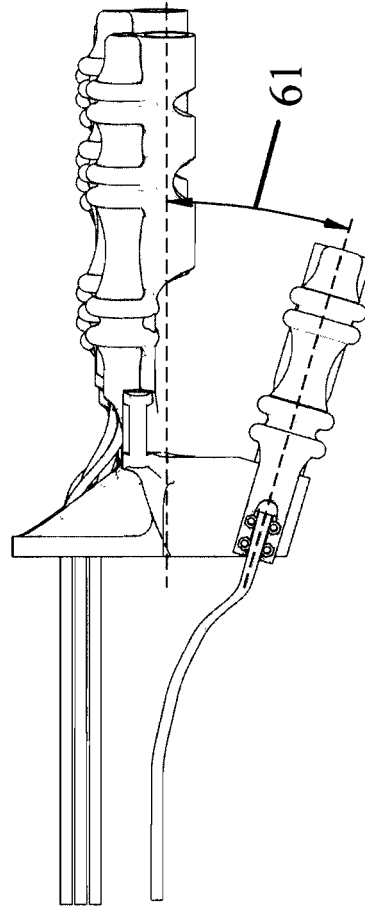


a) Vedere de sus a aparatului

b) Vedere de jos a aparatului

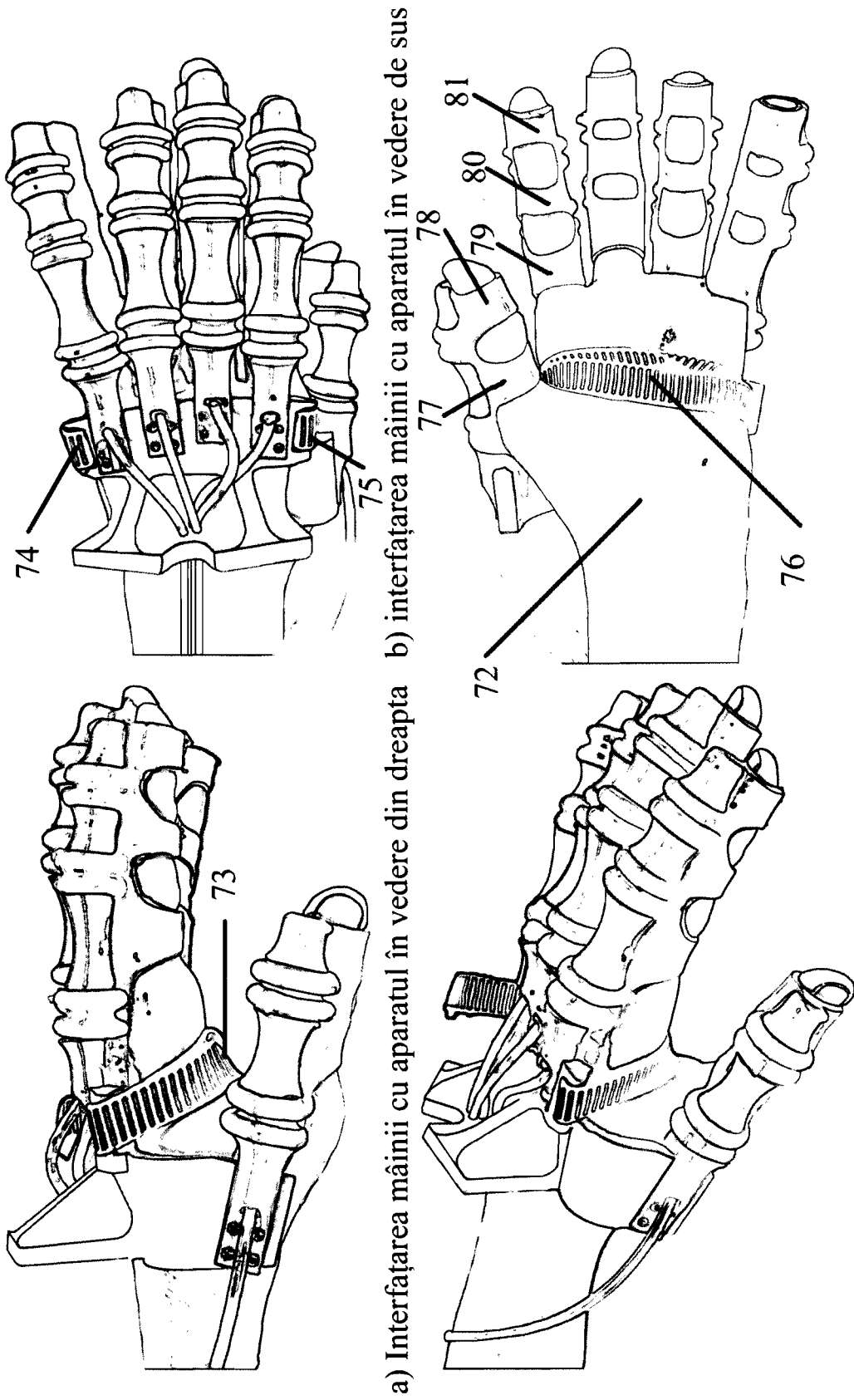


d) Vedere din față și vedere din spate a aparatului



c) Vedere din dreapta a aparatului

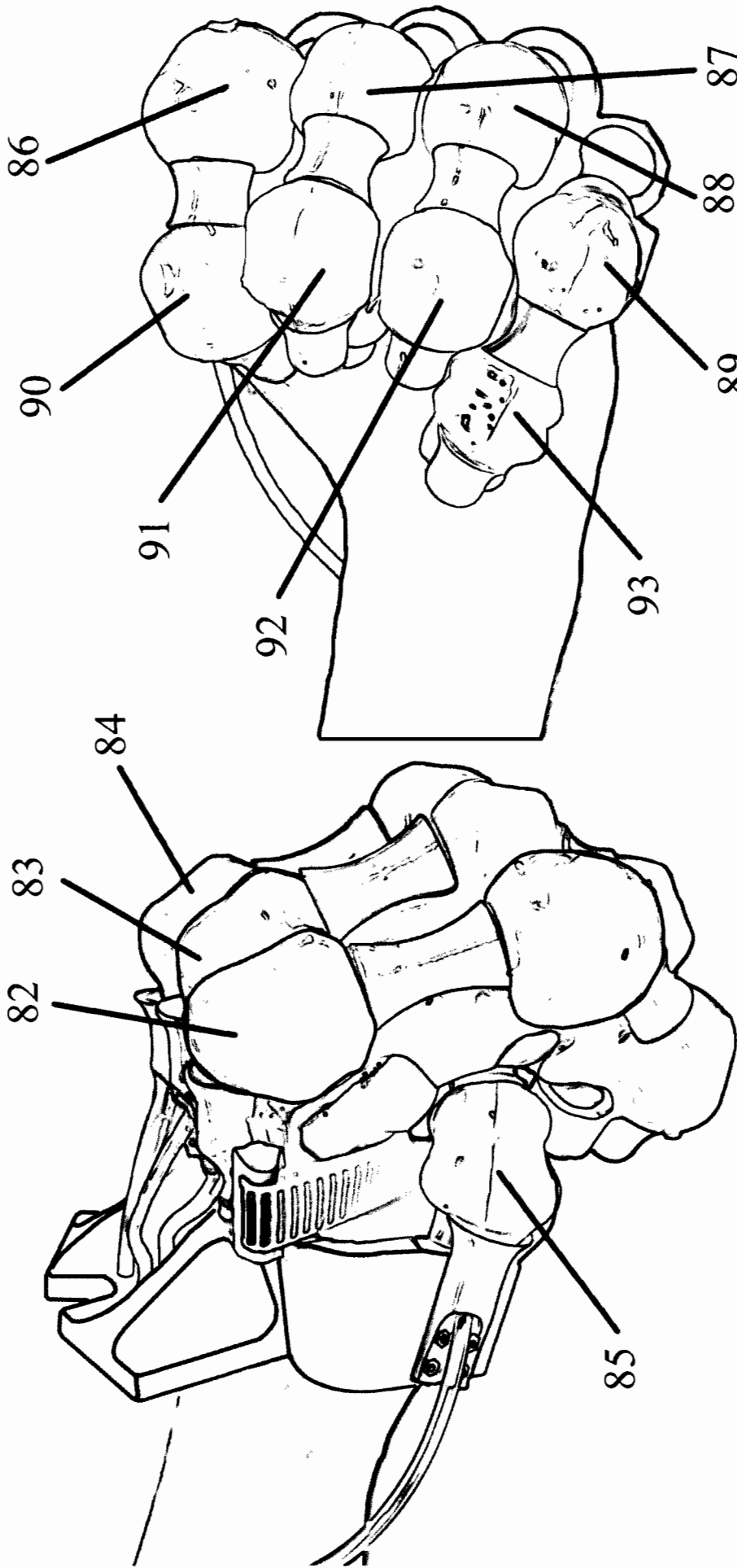
Fig. 5. Reprezentarea ansamblului aparatului.



a) Interfațarea mâinii cu aparatul în vedere din dreapta b) Interfațarea mâinii cu aparatul în vedere de sus

c) Interfațarea mâinii cu aparatul în vedere isometrică d) Interfațarea mâinii cu aparatul în vedere de jos

Fig. 6. Atașarea și utilizarea aparatului cu mâna pacientului cu acționarea degetelor în poziție de extensie.



a) Flexia degetelor în vedere isometrică      b) Flexia degetelor în vedere de sub

Fig. 7. Atașarea și utilizarea aparatului cu mâna pacientului cu acționarea degetelor în poziție de flexie.

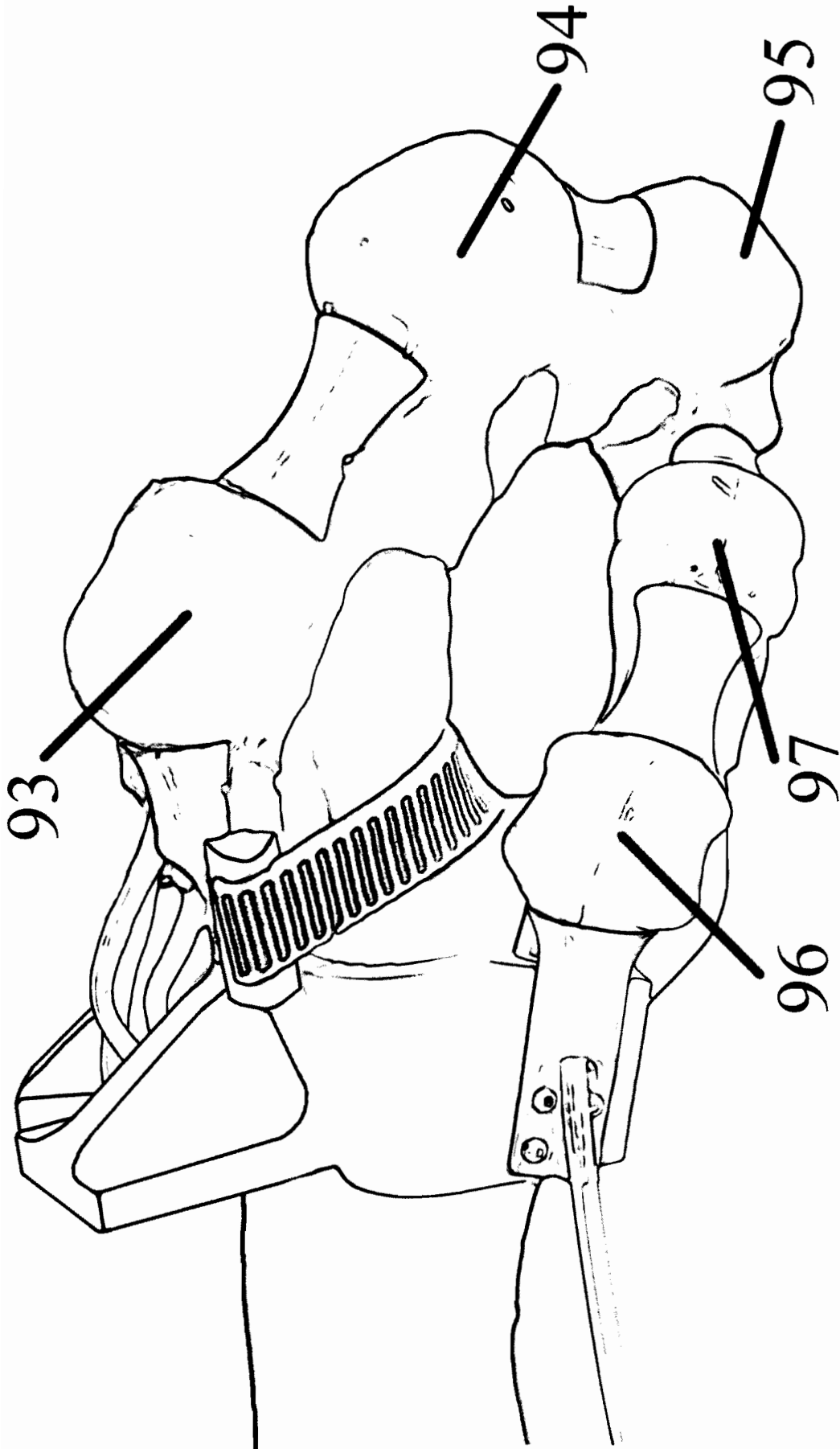


Fig. 8. Exemplu de utilizare a aparatului pentru a face prindere între index și pollice.

*Handwritten signatures or initials.*

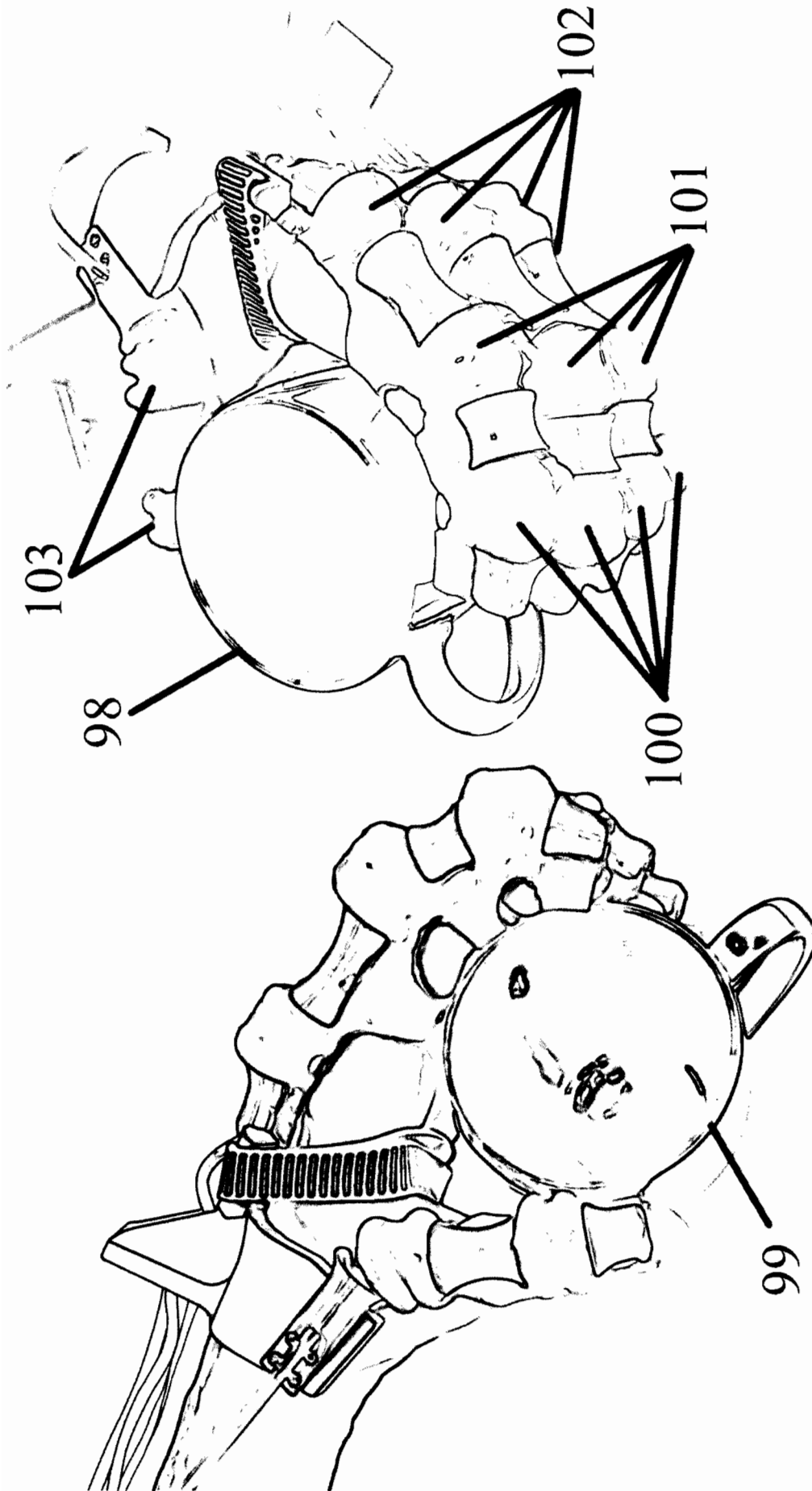


Fig. 9. Exemplu de utilizare a aparatului pentru a prinde un obiect cu toate degetele.

A handwritten signature in black ink, consisting of stylized cursive letters, located at the bottom right of the page.

**APARAT PENTRU ACȚIONAREA DEGETELOR MÂINII UMANE FOLOSIND UN SISTEM HIBRID CU ACTUATORI MOI PENTRU EFECTUAREA DE EXERCITII DE TERAPIE OCUPAȚIONALĂ ȘI REABILITARE MEDICALĂ ÎN URMA UNUI ATAC VASCULAR CEREBRAL ȘI METODĂ PENTRU EFECTUAREA TERAPIEI.**

Invenția se referă la un aparat și o metodă de tip orteză robotică, destinate punerii în mișcare a degetelor mâinii umane, în vederea efectuării exercițiilor de terapie ocupațională și rehabilitare medicală, care sunt esențiale pentru redobândirea abilității de mișcare a mâinii umane în urma unei afecțiuni medicale de tip accident vascular cerebral (AVC). Exercițiile efectuate de aparatul conceput au ca și scop crearea de noi conexiuni neuronale la nivelul creierului, reînvățând și antrenând creierul să aloce alte zone proprii pentru controlarea mișcării mâinii. Aceste exerciții, fără folosirea invenției propuse, sunt efectuate de personalul specializat în domeniul reabilitării medicale. Aparatul îndeplinește aceste sarcini, înlocuind personalul specializat. Funcționarea aparatului este concepută a fi adaptată anatomiei mâinii umane prin utilizarea unui sistem hibrid inovator, care datorită conceptului actuatorilor moi și constrângerilor impuse de componentele rigide poate realiza deformări elastice controlate a actuatorilor, deformări care impun asupra mâinii umane mișcări asemănătoare cu mișcările biologice. Aplicând o metodă de control, aparatul este capabil să efectueze un set de mișcări complexe asupra degetelor mâinii, care au ca rezultat reantrenarea creierului uman pentru a utiliza părți ale creierului neafectate de accidentul vascular cerebral, pentru funcțiile motorii precum mișcarea mâinii, mișcări care cuprind flexia și extensia degetelor, mișcări care sunt folosite pentru operații uzuale ale mâinii umane precum apucarea și manipularea obiectelor.

Este cunoscut un aparat **US2018303698A1** de tip orteză robotică cu elemente de acționare bazate pe actuatori moi, care are scopul efectuării reabilitării funcției motorii pentru mâna umană. Aparatul în cauză are în componența sa segmente "semi-rigide" și segmente "flexibile", segmentele semi-rigide fiind asamblate prin intermediul piesei flexibile pentru a forma orteza pentru un deget întreg, iar segmentele "flexibile" sunt descrise ca formând "cuplaj pivotant" între piesele "semi-rigide". Unul dintre dezavantaje se datorează conceptului și modului de funcționare a actuatorilor moi, care, având comportament de cuplaj pivotant, la încovoierea degetelor nu au capacitatea de a se alungi longitudinal pe lungimea degetelor, lucru necesar pentru a respecta comportamentul anatomiei mâinii umane, orteza fiind amplasată pe tegumentul degetelor (suprafața pielii) și astfel actuatorii nu se alungesc o dată cu întinderea tegumentului pe exteriorul degetului uman. Aceste dezavantaje sunt eliminate prin soluția adusă de prezentul brevet de invenție, deoarece aceasta implementează un sistem de acționare a articulațiilor degetelor mâinii utilizând un sistem hibrid inovator, care, datorită



conceptului actuatorilor moi și constrângerilor impuse de către componente rigide, pot realiza mișcări asupra degetelor umane, care țin cont atât de încovoierea din zona articulațiilor biologice cât și a alungirii elastice a ortezei pe tegumentul degetelor în timpul încovoierii. Un alt dezavantaj al acestui aparat îl constituie potențialul de defectare a etanșeității ortezei, datorită faptului că acesta se află sub presiune, iar aerul este dirijat printr-un număr mare de componente interconectate. De asemenea, există un număr mare de componente, care au nevoie de toleranțe dimensionale precise pentru a păstra etanșietatea ansamblului, fapt care ridică costul de producție. Aceste dezavantaje sunt înlăturate de soluția propusă din prezentul brevet de invenție, deoarece camerele de expansiune ale actuatorilor moi, legăturile dintre aceștia, cât și elementele de prindere cu degetul uman fac corp comun, fiind fabricat dintr-o singură piesă întreagă.

În scopul reabilitării funcționale a mâinii umane este cunoscut un aparat **CN109481236A** de tip orteză robotică cu elemente de acționare bazate pe actuatori moi, care este descris de autor ca fiind fabricat prin intermediul tehnologiei de imprimare 3D folosind un material flexibil. Un prim dezavantaj care poate fi menționat rezidă de la concepția constructivă a aparatului, deoarece geometria actuatorilor aparatului a fost concepută cu scopul de a fi fabricat doar folosind tehnologia de imprimare 3D (o tehnologie costisitoare pentru producția de serie). Acest dezavantaj nu există la soluția propusă în prezentul brevet, aparatul fiind posibil a fi manufacturat prin mai multe soluții tehnologice de formare precum turnare sau injecție, procese care se pretează din punct de vedere tehnologic și economic pentru producția de serie. Un alt dezavantaj al acestui aparat este faptul că materialul din care se poate fabrica este specificat de către autor ca fiind doar termoplastic poliuretan (TPU) NinjaFlex 85A. Acest dezavantaj nu există la prezentul brevet de invenție, aparatul putând fi manufacturat dintr-o multitudine de materiale care au proprietăți deformabile elastice, care se încadrează în clasa de materiale hiperelastice precum cauciuc, latex și anumite materiale de tip polimer care prezintă proprietăți hiperelastice. Asemenea invenției **US2018303698A1**, datorită conceptului constructiv al actuatorilor, aceștia nu au capacitatea de a se alungi longitudinal pe lungimea degetelor, apărând frecări între actuatori și mână, precum și decalaje între centrele de rotație a articulațiilor biologice și cele a aparatului. Aceste neajunsuri sunt înlăturate prin conceptul constructiv al actuatorilor din componența aparatului din prezenta invenție. Un alt dezavantaj prezent în invenția **CN109481236A** îl constituie costul de producție datorat numărului mare de componente, fiind nevoie de o multitudine de componente separate precum actuatorii, mânușa pe care aceștia se atașează și benzi de velcro (bandă textilă cu scai autoaderent) pentru a prinde degetele în orteză, toate aceste componente crescând costul de producție. În prezenta invenție aceste dezavantaje nu există deoarece nu

este nevoie de componente adiționale pentru prinderea de mână pacientului precum mănușă și velcro deoarece actuatorul înglobează și elementul intermediar de atașare cu degetul pacientului.

Este de asemenea cunoscut un aparat **WO2018188480A1** de tip orteză robotică cu scopul efectuării exercițiilor de terapie ocupațională și reabilitare medicală în urma unei afecțiuni medicale. Aparatul în cauză are în componența sa un set de actuatori moi, care prin construcția lor produc o mișcare de încovoiere, fiind ranforsați cu o bandă flexibilă, dar nu elastică pe latura în care direcția deformării are loc. Asemeni celorlalte două invenții menționate anterior, este prezent un dezavantaj datorită concepției constructive a aparatului, astfel actuatorii nu au capacitatea de alungire pe tegumentul degetelor pacientului. Acest lucru este datorat benzii de ranforsare din componența actuatorilor. De asemenea, există și un dezavantaj economic din punct de vedere al costului de producție și al fiabilității produsului datorită numărului mare de componente. Dezavantajele care apar în aceste invenții au fost înlăturate în brevetul de invenție prezent, datorită soluției constructive inovatoare abordate.

Se cunoaște de asemenea **US2019336381A1** un aparat, care conform revendicărilor autorului, este conceput pentru reabilitarea medicală a funcției motorii a mâinii umane în urma unui accident vascular cerebral, la care, prin construcția sa, acționarea degetelor este concepută să fie făcută prin intermediul unor cabluri de transmisie acționate de actuatori convenționali ce nu presupun folosirea de actuatori moi. Unul dintre dezavantajele acestei invenții este că prin concepția constructivă a aparatului, acesta necesită un număr mare de componente, datorită modului de transmitere a mișcării către degetele pacientului prin intermediul cablurilor de transmisie. Un alt dezavantaj, datorat concepției constructive, constă în aceea că sistemul mecanic conceput cu actuatori convenționali și transmisii mecanice necesită fie calibrări în funcție de antropometria mâinii purtătorului, fie schimbarea unor piese și chiar crearea unor piese personalizate. Aceste dezavantaje nu există în prezenta invenție deoarece transmiterea mișcării de la orteză la mână pacientului este făcută direct prin intermediul actuatorilor moi, care se află direct atașați pe articulațiile pacientului și care au un cost redus de producție.

Similar cu invenția **US2019336381A1**, este cunoscut un aparat **US9687362B2** unde actuatorii moi, prin construcția lor sunt concepuți să aibă o suprafață plană flexibilă dar fără posibilitatea de extensie, fiind fabricat din bumbac, hârtie sau poliester. Din această cauză nu există posibilitatea de deformare longitudinală a actuatorului și ca urmare rezultă un dezavantaj al acestei invenții în aplicarea ei în acele cazuri unde actuatorii trebuie să urmeze deformările și întinderile tegumentului pacientului, cum este și cazul ortezelor pentru degetele mâinii umane.



Sunt cunoscute de asemenea un set de brevete de invenții care utilizează actuatori moi, care sunt utilizați pentru a produce mișcări de încovoiere, CN108354779A, CN208645318U, WO2015061444A1, WO2015191007A1. Deși aplicabilitatea acestor invenții variază în funcție de revendicările autorilor fiecărui invenții, toate invențiile au ca scop generarea unui singur tip de mișcare, și anume încovoierea, fără posibilitatea de alungire longitudinală pe tegumentul pacientului, ceea ce generează o frecare continuă între actuator și tegumentul mâinii umane, rezultând astfel inconveniente în cazul aplicării acestor invenții în orteze de reabilitare medicală a funcției motorii a mâinii umane. Actuatorii moi din prezenta invenție sunt concepuți pentru a corespunde anatomiei mâinii umane prin utilizarea unui sistem hibrid inovator, care datorită conceptului actuatorilor moi și constrângerilor impuse de componentele rigide poate genera simultan atât mișcarea de încovoiere cât și mișcarea de alungire longitudinală concomitent cu tegumentul degetelor pacientului, evitând astfel frecări nedorite între aparat și degete.

Problema tehnică pe care o rezolvă invenția se referă la înlocuirea personalului specializat în efectuarea de terapie ocupațională și reabilitare medicală a funcțiilor motorii după un atac vascular cerebral, prin automatizarea metodei de realizare a exercițiilor de terapie ocupațională și reabilitare medicală efectuate pentru degetele mâinii umane, utilizând pentru aceasta un aparat de tip orteză robotică bazat pe actuatori moi.

Invenția soluționează problema tehnică oferind o metodă nouă de terapie ocupațională prin utilizarea unui aparat nou de tip orteză robotică, care produce mișcări complexe asupra degetelor mâinii umane, utilizând un sistem hibrid inovator, având un concept constructiv bazat pe actuatori moi, care produc mișcări precum încovoierea din zona articulațiilor biologice cât și alungirile elastice ale ortezei pe tegumentul pacientului.

Se dă, în continuare un exemplu de realizare și utilizare a invenției, în legătură cu figurile 1 - 9, care reprezintă:

- Fig. 1. Exemplificare a aparatului în vedere isometrică.
- Fig. 2. Principiul constructiv a unui subansamblu pentru un deget.
- Fig. 3. Principiul de funcționare a unui subansamblu pentru un deget.
- Fig. 4. Mișcări longitudinale pe lungimea degetului urmând tegumentul.
- Fig. 5. Reprezentarea ansamblului aparatului.
- Fig. 6. Atașarea și utilizarea aparatului cu mâna pacientului cu acționarea degetelor în poziție de extensie.
- Fig. 7. Atașarea și utilizarea aparatului cu mâna pacientului cu acționarea degetelor în poziție de flexie.
- Fig. 8. Exemplu de utilizare a aparatului pentru a face prindere între index și police.

- Fig. 9. Exemplu de utilizare a aparatului pentru a prinde un obiect cu toate degetele.

Aparatul realizat conform ilustrației din fig. 1 este conceput să fie atașat mâinii umane, acesta conținând un sistem hibrid inovator cu actuatori moi, ce acționează independent fiecare deget. Pentru a pune în mișcare toate degetele, aparatul are în total cinci subansamble 1-5, fiecare subansamblu fiind atașat unui deget al pacientului. Aceste subansamble la rândul lor conțin un set de actuatori moi dispuși deasupra articulațiilor degetelor pentru acționarea acestora. Subansamble 1-5 aparatului pun în mișcare degetele mâinii pacientului obținând în total 14 grade de mobilitate. Subansamblele aferente acționării fiecărui deget sunt realizate sub forma a două modele constructive, diferențiate după numărul de articulații ale degetului acționat. Primul model constructiv de subansamblu 6 prezintă trei grade de mobilitate, punând în mișcare articulațiile dintre falangele distal-intermediar (DI), intermediar-proximal (IP) și proximal-metacarpal (MC) pentru degetele indice, medius, inelar și minimus. Al doilea model constructiv 7 prezintă două grade de mobilitate, punând în mișcare articulațiile dintre falangele distal-proximal (DP) și proximal-metacarpal (MC) a policelui. Controlul individual și independent al fiecărui subansamblu ce pune în mișcare fiecare deget este realizat prin intermediul celor cinci conducte 8 care furnizează/evacuează agentul de lucru (aer), pentru o presurizare sau depresurizare a actuatorilor. Cele cinci subansamble sunt asamblate pe o piesă de fixare 9 pe zona metacarpiană a mâinii pacientului, piesă care la rândul ei este fixată de mâna pacientului folosind o curea ajustabilă ce este prinsă de doi suporturi 10 aflați în zona metacarpiană la extremitățile învecinate degetelor indice și minimus. Subansamblul modelului constructiv 1, conform figurii 2, are în componența sa cinci piese, din care patru sunt fabricate din material rigid 11-14 și una fabricată din material moale cu proprietăți hiperelastice 15. Piesa moale 15 îndeplinește o succesiune de roluri constructive și funcționale. Corpul comun a acestei piese 15 se materializează prin trei zone deformabile care îndeplinesc rolul de actuator moale 16-18, unde articulația DI este acționată de către actuatorul notat 16, articulația IP este acționată de către actuatorul notat 17 și articulația MC este acționată de către actuatorul notat 18. Construcția este similară la al doilea model constructiv al subansamblului, care acționează degetul police, diferența fiind că pentru police există doar două zone deformabile ce îndeplinesc rolul de actuator moale 96,97 aferent articulațiilor DP și MC. Corpul comun al piesei moi 15 conține de asemenea zone dedicate pentru a îndeplini rolul de dirijare a presurizării și depresurizării 19-21 în camerele de expansiune a actuatorilor 22-24. Controlul prin presurizare și depresurizare se face prin intermediul unei conducte atașate capătului 25, care se află în direcția articulației MC. Corpul comun al piesei moi 15 conține și zone care au rolul de a fixa degetul pacientului în subansamblul degetului 26-27, zone care datorită proprietăților moi și elastice ale piesei, se adaptează radial pe tegumentul degetului

pacientului. Degetele pacientului sunt puse în mișcare de către aparat, care efectuează flexia și extensia acestora, păstrând o concentricitate a axelor de rotație a articulațiilor biologice cu axele de rotație **29-31** generate de subansamblele cu actuatori moi. Mișcarea este generată de către actuatorii **16-18**, care au în componența lor câte două camere de expansiune fiecare **22-24**. Aceste camere de expansiune, zonele de dirijare a aerului **19-21**, cât și zonele de fixare cu degetul pacientului, toate fac corp comun și sunt fabricate ca fiind o singură piesă dintr-un singur material cu proprietăți hiperelastice. Generarea mișcării dorite este dependentă de piesele rigide **11-14**, care datorită geometriei lor **32-35** impun constrângeri asupra piesei moi **15**, putându-se astfel controla forma camerelor de expansiune a actuatorilor în timpul deformării sub presiune și totodată să nu se permita deformații ale zonelor de ghidare ale aerului **19-21** între camerele de expansiune. Conducta de presurizare și depresurizare aferentă fiecărui deget este ghidată către piesa moale **15** prin montarea conductei într-un canal **38** al piesei **14**. Montarea pieselor rigide **11-14** pe piesa moale **15** se realizează prin constrângere geometrică sau prin intermediul unui adeziv. Se pot de asemenea fabrica o serie de canale **40-43** pe suprafețele de contact ale pieselor rigide **11-14** pentru a crește siguranța asamblărilor prin lipire cu anumiți adezivi. Asamblarea subansamblelor aferente fiecărui deget cu piesa de fixare pe zona metacarpiană a mâinii **9** se face cu ajutorul a patru șuruburi montate prin găurile de prindere **36-37**, care fixează suprafața de contact **39** a piesei **14** pe piesa de fixare **9**. Pentru a permite o flexie bună a degetului pacientului, subansamblele aferente fiecărui deget sunt concepute constructiv cu o serie de degajări **44-46** aflate sub articulațiile DI, PI și MC. Poziția de extensie cât și poziția de flexie a subansamblului aferent unui deget sunt ilustrate în fig. **3 a**, respectiv fig. **3 b**, unde se poate observa cum deformarea camerelor actuatorilor **44-46** corespunzător articulațiilor DI, PI și MC generează mișcări de încovoire cât și deplasare longitudinală pe lungimea degetului, urmând tegumentul din zona articulațiilor **48-50**. Aceste mișcări longitudinale pe lungimea degetului, urmând tegumentul, sunt ilustrate în fig. **4**, unde se observă că pentru a păstra coincidența centrelor de rotație a articulațiilor biologice DI **51**, IP **52** și MC **53** cu cele generate de aparat, sunt necesare și alungiri proporționale și tangente pe tegumentul articulațiilor la flexia degetului **54-56**. Fără aceste alungiri nu doar că centrele de rotație ale actuatorilor aparatului și articulațiile biologice corespunzătoare nu ar mai coincide, dar ar apărea frecări adiționale nedorite între degetele pacientului și componentele care intră în contact direct cu tegumentul pacientului. În fig. **5** se ilustrează o serie de vederi ale ansamblului aparatului, unde se observă că subansamblele aferente degetelor indice, medius, inelar, minimus și police sunt asamblate pe piesa de fixare **57** formând unghiuri ascuțite **58-61** între axele longitudinale a degetelor. Montarea fiecărui subansamblu aferent fiecărui deget se face cu câte 4 șuruburi cu cap înecat **62**, pe partea dorsală a piesei de fixare



pe zona metacarpiană 63. Piesa care se atașează cu zona metacarpiană 57,63 are o formă compliantă cu anatomia mâinii biologice pe suprafața de contact cu pacientul 64. La piesa de interfațare cu zona metacarpiană sunt prevăzute și găuri de fixare 65 pentru a ghida conductele înainte de a se atașa subansamblelor ce au primul model constructiv 66-69 (modelul folosit la degetele indice, medius, inelar și minimus). Tot la această piesă în capătul ce duce spre zona carpiană a mâinii sunt prevăzute locașuri 70-71 ce pot fi folosite pentru a atașa alți actuatori ce pot fi folosiți pentru acționarea articulației carpiene. În fig. 6 este ilustrat modul în care mâna pacientului este interfațată în aparat, unde se pot observa zonele de fixare: fixarea palmei 72 prin cureaua ajustabilă 73-76 și fixarea degetelor prin intermediul pieselor moi 77-81. Poziția mâinii ilustrate în fig. 6 este una în care mâna este relaxată iar degetele se află în poziția de extensie. În fig. 7 este reprezentată mâna pacientului în aparat aflată în poziția de flexie a tuturor degetelor, unde se poate observa dilatarea camerelor de expansiune aferente actuatorilor pentru articulațiile MC 82-85, articulațiile IP 86-89 și DI 90-92. Aplicând o metodă de control proporțională a presurizării și depresurizării pentru fiecare deget individual, aparatul poate efectua cu mâna pacientului mișcări complexe a degetelor precum apucarea, prinderea și manipularea obiectelor. Un exemplu de mișcare complexă de prindere între police și index este ilustrată în fig. 8, unde sunt presurizați proporțional actuatorii aferenți articulațiilor degetului index 93-95 și actuatorii degetului police 96,97. Un alt exemplu de mișcare complexă întâlnită în situația apucării și manipulării unui obiect este prezentată în fig. 9, unde se poate observa apucarea unei căni 98,99, unde actuatorii tuturor degetelor 100-103 sunt presurizați proporțional pentru a apuca uniform obiectul.

Prin aplicarea invenției, se obțin următoarele avantaje:

- Aparatul poate fi folosit pentru efectuarea exercițiilor complexe de terapie ocupațională și recuperare medicală a funcției motorii pentru degetele mâinii umane;
- Aplicabilitate într-o multitudine de medii: spitale, secțiile de recuperare, ortopedie și terapie ocupațională;
- Aparatul poate fi utilizat fără intervenția unei persoane specializate în terapie ocupațională;
- Aparatul poate fi utilizat de către purtător în propria locuință;
- Simplitate constructivă cu număr redus de componente;
- Cost redus de fabricare;
- Caracteristici dimensionale adaptive pentru o gamă largă de purtători;
- Acționarea a 14 grade de mobilitate a degetelor mâinii umane.

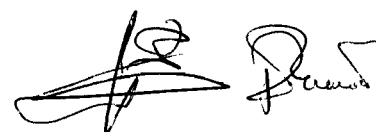
## REVENDICĂRI

1. Aparat pentru acționarea degetelor mâinii umane, **caracterizat prin aceea că**, este constituit din minim un subansamblu (fig. 2) și maximum cinci (1-5) subansamble, care fiecare individual se interfațează fiecărui deget în vederea acționării acestuia / acestora, minim o componentă (9) care se fixează deasupra zonei metacarpiene a mâinii și față de care se assemblează subansamblul / subansamblele care generează mișcarea degetului / degetelor pacientului (1-5), un subansamblul (fig. 2) sau mai multe subansamblele (1-5) ce pun în mișcare degetul / degetele pacientului efectuează mișcări complexe asupra acestuia / acestora, având un concept constructiv hibrid bazat pe actuatori moi (16-18, 22-24) și componente rigide (11-14), unde componentele ce îndeplinesc rolul de actuatori moi (15) sunt constrânse de către componente rigide (11-14) pentru a realiza mișcări asupra degetelor umane, ce țin cont atât de încovoierea din zona articulațiilor biologice cât și de alungirea elastică a ortezei pe tegumentul degetului / degetelor pacientului în timpul încovoierii.
2. Aparat pentru acționarea degetelor mâinii umane, **conform revendicării 1, caracterizat prin aceea că**, componentele care îndeplinesc rolul de actuatori (15) moi ale subansamblelor care acționează degetele (1 - 5) sunt manufacturate fiecare individual ca fiind o singură piesă din material moale elastic.
3. Aparat pentru acționarea degetelor mâinii umane, **conform revendicării 1, caracterizat prin aceea că**, componentele care îndeplinesc rolul de actuatori (15) moi ale subansamblelor care acționează degetele (1 - 5) îndeplinesc și rolul de dirijare a presurizării și depresurizării (19-21) în camerele de expansiune a actuatorilor.
4. Aparat pentru acționarea degetelor mâinii umane, **conform revendicării 1, caracterizat prin aceea că**, componentele care îndeplinesc rolul de actuatori (15) moi ale subansamblelor care acționează degetele (1 - 5) îndeplinesc și rolul de a fixa degetele pacientului folosind zone concepute pentru acest rol (26-27), zone care datorită proprietăților moi și elastice ale piesei, se adaptează radial pe tegumentul degetului.
5. Aparat pentru acționarea degetelor mâinii umane, **conform revendicării 1, caracterizat prin aceea că**, componentele care îndeplinesc rolul de actuatori (15) moi ale subansamblelor care acționează degetele (1 - 5) au una sau multiple căi de intrare / ieșire a presiunii / depresiunii care controlează încovoierea actuatorilor în mod individual pentru fiecare deget.
6. Aparat pentru acționarea degetelor mâinii umane, **conform revendicării 1, caracterizat prin aceea că**, atașarea și fixarea pe mâna pacientului se face prin utilizarea unor curele



fixe sau ajustabile (73) care sunt montate pe piesa rigidă (9) ce se așază pe zona metacarpiană a mâinii pacientului.

7. Aparat pentru acționarea degetelor mâinii umane, **conform revendicării 1, caracterizat prin aceea că**, actuatorii moi din componența aparatului se pot fabrica având ca scop realizarea întregii piese printr-o singură procedură tehnologică aplicând tehnologii de formare prin injectare cu miez fuzibil, suflare sau imprimare 3D.
8. Aparat pentru acționarea degetelor mâinii umane, **conform revendicării 1, caracterizat prin aceea că**, actuatorii moi din componența aparatului se pot fabrica prin realizarea mai multor piese care ulterior sunt unite pentru a forma corpul comun al actuatorului folosind tehnologii de formare prin injectare, termoformare și turnare.
9. Aparat pentru acționarea degetelor mâinii umane, **conform revendicării 1, caracterizat prin aceea că**, fabricarea actuatorilor moi din componența aparatului se face din materiale ce au proprietăți deformabile elastice, care se încadrează în clasa de materiale hiperelastice precum cauciuc, latex și orice material de tip polimer care se încadrează în această clasa de materiale.
10. Aparat pentru acționarea degetelor mâinii umane, **conform revendicării 1, caracterizat prin aceea că**, se pot utiliza mai mulți actuatori conform revendicărilor 2, 3 și 5 aplicând revendicărilor 7, 8 și 9 pentru a obține mișcări complexe, precum mișcarea articulațiile membrelor corpului uman, care au două sau mai multe grade de mobilitate, cum ar fi articulația umărului, genunchiului, carpiană, cotului și gleznei.
11. Metodă pentru efectuarea automatizată a terapiei de reabilitare, **caracterizată prin aceea că**, are următoarele etape: exercițiile esențiale pentru redobândirea abilităților de mișcare a mâinii umane în urma unei afecțiuni medicale de tip accident vascular cerebral (AVC) se efectuează prin intermediul unui aparat inovator (fig. 1), prin exercițiile realizate cu aparatul inovator (fig. 1) se creează conexiuni noi neuronale la nivelul creierului, reînvățând și antrenând creierul să aloce alte zone proprii pentru controlarea mișcării mâinilor.
12. Metodă pentru efectuarea automatizată a terapiei de reabilitare, **conform revendicării 11, caracterizată prin aceea că**, se generează mișcări asupra degetelor mâinii, mișcări care constau în flexia și extensia degetelor.
13. Metodă pentru efectuarea automatizată a terapiei de reabilitare, **conform revendicării 11, caracterizată prin aceea că**, se pot efectua exerciții de terapie ocupațională și reabilitare medicală fără nevoia intervenției unei persoane specializate care are cunoștințe în efectuarea exercițiilor de terapie ocupațională și reabilitare medicală.



14. Metodă pentru efectuarea automatizată a terapiei de reabilitare, **conform revendicării 11, caracterizată prin aceea că**, degetele sunt acționate în poziția de flexie prin presurizarea camerelor de expansiune a aparatului din revendicarea 1.
15. Metodă pentru efectuarea automatizată a terapiei de reabilitare, **conform revendicării 11, caracterizată prin aceea că**, degetele sunt acționate în poziția de extensie prin eliberarea presiunii din camerele de expansiune a aparatului din revendicarea 1.
16. Metodă pentru efectuarea automatizată a terapiei de reabilitare, **conform revendicării 11, caracterizată prin aceea că**, în cazul pacienților cu spasticitate, degetele care opun rezistență la extensie sunt acționate în poziția de extensie prin aplicarea unui depresiuni (vacuum) asupra camerelor de expansiune a aparatului din revendicarea 1.

