

(12) CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: a 2014 00856

(22) Data de depozit: 13/11/2014

(41) Data publicării cererii:  
30/06/2016 BOPI nr. 6/2016

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

(72) Inventatori:  
• MANDRU SILVIU DAN,  
STR. MOGOȘOAIA NR. 1, AP. 39,  
CLUJ-NAPOCA, CJ, RO;  
• CHETRAN BENIAMIN, STR. TĂȘNAD  
NR. 23, AP. 25, CLUJ-NAPOCA, CJ, RO;  
• NOVEANU SIMONA, STR. PARÂNG  
NR.10, AP.44, CLUJ-NAPOCA, CJ, RO;  
• TĂTAR OLIMPIU MIHAI, STR. BÂRSEI  
NR. 5, AP. 41, CLUJ- NAPOCA, CJ, RO

(54) EXOSCHELET MODULAR CU APLICAȚII ÎN RECUPERARE  
PENTRU MEMBRUL SUPERIOR

(57) Rezumat:

Invenția se referă la un exoschelet adaptabil la diferite dimensiuni antropometrice ale potențialilor utilizatori, având o structură modulară, care permite dezvoltarea unei familii de exoschelete, în condițiile unor posibilități de modificare a parametrilor specifici mobilizărilor pasive, destinat, astfel, unei game variate de exerciții pentru recuperarea funcțiilor membrului superior. Exoscheletul conform invenției are în componență niște motoare (1, 1' și 1'') pentru asigurarea celor trei mișcări anatomice la nivelul articulației umărului, un alt motor (1''') pentru flexia-extensia antebrăzului din articulația cotului, și niște motoare (3 și 4) pentru abducția, adducția și, respectiv, pentru flexia-extensia mâinii din încheietura mâinii, mișcarea fiind transmisă de la motoare (1, 1', 1'', 1''', 3 și 4) la elementele solidarizate cu membrul superior, prin intermediul unor reductoare (2, 2', 2'', 2''') pentru fiecare motor (1, 1', 1'' sau 1''') din articulațiile umărului și cotului, precum și niște elemente (11, 10, 9, 6 și 5) reglabile pentru umăr, braț, antebrăț și mână, și niște elemente (8 și 7) profilate, pentru fixarea sigură a exoscheletului la nivelul brațului și antebrăzului, prin comanda adecvată a motoarelor (1, 1', 1'', 1''', 3 și 4), acestea antrenând în mișcare elementele solidarizate de diferitele segmente ale membrului superior, mobilizând pasiv membrul superior, cu posibilitatea modificării parametrilor specifici exercițiilor.

Revendicări: 4  
Figuri: 5

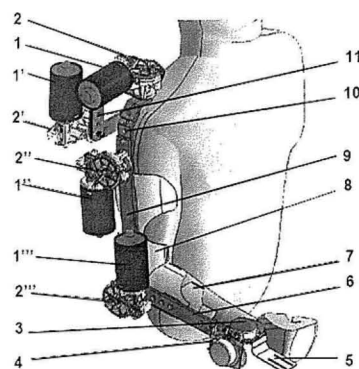


Fig. 1



## EXOSCHELET MODULAR CU APLICAȚII ÎN RECUPERARE PENTRU MEMBRUL SUPERIOR

Invenția se referă la un sistem robotizat de tip exoschelet, având o structură modulară, adaptabil la diferite dimensiuni antropometrice ale potențialilor utilizatori, ce oferă posibilități de modificare a unor parametri specifici exercițiilor de reabilitare, destinat astfel unei game variate de exerciții pentru recuperarea funcțiilor membrului superior uman.

În scopul recuperării funcțiilor membrului superior, se cunosc numeroase soluții de realizare a unor sisteme robotizate, în general, și a unor sisteme de tip exoschelet, în particular. Acestea au rolul de a favoriza efectuarea unor exerciții specifice, ce presupun o anumită succesiune de mișcări pasive și/sau active ale diferitelor segmente ale membrului superior, cu posibilitatea de a modifica și controla parametri exercițiilor. Unele din acestea au capacitatea de a monitoriza o serie de parametri biomecanici, cum ar fi poziția, traiectoria, amplitudinea de mișcare a diferitelor segmente anatomice, viteza și accelerația lor, forța musculară, intensitatea semnalelor mioelectrice, etc. [MAN07], [RUS06], [KIK09], [STO08], [STE08], [MAH03], [TEU06]. În general, procesul de recuperare vizează redobândirea mobilității articulare, reducerea forțelor date de țesuturile spasticizate, acționarea involuntară a mușchilor antagoniști sau de atonia mușchiilor agoniști, cel mai frecvent, în urma atacurilor vasculare cerebrale, [KAH06], [ROB10], [REI01], [REI99], [ARZ05], [COL05].

Unul din sistemele care se adresează articulațiilor umărului și cotului (ARMin Robot), permite mișcări de abducție-adducție și rotație internă-externă ale brațului, precum și flexia-extensia antebrățului, având la bază un mecanism cu șase grade de mobilitate din care doar patru sunt active în timpul funcționării iar două sunt utilizate pentru reglaj, [NEF06]. Acest sistem este de tipul unui semi-exoschelet oferind avantajul unui feedback audio-vizual pentru mișcările efectuate. Unul din dezavantajele lui constă în faptul că nu permite mișcări de proiecție înainte-înapoi a brațului în articulația umărului și nici mișcările mâinii din articulația gâtului mâinii.

Exoscheletul cu șapte grade de libertate CADEN7, [PER06], la care mișcările anatomice ce pot fi realizate sunt: abducție-adducție, flexie-extensie, rotație internă-externă a brațului din articulația umărului, flexia-extensia antebrățului, pronația-supinația, flexia- extensia și abducția-adducția mâinii. CADEN7 nu este reconfigurabil astfel ca nu poate fi utilizat pentru exerciții de recuperare la nivelul ambelor membre superioare. Exoscheletul este acționat de un sistem de transmisie prin cablu, astfel reducându-se gabaritul și inertia sistemului, trei motoare sunt montate pe elementele mecanismului și patru

motoare sunt montate pe batiu. Pentru determinarea poziției sunt utilizate potențiometre amplasate în cuplele cinematice și encodere amplasate pe axele motoarelor.

În US Patent 0097269 A1 / 2008 este descris un sistem destinat exercițiilor active cu rezistență la nivelul genunchiului. Structura sistemului este asemănătoare cu cea a unei orteze. Sistemul de frânare, cel care dezvoltă cuplul rezistent în articulație, este realizat pe bază fluide electrorheologice.

Alte exemple de exoschelete pentru membrul superior sunt prezentate în [VER10], [BRA09], [CAS06], [FUR00], [TUI12]. Dezavantajul major al acestor exoschelete este reprezentat de faptul că sunt concepute special pentru o anumită aplicație, în concordanță cu cerințele specifice unor pacienți, astfel că neavând o structură modulară și în condițiile unor posibilități reduse de reglare a parametrilor exercițiilor, sunt limitate posibilitățile de utilizare de către un număr mai mare de utilizatori, pentru o gamă mai diversificată de afecțiuni.

Problema tehnică pe care o rezolvă invenția de față constă în realizarea unui exoschelet pentru întregul membru superior, având o structură modulară, cu elemente de reglaj pentru adaptare la diferite dimensiuni antropometrice, cu mișcări ce corespund mișcărilor anatomice la nivelul articulațiilor umărului, cotului și încheieturii mâinii, permițând efectuarea unor exerciții variate, ce pot fi adaptate la cerințele fiecărui utilizator.

Exoscheletul pentru membrul superior uman, conform invenției, înlătură dezavantajele prezentate anterior, fiind realizat modular, cu elemente de reglaj pentru adaptare la diferite dimensiuni antropometrice, în funcție de caracteristicile pacientului, oferind posibilități de modificare a unor parametri specifici exercițiilor de recuperare (poziție de start, poziție de stop, succesiunea mișcărilor, amplitudinea mișcărilor, viteza și accelerația mișcărilor, durata intervalelor de pauză, etc).

Structura mecanică are rolul de a susține greutatea segmentelor membrului superior uman și a întregului sistem de tip exoschelet, asigurând mobilizarea pasivă a brațului, antebrațului, mâinii sau a întregului membru superior, în concordanță cu cerințele exercițiilor derulate. Actuatorii sunt atașați în cuplele ce corespund articulațiilor membrului superior (umăr, cot, încheietura mâinii) și au rolul de a realiza mișcarea specifică fiecărui segment, mișcarea fiind transmisă prin intermediul unor reductoare care asigură viteze de mobilizare apropiate de cele ale mișcărilor naturale și amplifică cuplul motor. Pentru realizarea exercițiilor active cu rezistență se pot conecta sisteme de frânare ce asigură cuplurile rezistente necesare. Ideea inovatoare este pusă în evidență prin faptul că modularizarea se face astfel încât să asigure o variabilitate cât mai mare de nivele de recuperare, pentru exerciții pasive și active, în condiții de adaptare la dimensiunile antropometrice ale fiecărui utilizator și cu reglarea parametrilor



specificali exercițiilor efectuate.

Se dă în continuare un exemplu de realizare a invenției, în legătură cu figurile 1, 2, 3, 4 și 5, care reprezintă:

- figura 1, vedere a exoscheletului pentru întreg membrul superior;
- figura 2, vedere a modulului pentru articulația umărului și braț;
- figura 3, vedere a modulului pentru articulația cotului și antebraț;
- figura 4, vedere a modulelor pentru articulația cotului - antebraț și pentru încheietura mâinii;
- figura 5, vedere a modulului pentru încheietura mâinii.

Sistemul propus are o structură modulară ce permite configurarea lui pentru anumite articulații și segmente de interes sau pentru întregul membru superior. Astfel, în figura 1 este prezentat exoscheletul pentru întreg membrul superior, având în componență elementele de acționare (motoarele) pentru asigurarea celor trei mișcări anatomice la nivelul articulației umărului (1, 1', 1''), pentru flexia-extensta antebrațului din articulația cotului (1''') și pentru abducția-adducția, respectiv flexia-extensia mâinii din încheietura mâinii (3, 4). Mișcarea este transmisă de la motoare, la elementele solidarizate cu membrul superior, prin intermediul reductoarelor pentru fiecare motor pentru articulațiile umărului (2, 2', 2'') și a cotului (2'''). Exoscheletul include în structura sa elementele reglabile pentru umăr (11, 10), braț (9), antebraț (6) și mână (5). Pentru o fixare sigură a exoscheletului la nivelul brațului și antebrațului se utilizează elementele profilate (8), respectiv (7). Prin comanda adecvată a motoarelor, acestea antrenează în mișcare elementele solidarizate de diferitele segmente ale membrului superior, mobilizând pasiv membrul superior, cu posibilitatea modificării poziției de start, a amplitudinii și vitezei de mobilizare, impunând o anumită succesiune a mișcărilor și o cadență de repetare.

Pentru cazurile în care sunt vizate doar anumite segmente ale membrului superior, pe baza modulelor descrise mai sus, se pot realiza exoschelete parțiale, așa cum sunt cele prezentate în Figurile 2, 3, 4 și 5, în care notațiile au aceeași semnificație ca și mai sus. Figura 3 reprezintă exoscheletul ce conține doar modulul pentru umăr, cu rol de mobilizare pasivă a brațului la nivelul articulației umărului. Figura 4 reprezintă exoscheletul ce conține doar modulul pentru cot, cu rol de mobilizare pasivă a antebrațului la nivelul articulației cotului. La acest modul, în Figura 4 este adăugat cel destinat mobilizării pasive a mâinii din articulația încheieturii mâinii. Acest ultim modul, este prezentat separat în Figura 5. Prin combinarea judicioasă a modulelor, se pot obține și alte variante, în funcție de nevoile de mobilizare pasivă specifice fiecărui utilizator. Pentru derularea exercițiilor de recuperare ce presupun mobilizări active cu rezistență, în articulațiile exoscheletului se pot atașa sisteme de frânare care să asigure cuplurile rezistente necesare.



Prin aplicarea invenției, se obțin următoarele avantaje:

- structură modulară a exoscheletului pentru întreg membrul superior, ce permite dezvoltarea unei familii de exoschelete, funcție de articulațiile și segmentele de interes pentru fiecare utilizator;

- elemente de reglaj ce conferă exoscheletului posibilități de adaptare la dimensiunile antropometrice diferite ale utilizatorilor;

- flexibilitate și diversitate a mobilizărilor prin modificarea parametrilor caracteristici exercițiilor de recuperare: poziția de start, poziția de stop, amplitudinea, viteza și accelerația mișcărilor, succesiunea mișcărilor, cadență de repetare, durata intervalelor de pauza, etc.

- posibilitatea de derulare a unor exerciții active cu rezistență, prin înlocuirea motoarelor cu sisteme de frânare.



## REVENDICĂRILE INVENȚIEI:

### **EXOSCHELET MODULAR CU APLICAȚII ÎN RECUPERARE PENTRU MEMBRUL SUPERIOR**

1. Exoschelet pentru membrul superior, cu aplicații în recuperare, caracterizat prin aceea că are o structură modulară, conținând module specifice pentru umăr, cot și încheietura mâinii, prin a căror combinare se pot obține variante, în funcție de nevoile de mobilizare pasivă specifice fiecărui utilizator.

2. Exoschelet pentru membrul superior, conform revendicării 1, caracterizat prin aceea că are în structură elemente de reglaj pentru adaptare la diferite dimensiuni antropometrice ale utilizatorilor.

3. Exoschelet pentru membrul superior, conform revendicărilor 1 și 2, caracterizat prin aceea că asigură posibilități de modificare a parametrilor specifici exercițiilor de recuperare.

4. Exoschelet modular pentru membrul superior, conform revendicărilor 1, 2 și 3, caracterizat prin aceea că poate fi echipat cu sisteme de frânare pentru asigurarea cuplurilor rezistente, în cazul exercițiilor ce presupun mobilizări active cu rezistență.



FIGURILE INVENȚIEI:

EXOSCHELET MODULAR CU APLICAȚII ÎN RECUPERARE  
PENTRU MEMBRUL SUPERIOR

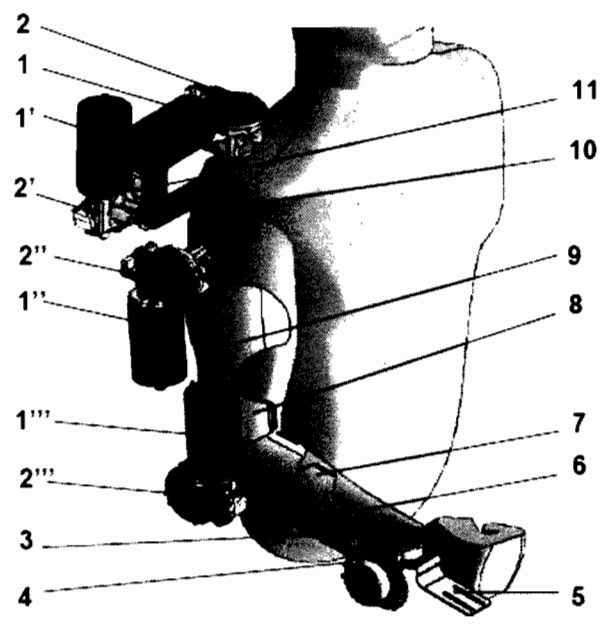


Figura 1

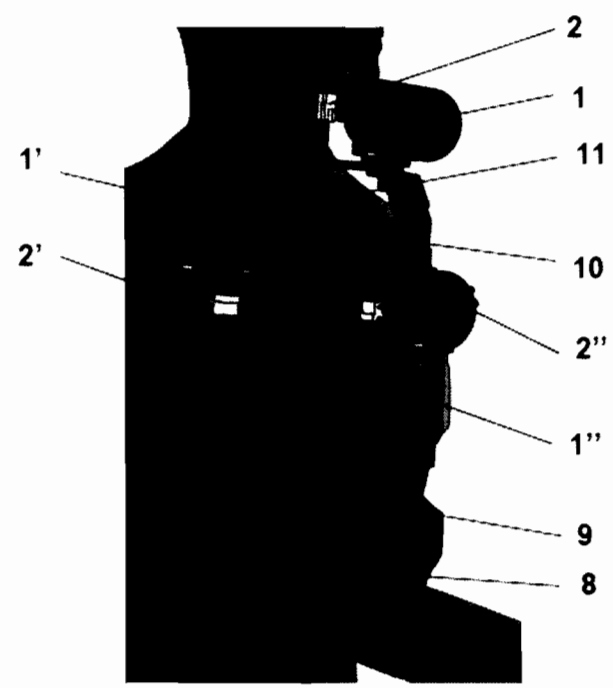


Figura 2



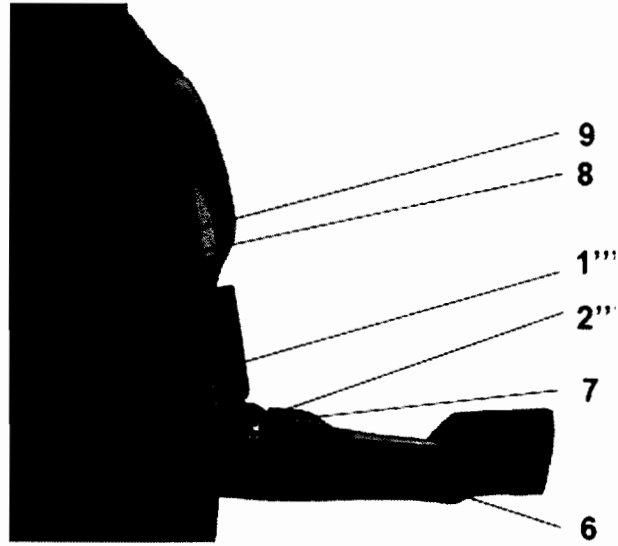


Figura 3

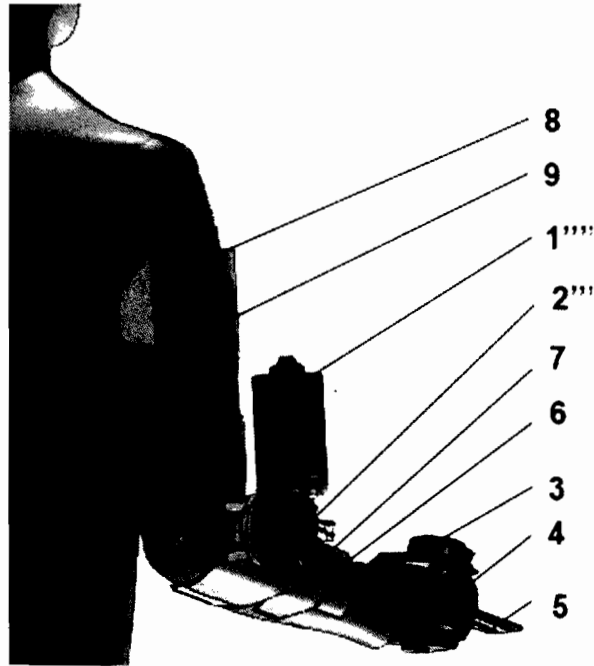


Figura 4





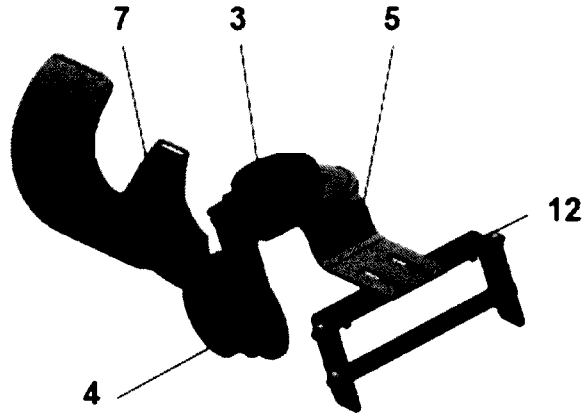


Figura 5

