



(12)

BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: **a 2017 00374**

(22) Data de depozit: **14/06/2017**

(45) Data publicării mențiunii acordării brevetului: **30/03/2020** BOPI nr. **3/2020**

(41) Data publicării cererii:
29/11/2017 BOPI nr. **11/2017**

(73) Titular:
• **UNIVERSITATEA TEHNICĂ DIN
CLUJ-NAPOCA, STR. MEMORANDUMULUI
NR.28, CLUJ-NAPOCA, CJ, RO**

(72) Inventatori:
• **VAIDA LIVIU CĂLIN, STR.TEILOR, NR.10,
SC.2, AP.21, COMUNA FLOREȘTI, CJ, RO;**
• **PLITEA NICOLAE, STR.MOISE NICOARĂ
NR.18, CLUJ-NAPOCA, CJ, RO;**
• **PÎSLĂ DOINA LIANA, STR.HAȚEG
NR.26/7, CLUJ- NAPOCA, CJ, RO;**

• **CARBONE GIUSEPPE,
STR.PUBLIO OVIDIO, NR.48/2, VENAFRO,
IT;**

• **GHERMAN BOGDAN GEORGE,
STR. HELTAI GAȘPAR NR. 70,
CLUJ- NAPOCA, CJ, RO;**

• **ULINICI IONUȚ-MIHAI,
STR. ÎMPĂRATUL TRAIAN, NR.46A, SC.B,
AP.15, BISTRIȚA, BN, RO;**

• **PÎSLĂ ADRIAN, STR.HAȚEG NR.26, AP.7,
CLUJ-NAPOCA, CJ, RO**

(56) Documente din stadiul tehnicii:
**US 2015/0360069 A1; WO 2014/109717 A1;
US 7862524 B2**

(54) **ROBOT SFERIC PENTRU RECUPERAREA MEDICALĂ
A ZONEI PROXIMALE LA NIVELUL MEMBRULUI SUPERIOR**



RO 132233 B1

1 Invenția se referă la un sistem robotic sferic pentru recuperarea medicală a zonei
proximale a membrului superior, având un număr de trei cuple active cu scopul reproducerii
3 abducției și flexiei umărului în planul orizontal, respectiv vertical, și reproducerea pronației
antebrațului în planul vertical. Invenția se adresează pacienților post-AVC care, în urma
5 AVC-ului, suferă de paralizie la nivelul membrului superior, dar utilizarea ei poate fi extinsă
și la alte categorii de afecțiuni care duc la o pierdere parțială sau totală a capacității de
7 mobilizare a membrului superior. Mișcările care au originea în articulația umărului sunt cele
mai ample mișcări ale membrului superior și au un rol foarte important în asigurarea unui
9 mod de viață independent. Pentru reproducerea mișcărilor ample ale membrului superior nu
este suficientă antrenarea unei singure articulații, robotul care face obiectul acestui brevet,
11 combinând mai multe mișcări pentru o reproducere optimă a mișcărilor membrului superior,
realizând atât mișcările elementare din articulație, cât și mișcări complexe care sunt folosite
13 de kinetoterapeut în recuperarea medicală. Robotul are trei grade de mobilitate, realizate prin
trei cuple active de rotație care au intersecția axelor într-un singur punct centrul unei sfere,
15 care, la nivelul pacientului, va fi transpus peste centrul de rotație al articulației umărului,
pentru primele două rotații, a treia fiind realizată în lucrul membrului superior.

17 Este cunoscut sistemul robotic pentru reabilitarea umărului, descris în brevetul
numărul **US 20070225620/US7862524 B2**, reprezentând un sistem de tip exoschelet serial
19 portabil cu 3 GDL, destinat reabilitării umărului. Dezavantajul sistemului constă în faptul că
structura de tip exoschelet a acestuia folosește corpul pacientului ca platformă de susținere,
21 ceea poate fi dăunător în cazul persoanelor vârstnice care constituie majoritatea pacienților
suferinzi de dizabilități motorii în urma unui atac vascular cerebral.

23 Un alt sistem robotizat destinat reabilitării post AVC a membrilor superioare, este
descriș în brevetul **CA 2581587 A1/US 7252644 B2**, acesta reprezintă un sistem de tip
25 efector final compus dintr-un element care interacționează cu corpul uman sau o parte a
acestuia, un senzor de forță, un generator de forță, cel puțin o legătură neconformă mobilă
27 și o bază, senzorul de forță fiind conectat la generatorul de forță, elementul de legătură dintre
acestea având cel puțin trei grade de libertate. Dezavantajul acestui dispozitiv este că
29 prezintă un singur punct de interacțiune (efectorul final) cu pacientul și mișcările articulare
ale acestor dispozitive nu corespund mișcărilor umane. Prin urmare, fără restricții externe
31 aplicate pentru constrângerea pacientului, terapiile specifice articulare nu pot fi furnizate de
astfel de mecanisme.

33 Un alt sistem robotizat, destinat reabilitării post AVC a membrilor superioare, este
descriș în brevetul numărul **EP 2723536 A1/US 20120330198 A1** și este compus dintr-o
35 cuplă motoare, care interacționează direct sau indirect cu o articulație umană prin intermediul
unui efector final montat pe brațul pacientului, suportul/efectorul final fiind aranjat în așa fel
37 încât să realizeze o mișcare paralelă plană arbitrară, permițând mișcări de translație și rotație
suprapuse ale efectoarelor finale montate în raport cu corpul elementului de îmbinare.
39 Dezavantajul acestei structuri constă în precizia limitată datorită structurii seriale de
poziționare.

41 Se mai cunoaște un dispozitiv de îmbunătățire a mobilității umărului
(**US 2015/0360069 A1**), având în componere un ansamblu de conectare 102 alcătuit dintr-un
43 prim element de legătură 106, un al doilea element de legătură 108 configurat pentru a fi fixat
de brațul pacientului și având posibilitatea de rotație, astfel încât să antreneze în mișcare
45 brațul în jurul articulației umărului, și un al treilea element de legătură 110, ansamblul de
conectare 102 fiind fixat la partea superioară a unui scaun pe care stă pacientul. Un prim
47 dispozitiv de acționare 122 transmite mișcarea de rotație la primul element de legătură 106,
în jurul unei axe 116, un al doilea dispozitiv de acționare 124 transmite mișcarea de rotație
49 la al doilea element de legătură 108, în jurul unei axe 118, și un al treilea dispozitiv de
acționare 126 transmite mișcarea de rotație la al doilea element de legătură 110, în jurul unei
51 axe 120.

RO 132233 B1

Este cunoscut un dispozitiv de reabilitare a articulației umărului (WO 2014/109717 A1) care include o placă de bază, un element pivot cuplat la placa de bază, o structură cu alungită cu șină dispusă adiacent plăcii de bază și cuplată la elementul pivot care permite rotirea structurii cu șină în sensul acelor de ceas și invers în jurul axei pivotului, o bară de ghidare amplasată deasupra și paralel cu structura cu șină, un bloc culisabil care se poate deplasa de-a lungul lungimii barei de ghidare.

Problema tehnică rezolvată cu ajutorul prezentei propuneri de invenție constă în realizarea unui sistem robotic sferic, cu ajutorul căruia să se realizeze exerciții de recuperare medicală ale articulației umărului și antebrațului. Lanțurile cinematice propuse pentru a fi utilizate în realizarea dispozitivului robotic vor asigura o rigiditate și dexteritate crescută în mișcare, datorită structurii sferice paralele, aducând avantaje însemnate comparativ cu dispozitivele prezentate anterior. Prin structura cinematică, robotul care face obiectul acestui brevet va permite atât realizarea unor mișcări elementare (simple) care reproduc mișcările de flexie/extensie, abducție și adducție la nivelul umărului și pronatie la nivelul articulației cotului, cât și mișcări complexe care pot reproduce orice mișcare posibilă a membrului superior.

Robotul sferic pentru recuperarea medicală a zonei proximale la nivelul membrului superior, cu trei grade de mobilitate în construcție modulară, conform invenției, constituit dintr-un mecanism sferic cu două grade de mobilitate care reproduce mișcările pe suprafața unei sfere în planurile YOZ (vertical) și XOY (orizontal), și un mecanism cu un grad de libertate, care redă o mișcare de rotație în jurul axei Y în planul XOZ, rezolvă problema tehnică și înlătură dezavantajele menționate prin aceea că un moto-reductor transmite mișcarea de rotație prin intermediul unei tije către un prim profil de ghidare, care, la rândul său, transmite mișcarea unei sănii de ghidare, aceasta executând o mișcare de translație în planul YOZ prin culisarea pe un al doilea profil de ghidare, astfel fiind reprodusă flexia/extensia umărului, iar un alt moto-reductor transmite o mișcare de rotație prin intermediul unei tije aferente, către cel de-al doilea profil de ghidare și un element de susținere a umărului, astfel încât cel de-al doilea profil de ghidare determină culisarea saniei de ghidare în planul XOY, împreună cu un suport pentru braț, pentru antebraț și pentru mână, pe primul profil de ghidare, reproducând mișcarea de abducție/adducție a umărului, în cazul mecanismului cu un grad de libertate, un alt moto-reductor transmite o mișcare de rotație unor roți dințate care, prin intermediul unui ax, transmit mișcarea de rotație în jurul axei Y către suportul de antebraț și suportul pentru mână, reproducând astfel pronatia/supinatia antebrațului.

Aplicația specifică a sistemului propus în cadrul prezentei invenții este reprezentată de realizarea exercițiilor de recuperare medicală a membrilor superioare, și anume: executarea unor mișcări de translație de-a lungul unor ghidaje situate pe suprafața unei sfere având ca centru articulația glenohumerală, pentru mișcările de reabilitare ale umărului, și, de asemenea, executarea unei mișcări de rotație a unui efector final conectat la antebrațul și mâna pacientului, în scopul reabilitării antebrațului.

Se prezintă, în continuare, fig. 1...2, care detaliază modul de realizare al invenției:

- fig. 1, reprezintă robotul sferic destinat recuperării medicale a zonei proximale a membrului superior;

- fig. 2, reprezintă schema cinematică a robotului care face obiectul invenției, exemplificând și mișcările care pot fi realizate în actul medical.

Sistemul robotic, intitulat ASPIRE, propus în cadrul prezentei invenții (fig. 1), este destinat recuperării medicale a membrului superior. Pentru a defini mai ușor mișcările robotului, se definește un sistem de coordonate OXYZ corelat cu sistemul de referință al corpului uman.

Robotul care face obiectul acestui brevet este un mecanism cu trei grade de mobilitate în construcție modulară, constituit dintr-un mecanism sferic cu două grade de mobilitate care reproduce mișcările pe suprafața unei sfere în planurile YOZ (plan vertical)

RO 132233 B1

1 și XOY (plan orizontal), cele două mișcări realizând mobilizarea articulației umărului, și un
2 mecanism cu un grad de mobilitate care este atașat elementelor de fixare a membrului
3 superior. Moto-reductorul **16** transmite o mișcare de rotație (de la nivelul cuplei active **q1**)
4 prin intermediul tijei **17** către profilul de ghidare **15**, care, la rândul său, transmite mișcarea
5 saniei de ghidare **6**, aceasta executând o mișcare de translație în planul YOZ prin culisarea
6 pe ghidajul **3**, astfel fiind reprodusă flexia/extensia umărului. Moto-reductorul **1** transmite de
7 asemenea o mișcare de rotație (de la nivelul cuplei active **q2**) prin intermediul tijei **2**, către
8 profilul de ghidare **3** și elementul de susținere a umărului **17**. Ghidajul **3** îi induce așadar
9 culisarea saniei **6** în planul XOY, împreună cu suportul brațului **14**, antebrațului **9** și mâinii
10 **8**, pe ghidajul **15**, ca urmare fiind reprodusă mișcarea de abducție/adducție a umărului.
11 Elementele **3** și **15** sunt elementele de ghidare ale mecanismului sferic, care alături de sania
12 **6** au o dimensiune comună, raza R) a sferei mecanismului. Prin modificarea valorii acestei
13 raze, mecanismul se adaptează la dimensiunile antropometrice ale tuturor pacienților.

14 Pentru a crește la maximum gradul de generalitate al mișcărilor care pot fi transmise
15 asupra membrului superior, pe elementele de fixare a acestuia în mecanismul sferic s-a
16 adăugat un mecanism cu un grad de libertate, care redă o mișcare de rotație în jurul axei Y
17 în planul XOZ. Moto-reductorul **4** transmite o mișcare de rotație (de la nivelul cuplei active
18 **q3**) roții dințate **5** care, prin intermediul tijelor **10**, transmite rotația în jurul axei Y către
19 elementele de prindere/suportul antebrațului **9** și a mâinii **8**, așadar reproducând
20 pronția/supinația antebrațului. Interacțiunea pacient-robot se realizează prin intermediul
21 elementelor de prindere/suporturile **8**, **9**, **14**, **18** și **19**. Susținerea brațului se realizează prin
22 intermediul suportului **14**, brațul pacientului fiind fixat cu ajutorul curelelor de prindere **19**. În
23 timpul executării mișcărilor de reabilitare a articulației umărului, prin intermediul suportului
24 **18**, se limitează mișcările musculaturii dorsale pentru a asigura executarea exercițiilor de
25 reabilitare exclusive prin intermediul articulațiilor membrului superior. Prinderea antebrațului
26 și a mâinii se realizează cu ajutorul elementelor **9**, respectiv **8**, strângerea și adaptarea
27 acestora la dimensiunile anatomiche variabile ale membrului superior uman se face cu ajutorul
28 mecanismului șurub piuliță **7**. Cele două axe de ghidare **2** și **17** au în zona medie o curbură
29 adaptată anatomiei brațului care să permită poziționarea acestuia, la nivelul articulației
30 umărului, în punctul de intersecție a celor două axe.

31 Dispozitivul este montat pe piciorul **13**, având, de asemenea, un set detașabil de
32 picioare **11**, pentru a îi oferi stabilitate sporită în timpul funcționării. Înălțimea structurii poate
33 fi ajustată prin deplasarea suportului **12** pe axa verticală a piciorului **13**. Prinderea suportului
34 **12** și a picioarelor auxiliare **11** se obține prin prinderea cu șuruburi de piciorul **13**, respectiv
35 suportul **12**. Sistemul de fixare permite utilizarea dispozitivului de către pacient din orice
36 poziție ortostatică, putând fi folosit atât în spital, în etapa acută, cât și în centre de recuperare
37 medicală în faza post-acută, precum și la domiciliu, în faza cronică.

38 Pentru exemplificarea mișcărilor legate de terapia de recuperare medicală, se
39 prezintă schema cinematică a robotului, care scoate în evidență elementele de bază ale
40 robotului, și anume ghidajele **3** și **15** pe care se deplasează sania mobilă **6** acționată de
41 motoarele **M1** (care definește cupla cinematică **q1**) și, respectiv, **M2** (care definește cupla
42 cinematică **q2**). Mișcarea de pronție a antebrațului, realizată prin rotația antebrațului față
43 de braț pe traiectorie axială se realizează prin acționarea motorului **M3** (care definește cupla
44 cinematică **q3**). Prin intermediul fiecărui motor se realizează o mișcare elementară, adică **M1**
45 - flexie/extensie, **M2** - abducție/adducție și **M3** - pronție/supinație, mișcarea generalizată
46 fiind obținută prin acționarea mai multor motoare.

47 Avantajul major al acestei structuri este că permite realizarea oricăror mișcări ale
48 membrului superior în extensie completă, ceea ce oferă o soluție eficientă pentru
49 recuperarea zonei proximale, foarte importantă pentru mișcările ample din viața de zi cu zi.
50 Prin construcția modulară și dependența de un parametru unic, raza sferei, R , robotul
51 ASPIRE are un grad maxim de universalitate, putând fi adaptat pentru orice pacient.

RO 132233 B1

Revendicări

1. Robot sferic pentru recuperarea medicală a zonei proximale la nivelul membrului superior, cu trei grade de mobilitate în construcție modulară, constituit dintr-un mecanism sferic cu două grade de mobilitate care reproduce mișcările pe suprafața unei sfere în planurile YOZ (vertical) și XOY (orizontal), și un mecanism cu un grad de libertate, care redă o mișcare de rotație în jurul axei Y în planul XOZ, **caracterizat prin aceea că** un moto-reductor (1) transmite mișcarea de rotație prin intermediul unei tije (2) către un prim profil de ghidare (3), care la rândul lui transmite mișcarea unei sănii de ghidare (4), aceasta executând o mișcare de translație în planul YOZ prin culisarea pe un al doilea profil de ghidare (5), astfel fiind reprodusă flexia/extensia umărului, iar un alt moto-reductor (6) transmite o mișcare de rotație prin intermediul unei tije (7) aferente, către cel de-al doilea profil de ghidare (5) și un element de susținere a umărului, astfel încât cel de-al doilea profil de ghidare (5) determină culisarea saniei de ghidare (4) în planul XOY, împreună cu un suport pentru braț (8), pentru antebraț (9) și pentru mână (10), pe primul profil de ghidare (3), reproducând mișcarea de abducție/adducție a umărului, în cazul mecanismului cu un grad de libertate, un alt moto-reductor (11) transmițând o mișcare de rotație unor roți dințate (12) care, prin intermediul unui ax (13), transmit mișcarea de rotație în jurul axei Y către suportul de antebraț (9) și suportul pentru mână (10), reproducând astfel pronația/supinația antebrațului. 3 5 7 9 11 13 15 17 19
2. Robot sferic conform revendicării 1, **caracterizat prin aceea că** acesta poate fi adaptat dimensiunilor antropometrice ale oricărui pacient, prin modificarea unei raze R care determină dimensiunea mecanismului sferic, prin reglajul pe verticală a înălțimii robotului și prin curbarea tijelor (2, 7) din zona de centrare a umărului. 21 23

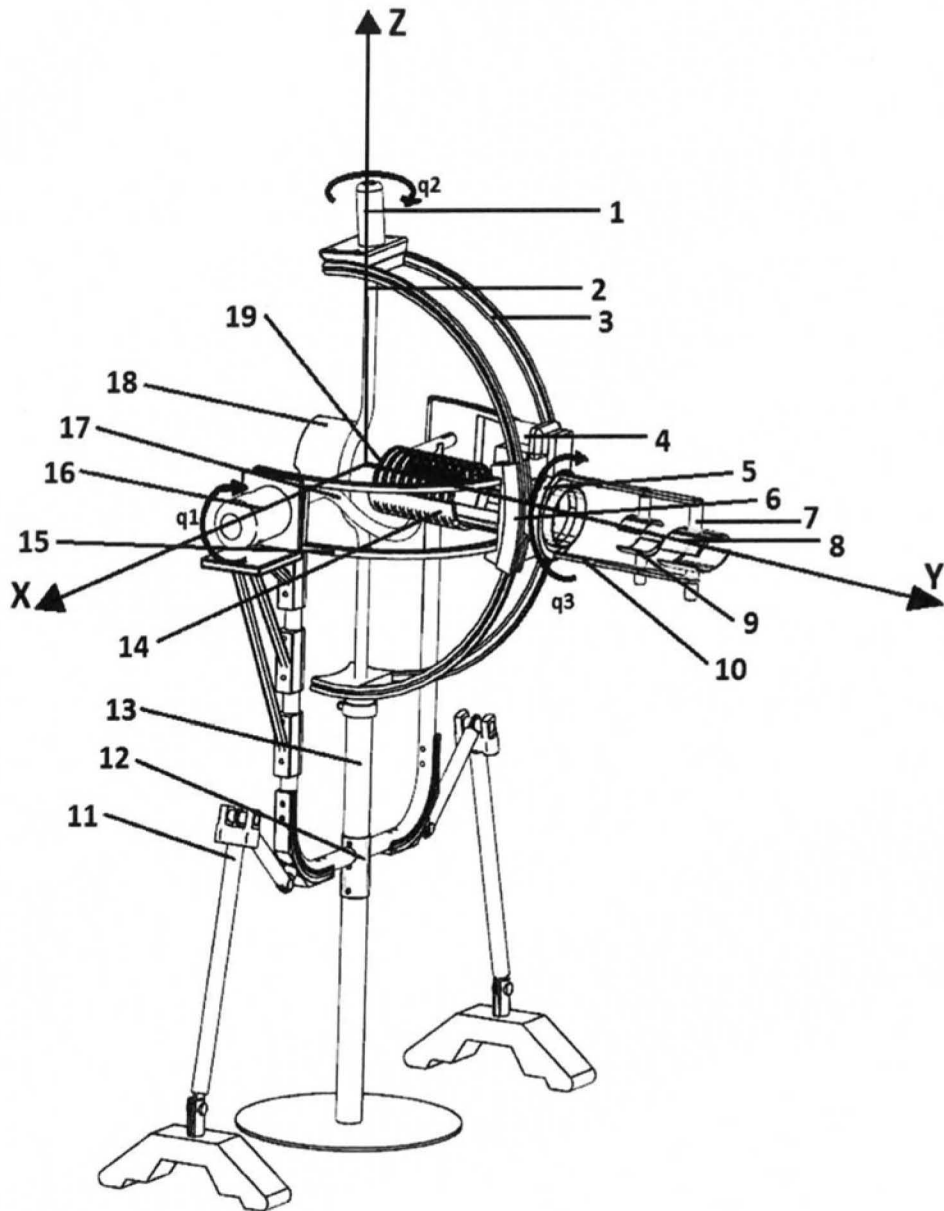


Fig. 1

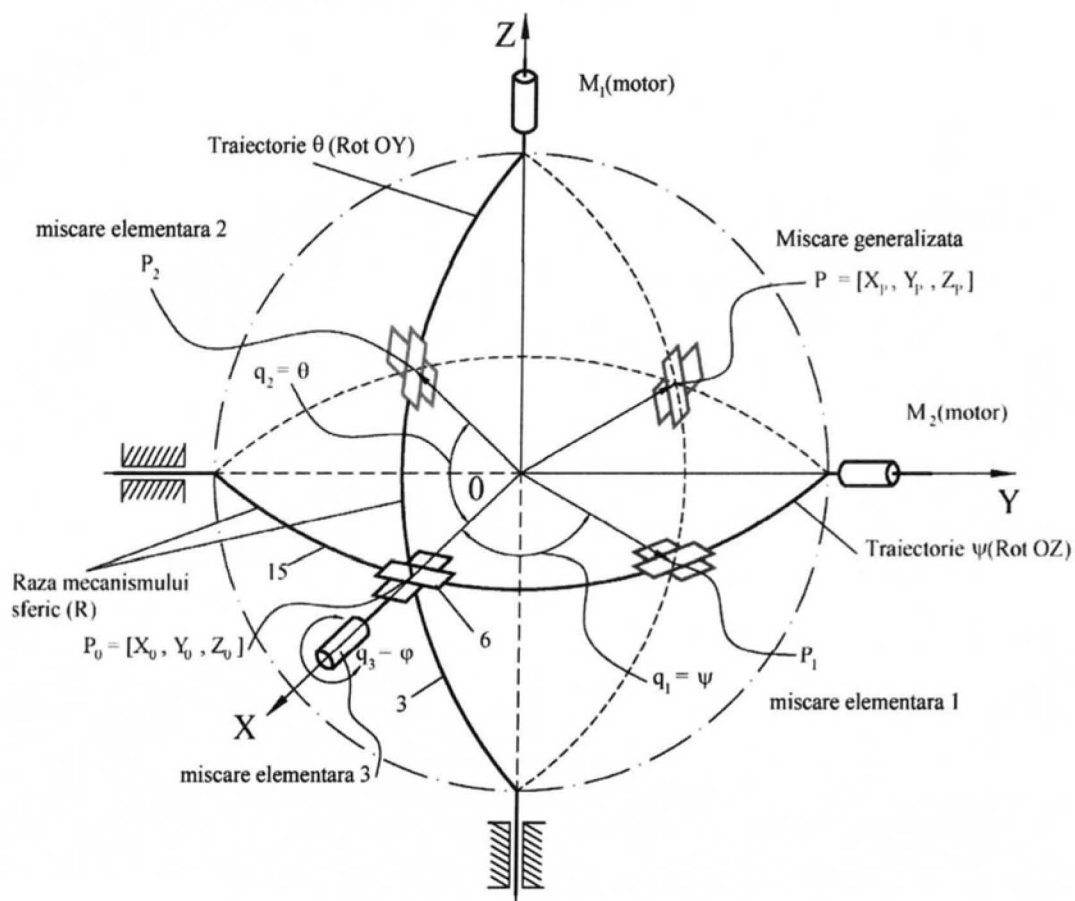


Fig. 2

