

(12) CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: a 2020 00250

(22) Data de depozit: 11/05/2020

(41) Data publicării cererii:
30/03/2021 BOPI nr. 3/2021

(71) Solicitant:
• BIROUAȘ IONUȚ-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:
• BIROUAȘ IONUȚ-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 EFECTUAREA
AUTOMATIZATĂ A TERAPIEI DE REABILITARE MEDICALĂ
PENTRU ARTICULAȚIA CARPIANĂ A MÂINII UMANE
UTILIZÂND ACTUATORI MOI

(57) Rezumat:

Invenția se referă la un aparat și la o metodă pentru efectuarea automatizată a terapiei de rehabilitare medicală a articulației carpiene a mâinii umane. Aparatul conform invenției este conceput pentru a fi atașat mâinii umane și cuprinde: doi actuatori (2, 3), două piese (4, 5) rigide de atașare pe brațul/mâna pacientului, două curele (6, 7) de fixare pentru piesele (4, 5) rigide și niște conducte (8, 9) pneumatice, câte una pentru fiecare actuator (2, 3), în care fiecare actuator (2, 3) este realizat cu mai multe camere (25) de expansiune, dispuse în serie una față de cealaltă, și o membrană (26) pe una din laturile actuatorului, formând o singură piesă, și este confecționat dintr-un material hiperelastic, fiecare actuator (2, 3) fiind prevăzut și cu câte un orificiu (29) pentru atașarea conductei (8, 9) pneumatice folosite pentru admiterea/evacuarea controlată a aerului, cu o anumită presiune, pentru a obține o deformare dorită a actuatorului astfel încât să se genereze mișcări de flexie/extensie, deviație ulnară și deviație radială a articulației carpiene a pacientului purtător al aparatului.

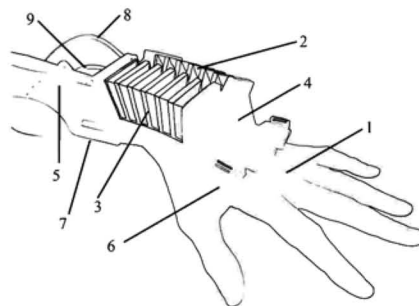


Fig. 1

Revendicări inițiale: 14
Revendicări amendate: 14
Figuri: 7

Cu începere de la data publicării cererii de brevet, cererea asigură, în mod provizoriu, solicitantului, protecția conferită potrivit dispozițiilor art.32 din Legea nr.64/1991, cu excepția cazurilor în care cererea de brevet de invenție a fost respinsă, retrasă sau considerată ca fiind retrasă. Întinderea protecției conferite de cererea de brevet de invenție este determinată de revendicările conținute în cererea publicată în conformitate cu art.23 alin.(1) - (3).



OFICIUL DE STAT PENTRU INVENȚII ȘI MĂRCI
Cerere de brevet de invenție
Nr. <i>a 22 0250</i>
Data depozit <i>11-05-2020</i>

42

**APARAT ȘI METODĂ PENTRU EFECTUAREA AUTOMATIZATĂ A
TERAPIEI DE REABILITARE MEDICALĂ PENTRU ARTICULAȚIA CARPIANĂ
A MĂINII UMANE UTILIZÂND ACTUATORI MOI**

Invenția se referă la un aparat și o metodă de tip orteză robotică, destinate punerii în mișcare a articulației carpiene a mâinii umane, în vederea efectuării exercițiilor de terapie ocupațională și reabilitare medicală în urma unei afecțiuni medicale de tip accident vascular cerebral (AVC). Aparatul este conceput pentru a genera mișcările care, fără existența sa, ar fi efectuate (asistate) de personalul specializat în domeniul reabilitării medicale. Aparatul îndeplinește aceste sarcini, înlocuind personalul specializat, prin utilizarea unor actuatori moi ce reproduc mișcarea naturală a mușchilor biologici. Aplicând o metodă de control, aparatul este capabil să efectueze mișcări complexe asupra articulației carpiene, mișcări care cuprind deviația radială (abducție), deviația ulnară (adducție), respectiv flexia și extensia.

În scopul efectuării exercițiilor de terapie ocupațională și reabilitare medicală în urma unei afecțiuni medicale este cunoscut un aparat (WO2018188480A1) de tip orteză robotică, care efectuează mișcări asupra mâinii, acționată fiind prin utilizarea unor actuatori moi. Aparatul în cauză are în componența sa o serie de actuatori moi, care produc o mișcare de încovoiere, fiind ranforsați cu o bandă flexibilă, dar nu elastică pe latura în care direcția deformării are loc. Un dezavantaj al acestui aparat îl constituie lipsa capacității de a efectua mișcări complexe ale articulației carpiene, fiind conceput doar pentru acționarea zonei degetelor mâinii pacinetului. Un alt dezavantaj îl constituie structura actuatorilor, care, la mișcarea degetelor nu au capacitatea de a se alungi longitudinal pe lungimea degetelor, datorită benzii flexibile de ranforsare, care nu este deformabilă longitudinal. Din această cauză apare o mișcare relativă nedorită între deget și actuator. Aceste dezavantaje sunt eliminate prin soluția adusă de propunerea de brevet de invenție, care implementează un sistem de acționare a articulației carpiene a mâinii utilizând doi actuatori moi care în momentul acționării au capacitatea de a se deforma simultan cu deformația tegumentului feței exterioare a articulației carpiene, pe lungimea ei, permițând astfel și alungirea longitudinală a actuatorilor în timpul încovoierii.

Este de asemenea cunoscut un aparat de tip orteză robotică, care efectuează exerciții de terapie ocupațională și reabilitare medicală în urma unei afecțiuni medicale (KR20180045558A), care utilizează un sistem pur mecanic, acționat de motoare electrice și transmisii mecanice convenționale. Un dezavantaj la acest aparat îl reprezintă complexitatea

ansamblului, care este mult mai ridicată, implicit necesitând un număr mare de componente, care determină o fiabilitate scăzută și respectiv un cost de producție a aparatului mult mai mare față de invenția propusă, care are o complexitate redusă și un număr redus de componente, datorită sistemului de acționare bazat pe actuatori moi. Un alt dezavantaj la acest aparat este dat de faptul că este necesară reglarea/reechiparea acestuia în funcție de antropometria mâinii utilizatorului, activități care nu sunt facil de realizat fiind nevoie de multe piese ajustate sau chiar construite special pentru unii pacienți, problemă care este eliminată de invenția prezentată, aceasta fiind adaptivă pentru o varietate largă de dimensiuni a mâinii datorită modului de fixare pe mână, natura moale a actuatorilor și geometria aparatului. Un alt dezavantaj este dat de faptul că deși se realizează mișcarea articulației carpiene, mișcarea se face doar pentru un singur grad de mobilitate a articulației carpiene, și anume flexia - extensia acesteia, cu lipsa mișcării de deviație ulnară și deviație radială, aceste lipsuri fiind eliminate prin soluția adusă de invenția propusă, care acționează două grade de mobilitate a articulației mâinii cuprinzând flexia – extensia cât și deviația ulnară - deviația radială.

Se cunoaște, de asemenea, un aparat (CN106078699A) menit efectuării exercițiilor de terapie ocupațională și reabilitare medicală în urma unei afecțiuni medicale, care utilizează un sistem pur mecanic asemănător cu al doilea aparat cunoscut (KR20180045558A). Un dezavantaj major în acest aparat este faptul că deși mecanismul are o articulație în zona carpiană pentru efectuarea mișcării de flexie și extensie, acesta nu are un mod de acționare a acestei cuple, articulația fiind neacționată și complet pasivă. Un al doilea dezavantaj la acest aparat este lipsa mișcării de deviație ulnară și deviație radială a articulației carpiene.

Problema tehnică pe care o rezolvă invenția se referă la înlocuirea personalului specializat în efectuarea de terapie ocupațională și reabilitare medicală, prin automatizarea metodei de realizare a exercițiilor de terapie ocupațională și reabilitare medicală efectuate pentru articulația carpiană a mâinii umane utilizând un aparat de tip orteză robotică.

Soluția tehnică a invenției constă în aceea că aparatul (orteza robotică) acționează articulația biologică carpiană a mâinii umane, pentru a genera mișcarea complexă a articulației, rezultând astfel o metodă nouă de terapie ocupațională și reabilitare medicală în urma unei afecțiuni medicale de tip accident vascular cerebral (AVC), prin utilizarea unui aparat nou de tip orteză robotică, acționat cu ajutorul unor actuatori moi – concepuți și realizați de către autori - care generează mișcarea programată, prin alimentarea controlată a camerelor de expansiune a actuatorilor cu aer comprimat, astfel încât să rezulte mișcările dorite de deviație ulnară, deviație radială, flexie și extensie.

Se dă, în continuare un exemplu de realizare a invenției, în legătură cu figurile 1...7, care reprezintă:

- Figura 1. Exemplu de realizare a aparatului în vedere isometrică montat pe mâna pacientului.
- Figura 2. Dispunerea actuatorilor în vedere isometrică, explodată și vedere frontală a suprafețelor de interfațare a componentelor rigide cu cele a actuatorilor.
- Figura 3. a-b. Aparatul montat pe mâna pacientului în poziția normală a articulației carpiene.
- Figura 4. a-d. Reprezentarea actuatorului moale aflat în poziția de repaus.
- Figura 5. a-b. Reprezentarea actuatorului în faza de încovoiere.
- Figura 6. a-b. Metoda de efectuare a mișcării de flexie a articulației carpiene cu ajutorul aparatului.
- Figura 7. a-b. Metoda de efectuare simultană a mișcărilor de flexie și deviație ulnară și radială a articulației carpiene cu ajutorul aparatului.

Aparatul realizat conform ilustrației din figura 1 este conceput să fie atașat mâinii umane (1) și să cuprindă în componența sa doi actuatori (2-3), două piese rigide de atașare pe brațul/mâna pacientului (4-5), două curele de fixare (6-7) pentru piesele rigide (4-5), una pentru fiecare piesă rigidă și conducte pneumatice (8-9), una pentru fiecare actuator.

Metoda de dispunere a actuatorilor în cadrul ansamblului, situație prezentată în figura 2, constă în fixarea extremităților (10-13) acestora pe cele două piese rigide de legătură (14-15) din componența aparatului, astfel încât planele în care actuatorii se deformează (încovoie) să se intersecteze (16) și să formeze un unghi ascuțit. Aparatul va fi atașat brațului pacientului (17), conform figurii 3, cu zona actuatorilor (18-19) dispusă deasupra regiunii articulației carpiene (20), cu ajutorul a două piese rigide fixate prin intermediul unor curele de fixare (23-24), una din piese făcând legătură cu zona metacarpiană a mâinii (21) și cea de-a doua cu zona antebrațului mâinii (22). Cele două piese (21-22) sunt montate ferm cu cei doi actuatori prin intermediul unui adeziv sau a unei metode de constrângere mecanică. Curelele de fixare (23-24) a aparatului fixează și constrâng mâna pacientului în aparat.

Actuatorii moi din componența aparatului sunt reprezentați în figura 4, aceștia sunt realizați cu mai multe camere de expansiune (25) și o membrană (26) pe una dintre laturile actuatorului, toate acestea fiind corp comun, format dintr-o singură piesă (27) și confecționate din materiale ce au proprietăți deformabile elastice, care se încadrează în clasa de materiale hiperelastice. Camerele sunt dispuse înseriate una față de cealaltă, având legături de trecere între acestea (28) pentru a distribui aerul în toate camerele de expansiune. Actuatorul este

prevăzut cu un orificiu (29) unde se atașează un tub pneumatic, care este folosit pentru accesul/evacuarea controlată a presiunii aerului aplicat în camerele de expansiune (30), pentru a obține deformarea dorită a actuatorului – situație exemplificată în figura 5. În momentul când se îndeplinește condiția de egalitate de presiune între camerele de expansiune și mediul înconjurător, camerele de expansiune vor fi în poziția de repaus conform figurii 3, caz în care nu există deformare a camerelor de expansiune și care corespunde cu poziția normală a articulației carpiene în cazul utilizării în componența aparatului.

Conform reprezentării din figura 5, în momentul în care presiunea din interiorul camerelor de expansiune (30) este mai mare decât presiunea mediului înconjurător (31) acestea trec în faza de expansiune, când prin deformarea elastică a camerelor și prin constrângerea generată de membrana laterală (32) se obține o deformare controlată de tip încovoiere, respectiv încovoiere cu răsucire a actuatorului. Deformările actuatorului depind de caracteristicile constructive ale camerelor de expansiune (33) (material, geometrie, etc), de presiunea aerului din actuatori, respectiv de rezistența opusă de mâna pacientului.

În vederea realizării mișcării de flexie a articulației carpiene, exemplificată în figura 6, se aplică o presiune a aerului admis prin intermediul conductelor (33) ambilor actuatori, în mod egal, obținându-se astfel amplitudinea sau unghiul de flexie (34) a aparatului în vederea punerii în mișcare a articulației (35).

În scopul realizării mișcărilor de deviere ulnară a articulației carpiene se utilizează metoda prezentată în figura 7-A, la care, prin aplicarea a unei presiuni pe conducta (36) se controlează actuatorul din partea stângă (37) a aparatului, obținându-se simultan o variație în amplitudine a flexiei și a unghiului de deviere ulnară (38), care pot fi controlate prin presiunea aplicată. În mod similar pentru scopul realizării mișcării de deviere radială a articulației se utilizează metoda prezentată în figura 7-B, la care, prin aplicarea a unei presiuni pe conducta (39) se controlează actuatorul din partea stângă (40) a aparatului, obținându-se simultan o variație în amplitudine a flexiei și a unghiului de deviere radială (41), care pot fi controlate prin presiunea aplicată. Punând în aplicare metodele menționate se pot obține o gamă largă de exerciții de reabilitare pentru zona articulației carpiene modificând în mod controlat presiunile celor doi actuatori.

Prin aplicarea invenției, se obțin următoarele avantaje:

- Simplitate constructivă cu număr redus de componente.
- Cost redus de producție.
- Adaptabilitate dimensională pentru o gamă largă de pacienți.

- Aplicabilitate în numeroase spitale în secția de recuperare, ortopedie și terapie ocupațională.
- Posibilitate de utilizare de către pacient în propria locuință.
- Acționarea a două grade de mobilitate a articulației carpiene.
- Posibilitatea de efectuare a exercițiilor complexe de recuperare și terapie ocupațională pentru articulația carpiană.
- Posibilitatea utilizării aparatului și metodei și la alte articulații ale membrilor umane, prin utilizarea unei soluții constructive specifice articulației respective.

FIȘA BIBLIOGRAFICĂ

Nr.	Lucrări din stadiul tehnicii cunoscute
1.	WO2018188480A1
2.	KR20180045558A
3.	CN106078699A

REVENDICĂRI

1. Aparat și metodă pentru efectuarea automatizată a terapiei de reabilitare medicală pentru articulația carpiană a mâinii umane utilizând actuatori moi, caracterizat prin aceea că:
 - Efectuează exerciții fără nevoia intervenției unei persoane specializate în domeniul efectuării exercițiilor de terapie ocupațională și reabilitare medicală.
 - Are în componența aparatului cel puțin un actuator de natură moale (2-3), care pune/pun în mișcare articulația pacientului.
 - Are în componența aparatului cel puțin o componentă rigidă de fixare pentru fiecare extremitate care se fixează pe elementele brațului care formează articulația pacientului (4-5).
2. Actuatorii din componența aparatului din revendicarea 1 sunt compuși dintr-o singură piesă fabricată din material moale, elastic cu una sau o multitudine de cavități interioare înseriate pe lungimea actuatorului.
3. Actuatorii din componența aparatului din revendicarea 1 produc o mișcare de încovoiere axială față de lungimea aparatului la aplicarea unei presiuni sau depresiuni prin conductele de control.
4. Actuatorii din componența aparatului din revendicarea 1 au minim o latură plan-paralelă cu axa lor, pe care se află o membrană de constrângere (26) a deformării actuatorului în vederea producerii mișcării de încovoiere conform revendicării 3.
5. Actuatori din componența aparatului din revendicarea 1, în momentul acționării au capacitatea de a se deforma simultan cu deformația tegumentului feței exterioare a articulației carpiene, pe lungimea ei, permițând astfel și alungirea longitudinală a actuatorilor în timpul încovoierii, datorită elasticității membranei, conform revendicării 2 și 4.
6. Actuatorii din componența aparatului din revendicarea 1 au una sau multiple căi de intrare / ieșire a presiuni sau depresiunii ce controlează încovoierea actuatorilor.
7. Atașarea aparatului din revendicarea 1 pe brațul pacinetului se poate face prin utilizarea unor curele fixe sau ajustabile ce sunt montate pe piesele rigide (6-7).
8. Fabricarea actuatorilor din componența aparatului din revendicarea 1 se poate face printr-un proces de matrițare prin turnare sau injecție a întregii piese sau a mai multor piese care ulterior sunt unite pentru a forma corpul comun al actuatorului.

9. Confecționarea actuatorilor din componența aparatului din revendicarea 1 se face din materiale ce au proprietăți deformabile elastice ce se încadrează în clasa de materiale hiperelastice precum cauciuc, latex și orice material de tip polimer.
10. Se pot utiliza mai mulți actuatori conform revendicării 2-5 aplicând revendicarea 6 pentru a obține mișcări complexe precum mișcarea articulațiilor membrilor corpului uman ce au două sau mai multe grade de mobilitate cum ar fi articulația carpiană, a genunchiului, a cotului și a gleznei.
11. Metoda de efectuare automatizată a exercițiilor de terapie ocupațională și reabilitare medicală utilizând aparatul pentru acționarea articulației carpiene a mâinii umane este caracterizat prin aceea că:
 - Controlul proporțional al presiunii în cei doi actuatori (18-19) produce mișcări asupra articulației pacientului.
 - Aplicarea unei presiuni egale la cei doi actuatori și mai mare decât presiunea mediului înconjurător va determina încovoierea actuatorilor și implicit flexia articulației pacientului.
 - Aplicarea unei presiuni egale la cei doi actuatori și egală cu presiunea mediului înconjurător va determina actuatorii să revină sau să rămână în poziția inițială și implicit extensia articulației pacientului.
 - Aplicarea unei presiuni mai mare decât a mediului înconjurător doar la un actuator va determina o mișcare de flexie, combinată cu o deviere a articulației carpiene de tip deviere ulnară sau deviere radială în funcție de actuatorul presurizat.
12. Metoda de efectuare automatizată a exercițiilor de terapie ocupațională și reabilitare medicală din revendicarea 11, utilizează aparatul din revendicarea 1, putând genera mișcări complexe asupra articulației carpiene, mișcări care cuprind deviația radială (abducție), deviația ulnară (adducție), respectiv flexia și extensia.
13. Aplicând metoda de efectuare automatizată a exercițiilor de terapie ocupațională și reabilitare medicală din revendicările 11 și 12, utilizând aparatul din revendicarea 1, se pot efectua exerciții de terapie ocupațională și reabilitare medicală fără prezența personalului specializat în domeniul reabilitării medicale.
14. Metoda de reabilitare din revendicarea 11, aplicată utilizând aparatul din revendicarea 1, asistă la redobândirea abilității de mișcare a articulației carpiene umane în urma unei afecțiuni medicale de tip accident vascular cerebral (AVC) prin crearea de noi conexiuni neuronale la nivelul creierului, reînvățând și antrenând creierul să folosească alte căi pentru controlarea mișcării articulației carpiene.

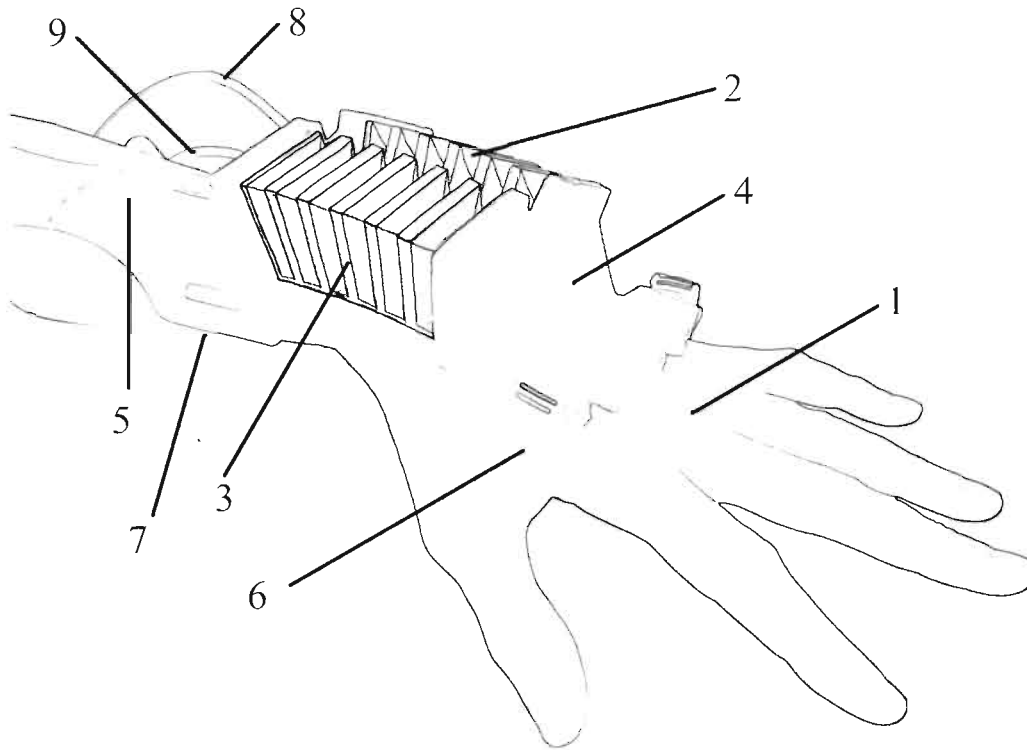


Fig. 1 Exemplu de realizare a aparatului în vedere isometrică montat pe mâna pacinetului.

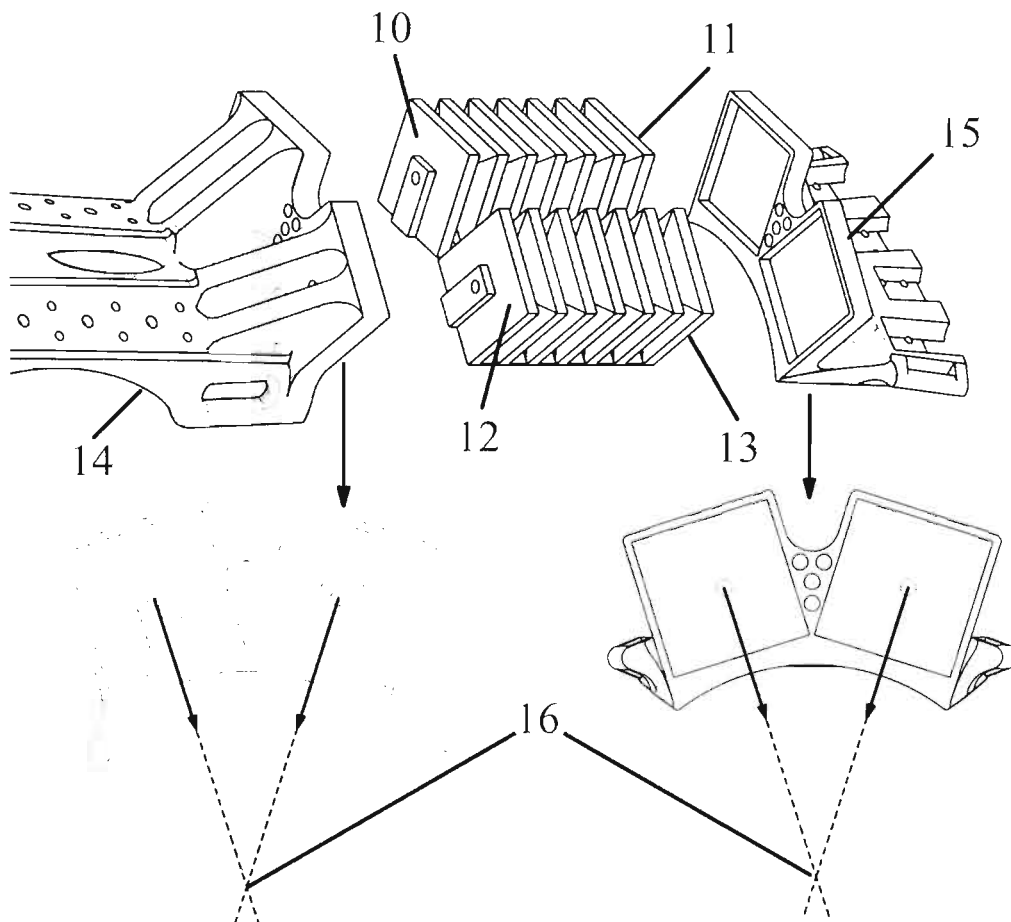
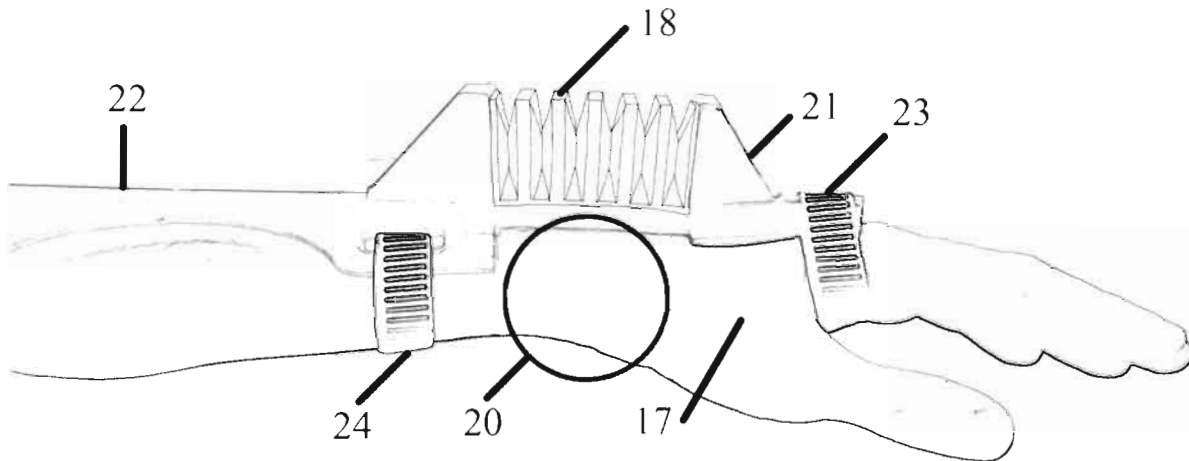
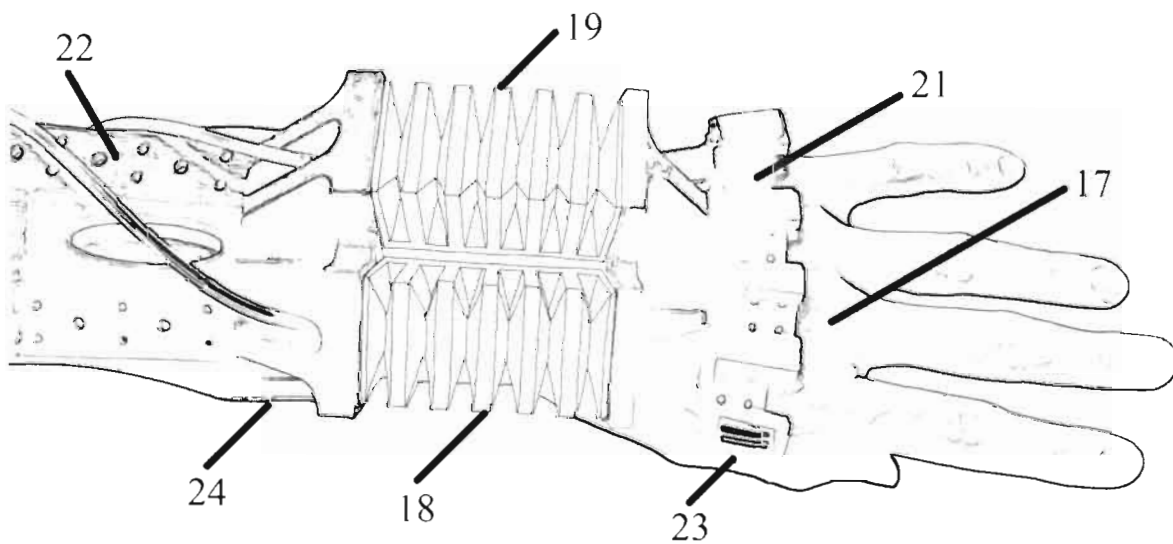


Fig. 2. Dispunerea actuatorilor în vedere isometrică explodată și vedere frontală a suprafețelor de interfațare a componentelor rigide cu cele a actuatorilor.

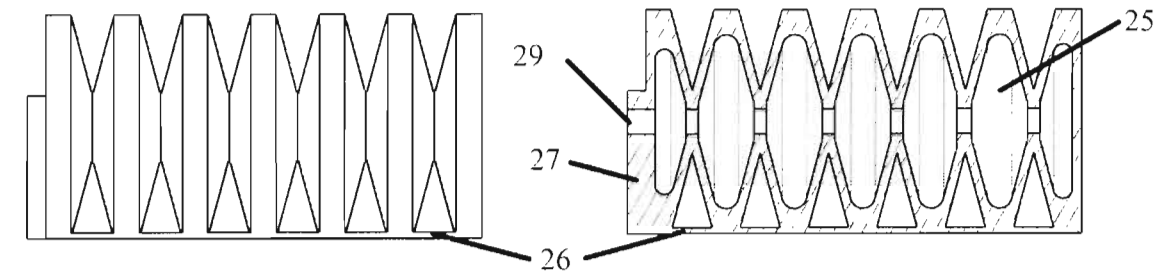


A. Vedere laterală a aparatului montat pe mâna purtătorului.



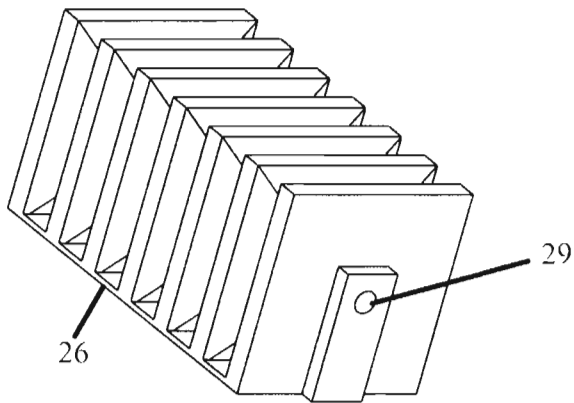
B. Vedere deasupra aparatului montat pe mâna purtătorului.

Fig. 3. Aparatul montat pe mâna purtătorului pacientului în poziția normală a articulației carpiene.

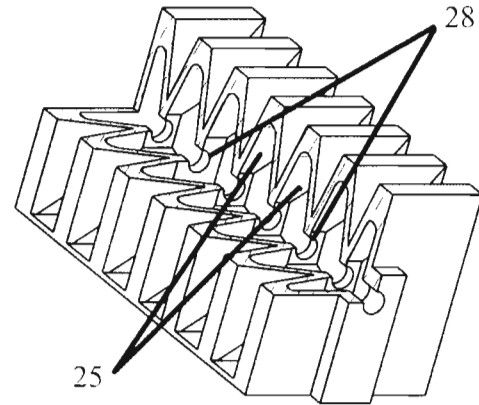


a) Vedere laterală actuator moale aflat în poziția de repaus.

b) Vedere laterală în secțiune a actuatorului aflat în poziția de repaus.

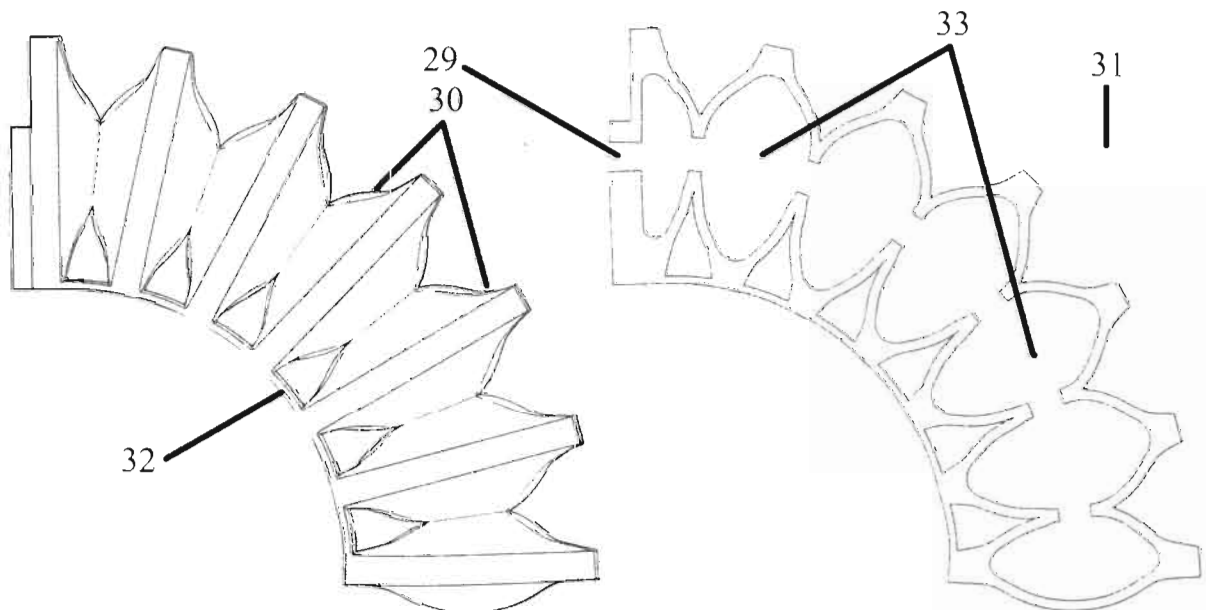


c) Vedere isometrică a actuatorului aflat în poziția de repaus.



d) Vedere isometrică secționată a actuatorului aflat în poziția de repaus.

Fig. 4. Reprezentarea actuatorului moale aflat în poziția de repaus.



a) Vedere laterală a actuatorului în faza de expansiune.

b) Vedere laterală a actuatorului secționat în faza de expansiune.

Fig. 5. Reprezentarea actuatorului în faza de încovoiere.

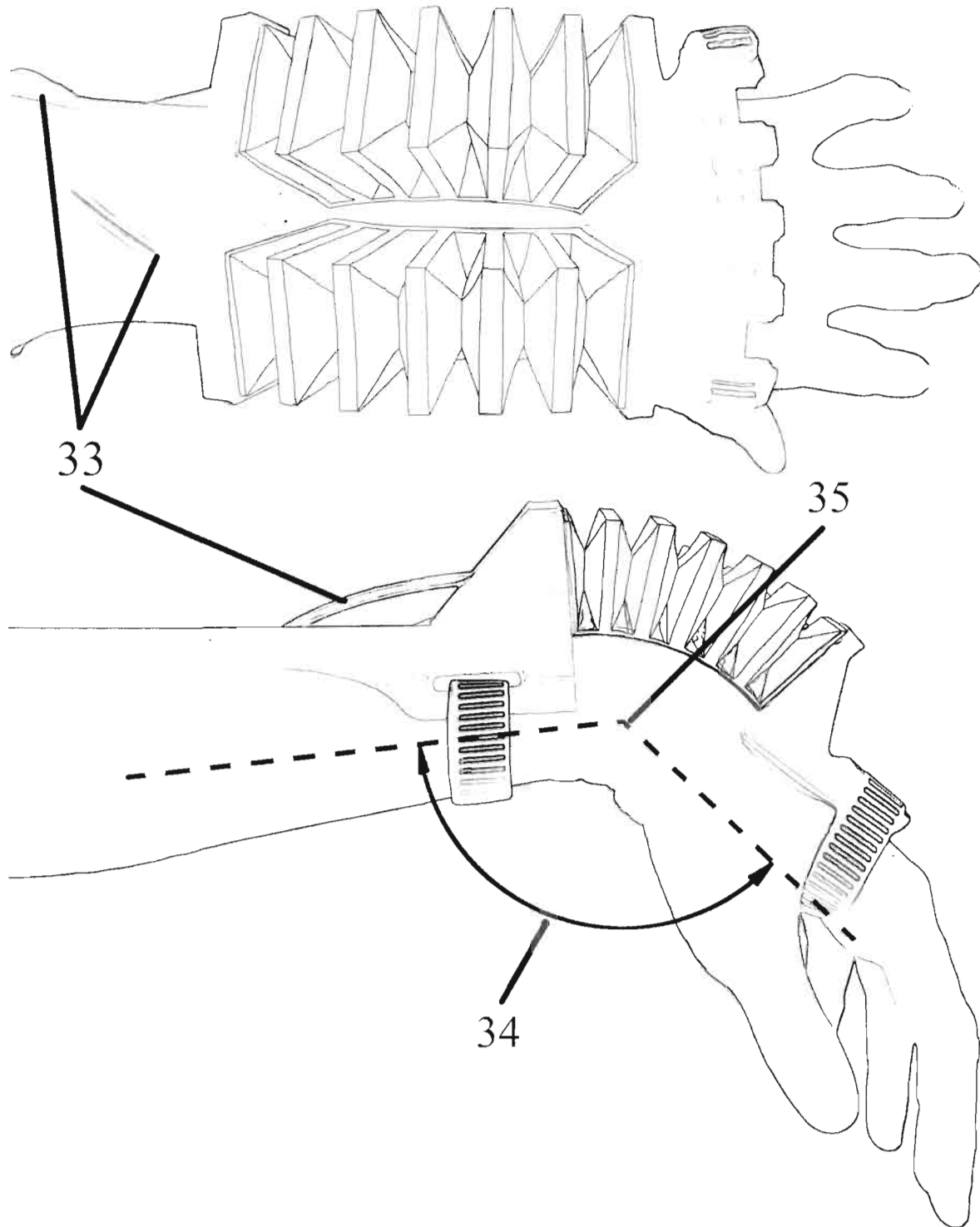
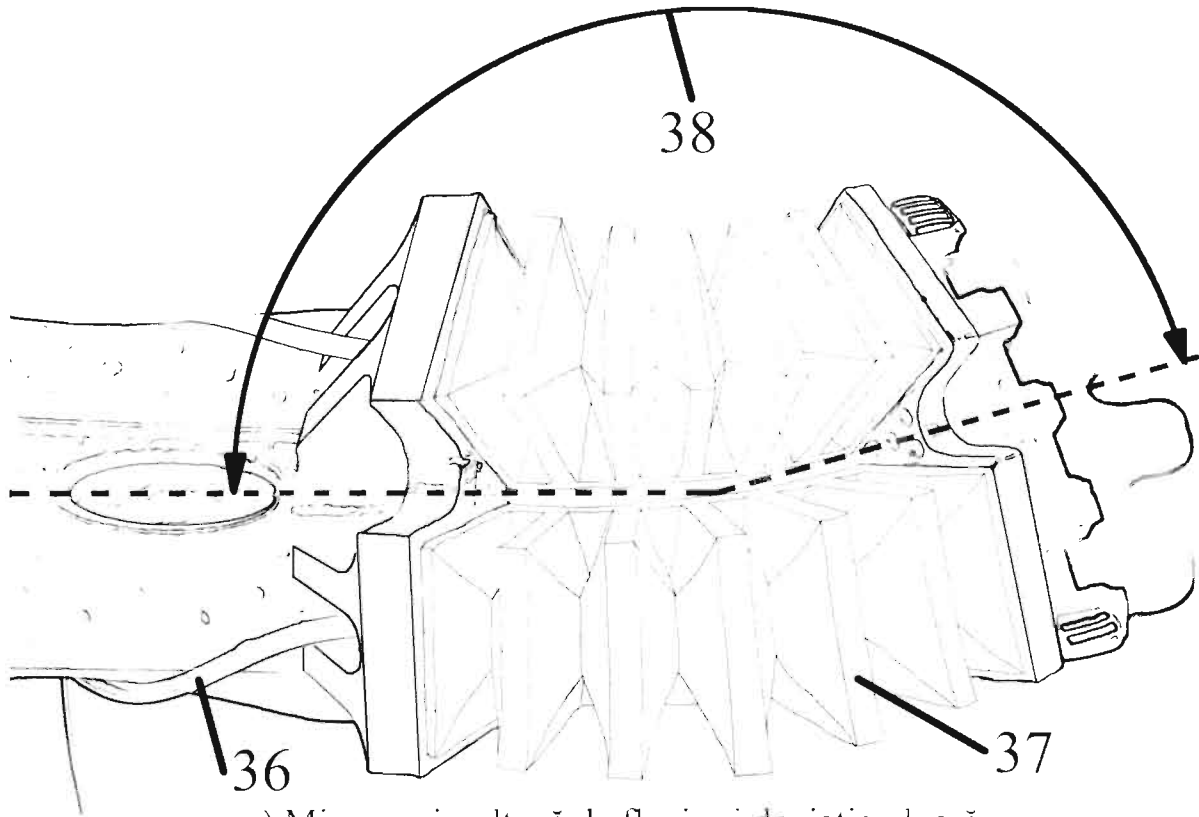
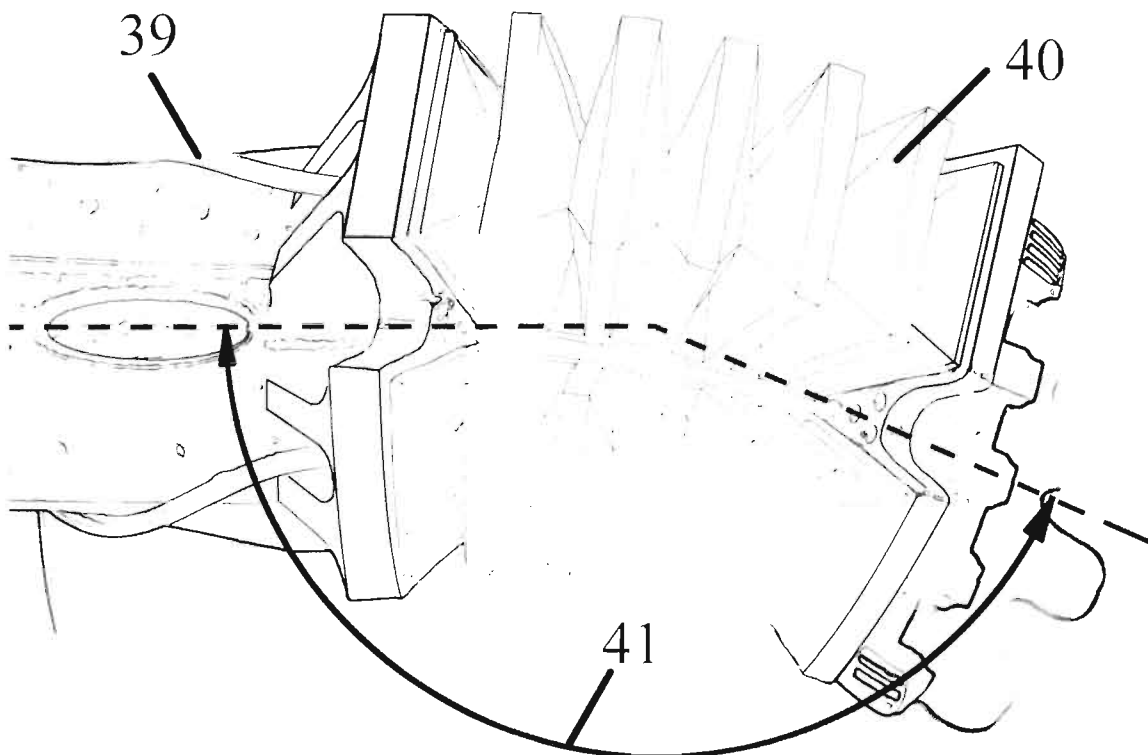


Fig. 6. Metoda de efectuare a mișcării de flexie a articulației carpiene cu ajutorul aparatului.



a) Mișcare simultană de flexie și deviație ulnară.

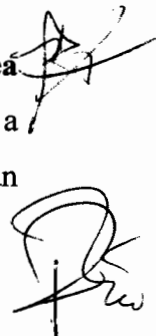


b) Mișcare simultană de flexie și deviație radială.

Fig. 7 Metoda de efectuare simultană a mișcărilor de flexie și deviație ulnară și radială a articulației carpiene cu ajutorul aparatului

REVENDICĂRI

1. Aparat pentru efectuarea automatizată a terapiei de reabilitare medicală pentru articulația carpiană a mâinii umane utilizând actuatori moi, **caracterizat prin aceea că** are în componența sa cel puțin un actuator de natură moale (2-3), care pune/pun în mișcare articulația pacientului, are în componența aparatului cel puțin o componentă rigidă de fixare pentru fiecare extremitate care se fixează pe elementele brațului/mâinii ce formează articulația pacientului (4-5), iar prin controlarea presiunii/depresiunii aplicate actuatorilor, generează mișcări complexe ale articulației pacientului materializate prin deviația radială (abducție), deviația ulnară (adducție), respectiv flexie și extensie.
2. Actuatorii din componența aparatului **conform revendicării 1, caracterizați prin aceea că** sunt compuși dintr-o singură piesă fabricată din material moale, elastic cu una sau o multitudine de cavități interioare înseriate pe lungimea actuatorului.
3. Actuatorii din componența aparatului **conform revendicării 1, caracterizați prin aceea că** produc o mișcare de încovoiere axială față de lungimea aparatului la aplicarea unei presiuni sau depresiuni prin conductele de control.
4. Actuatorii din componența aparatului **conform revendicării 1, caracterizați prin aceea că** au minim o latură plan-paralelă cu axa lor, pe care se află o membrană de constrângere (26) a deformării actuatorului, în vederea producerii mișcării de încovoiere conform revendicării 3.
5. Actuatorii din componența aparatului **conform revendicărilor 1, 2 și 4 caracterizați prin aceea că**, în momentul acționării au capabilitatea de a se deforma simultan cu deformația tegumentului feței exterioare a articulației carpiene, pe lungimea ei, permițând astfel și alungirea longitudinală a actuatorilor în timpul încovoierii, datorită elasticității membranei, conform revendicărilor 2 și 4.
6. Actuatorii din componența aparatului **conform revendicărilor 1, caracterizați prin aceea că** au una sau multiple căi de intrare / ieșire a aerului sub presiune / depresurizat, care controlează încovoierea actuatorilor.
7. Aparatul **conform revendicărilor 1, caracterizat prin aceea că** atașarea pe brațul pacientului se poate face prin utilizarea unor curele fixe sau ajustabile care sunt montate pe piesele rigide (6-7).
8. Actuatorii din componența aparatului **conform revendicărilor 1, caracterizat prin aceea că** se pot fabrica printr-un proces de tehnologic de formare precum turnare sau injecție a întregii piese sau a mai multor piese care ulterior sunt unite pentru a forma corpul comun al actuatorului, precum și prin imprimare 3D.



9. Actuatorii din componența aparatului **conform revendicărilor 1, caracterizat prin aceea că** sunt confecționați din materiale care au proprietăți deformabile elastice ce se încadrează în clasa de materiale hiperelastice precum cauciuc, latex și orice material hiperelastic de tip polimer.
10. Se pot utiliza mai mulți actuatori **conform revendicării 2-5 aplicând revendicarea 6** pentru a obține mișcări complexe precum mișcarea articulațiilor membrelor corpului uman care au două sau mai multe grade de mobilitate, cum ar fi articulația carpiană, a genunchiului, a cotului și a gleznei.
11. Metoda de efectuare automatizată a exercițiilor de terapie ocupațională și reabilitare medicală pentru mâna umană este **caracterizată prin aceea că** are următoarele etape: mâna pacientului este montată în aparatul inovator (fig. 1), se aplică presiuni egale la cei doi actuatori (2-3) și mai mari decât presiunea mediului înconjurător pentru a determina încovoierea actuatorilor și implicit flexia articulației pacientului, se aplică o presiune mai mare decât a mediului înconjurător doar la un actuator pentru a determina o mișcare de flexie, combinată cu o deviere a articulației carpiene de tip deviere ulnară sau deviere radială în funcție de actuatorul presurizat; ca rezultat al acestor mișcări repetate în mod automat se creează noi legături neuronale în zona creierului dedicată sistemului motoriu, pentru pacienții care au suferit un atac vascular cerebral, astfel creierul este stimulat și antrenat să folosească alte căi pentru controlul mișcării articulației carpiene.
12. Metoda **conform revendicării 11, caracterizată prin aceea că**, prin aplicarea ei sunt generate mișcări complexe care reproduc funcționalitatea, traiectoria, complianța și mișcărilor normale ale articulației carpiene a mâinii umane.
13. Metoda **conform revendicării 11, caracterizată prin aceea că**, prin aplicarea ei sunt efectuate exerciții de terapie ocupațională și reabilitare medicală fără prezența personalului specializat în domeniul reabilitării medicale.
14. Metoda **conform revendicării 11, caracterizată prin aceea că**, prin aplicare ei sunt efectuate exerciții de terapie ocupațională și reabilitare medicală pentru pacienți cu o gamă largă de spasticitate, unde rezistența opusă de către mușchii pacientului la exercițiile de mișcare este contracarată de către actuatorii moi ai aparatului inovator (fig. 1) printr-un control proporțional al presiunii / depresiunii aplicate actuatorilor.

