



(12)

BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: **a 2019 00391**

(22) Data de depozit: **27/06/2019**

(45) Data publicării mențiunii acordării brevetului: **29/10/2021** BOPI nr. **10/2021**

(41) Data publicării cererii:
30/01/2020 BOPI nr. **1/2020**

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

(72) Inventatori:
• **PÎSLĂ DOINA LIANA, STR. HAȚEG
NR.26/7, CLUJ-NAPOCA, CJ, RO;**
• **GHERMAN BOGDAN GEORGE,
STR. HELTAI GAȘPAR NR. 70,
CLUJ-NAPOCA, CJ, RO;**
• **NADĂȘ IULIU ADRIAN, STR. FABRICII
NR.7, BL.F3, AP.110, CLUJ-NAPOCA, CJ,
RO;**
• **POP NICOLETA MARIA,
STR.PRINCIPALĂ NR.36, SAT ȘUMAL,
COMUNA MARCA, SJ, RO;**

• **CRĂCIUN CRISTEA FLORIN,
STR.PLOPILOR, NR.35, CLUJ- NAPOCA,
CJ, RO;**
• **TUCAN PAUL GEORGE MIHAI,
STR.OAȘULUI, NR.86-90, BL.H2, AP.105,
CLUJ- NAPOCA, CJ, RO;**
• **VAIDA LIVIU CĂLIN, STR.TEILOR, NR.10,
SC.2, AP.21, COMUNA FLOREȘTI, CJ, RO;**
• **CARBONE GIUSEPPE, STR.PUBLIO
OVIDIO, NR.48/2, VENAFRO, IT;**
• **BÎRLESCU IOSIF,
STR. METALURGIȘTILOR NR. 10, BL.6,
AP. 12, BRAȘOV, BV, RO;**
• **PLITEA NICOLAE, STR.MOISE NICOARĂ
NR.18, CLUJ-NAPOCA, CJ, RO**

(56) Documente din stadiul tehnicii:
**RO 133814 A0; CN 108969296 A;
CN 108056898 A**

(54) **ROBOT PARALEL PENTRU RECUPERAREA MEDICALĂ
A MEMBRELOR INFERIOARE**



RO 133815 B1

1 Invenția se referă la un sistem robotic paralel cu 4 grade de libertate (GDL) care
este format din două module robotice paralele înlănțuite. Primul modul robotic paralel are
3 2 GDL având scop recuperarea medicală a mișcărilor articulațiilor șoldului și genunchiului
în special flexiunea și extensia. Modulul robotic are două cuple prismatice active și cinci
5 cuple pasive de rotație. Robotul este destinat recuperării medicale post-AVC a pacienților
imediat după stabilizarea acestora. Tratamentul se realizează din poziția culcat (întins în
7 pat), modulul pentru recuperarea șoldului și genunchiului este plasat în lateralul patului (și
al pacientului), piciorul fiind fixat pe doi suportți, unul în zona femurală, iar celălalt în apropiere
9 a gleznei. Modulul pentru recuperarea medicală a gleznei este de asemenea un robot
paralel fixat pe suportul pentru picior (cel din apropierea gleznei) mișcându-se împreună cu
11 piciorul. Modulul pentru recuperarea medicală a gleznei are de asemenea două GDL mate-
rializate prin două cuple prismatice active, amândouă de-a lungul axei OY a sistemului fix de
13 coordonate a robotului și execută o mișcare sferică în jurul gleznei pacientului. Mișcările pe
care pacientul le face cu ajutorul acestui modul sunt flexiunea/dorsiflexiunea plantară și
15 eversiunea/inversiunea.

Sistemul robotic pentru reabilitarea mersului, Lokomat, descris în brevetul
17 **EP 1137378 B1**, a fost introdus prima dată în 2004 și prezentat ca o orteză robotizată pentru
recuperarea medicală a mersului, dezvoltat pentru trainingul tăcut pe banda de alergare și
19 destinat pacienților care au suferit leziuni ale coloanei vertebrale și pentru pacienții cu AVC.
Sistemul are 4 GDL, câte unul pentru fiecare articulație a șoldului și a genunchiului pe fiecare
21 membru inferior. Este acționat de 4 axe liniare și o structură de tip paralelogram care permite
mișcarea verticală a pacientului. Axele liniare sunt atașate segmentelor inferioare și supe-
23 rioare ale piciorului pacientului și sunt prevăzute cu senzori de forță. Dezavantajul acestui
sistem robotic constă în faptul că pacientul trebuie să-și mențină un minim echilibru cu toate
25 că corpul îi este susținut de un ham, iar în acest caz terapia nu poate începe încă din faza
când pacientul este imobilizat pe un pat.

Sistemul ortetic pentru reabilitarea genunchiului activ (ANdROS) descris în brevetul
27 **US 9198821 B2** este un instrument auxiliar portabil pentru reabilitarea și monitorizarea
mersului persoanelor cu deficiențe de control motor datorită unei afecțiuni neurologice, cum
29 ar fi accidentul vascular cerebral. ANdROS consolidează un patern de mers prin aplicarea
continuuă a unui cuplu de corecție în jurul articulației genunchiului, comandată de un controler
31 de impedanță. Dezavantajul acestui sistem de reabilitare este faptul că se poate folosi doar
de către pacienții care sunt într-un stadiu mai avansat al recuperării medicale.

ALEX (Active Leg Exoskeleton) dezvoltat în 2007 și descris în brevetul
35 **WO 2008/124025 A1**, compus din 5 componente principale: Walker care este sistemul de
susținere a greutateii, trunchiul ortezei (un mecanism cu 4 GDL atașat sistemului de susținere
37 a greutateii), segmentul pentru coapsă al ortezei (2GDL față de trunchiul ortezei), segmentul
de capăt al ortezei (1GDL față de segmentul pentru coapsă al ortezei).

Dispozitivele existente au caracteristici foarte interesante în ceea ce privește
39 siguranța și ușurința în utilizare, ceea ce le face foarte promițătoare pentru aplicațiile de pe
piață. Cu toate acestea, soluțiile existente au câteva limite semnificative care sunt legate de
41 formele propuse și de soluțiile de proiectare, deoarece acestea oferă o accesibilitate foarte
dificilă pentru pacienții care nu sunt imobilizați la pat, ei fiind susținuți de sisteme complexe
43 susținerii întregii greutate a pacienților, aceștia fiind nevoiți să stea în poziție verticală în
vederea recuperării medicale a mersului. Sistemele de recuperare medicală a membrului
45 inferior unde pacientul nu este nevoit să fie pus în poziție verticală în general nu sunt
proiectate pentru a realiza recuperarea întregului mers ci se axează numai pe anumite
47 articulații ale membrului inferior, prin izolarea mișcării pe o anumită articulație, de exemplu

RO 133815 B1

recuperarea medicală numai a șoldului sau recuperarea medicală doar a articulației genunchiului ceea ce creează un neajuns comparativ cu o abordare mai amplă, a tuturor articulațiilor importante ale membrului inferior în ceea ce privește recuperarea mersului. 1
3

În lucrările: **Gherman B., Birlescu L, Puskas, F., Pisla A., Carbone G., Tucan P., Bănica A., Pisla D.: (2019) A Kinematic Characterization of a Parallel Robotic System for Lower Limb Rehabilitation. In: Corves B., Wenger P., Hüsing M. (eds) EuCoMeS 2018. EuCoMeS 2018. Mechanisms and Machine Science, vol 59. Springer, Cham și Gherman B., Birlescu L, Tucan P., Váida G, Pisla A., Pisla D.: Modelling and Simulation of a Robotic System for Lower Limb Rehabilitation ASME 2018 International Design Engineering Technical Conferences and Computers and Information in Engineering Conference Volume 5B: 42nd Mechanisms and Robotics Conference, Paper No. DETC2018-85872, pp. V05BT07A083; 10 pages doi: 10.1115/DETC2018-85872** s-au prezentat variante ale sistemului robotic care face obiectul prezentei cereri de brevet. În ambele lucrări atât modulul pentru recuperarea medicală a mișcărilor șoldului și genunchiului cât și cel pentru recuperarea mișcărilor gleznei sunt diferite, mai complexe, din punct de vedere mecanic, cu un spațiu de lucru mai redus și cu o cinematică complicată. Astfel, în ceea ce privește modulul pentru recuperarea medicală a șoldului și genunchiului, în cele două lucrări menționate mai sus, acesta se poziționează sub pacient și în plus are și o axă de translație suplimentară, liberă, altfel sistemul se poate bloca. În cazul prezentului brevet, modulul pentru recuperarea șoldului și genunchiului este poziționat în lateralul pacientului (și al patului), iar axa de translație suplimentară este astfel eliminată. În ceea ce privește modulul pentru recuperarea mișcărilor gleznei, în cele două lucrări sunt prezentate variante de realizare alcătuite din cuple prismatice și de rotație (variante complexe din punct de vedere mecanic). Modulul pentru recuperarea mișcărilor gleznei din acest brevet este alcătuit din cuple prismatice, sferice și de rotație, beneficiind de o structură mecanică mai simplă, cu implicații în comanda și controlul robotului. 5
7
9
11
13
15
17
19
21
23
25

Documentul **RO 133814 A0** face referire la un robot paralel pentru recuperarea mobilității membrului inferior format din două module, 1 și 2, care sunt cuplate și care au împreună 5 grade de mobilitate, 3 grade pentru primul modul destinat recuperării mișcărilor de flexie/extensie ale articulațiilor șoldului și genunchiului și mișcării de abducție/adducție a articulației șoldului, și două grade de mobilitate pentru al doilea modul destinat mișcărilor de dorsiflexie/flexie și inversie/eversie ale articulației gleznei, în care membrul inferior este susținut pe un lanț cinematic având în compunere niște șine sănii pentru mișcări de translație, care este condus în mișcare de alte trei lanțuri cinematice, 15, 19 și 23, cu două lanțuri cinematice de tip PPR în care mișcarea de la două motoare rotative este transmisă la niște mecanisme șurub - piuliță, unde translația pe orizontală este liberă și translația pe verticală este acționată de un lanț cinematic PRR care variază unghiul dintre cadrul robotului și elementul care definește mișcarea de translație a cuplelor libere din componența lanțurilor cinematice 15 și 19. 27
29
31
33
35
37
39

Documentul **CN 108969296 A** se referă la un robot de reabilitare a membrelor inferioare care are în alcătuire un suport cu un mecanism paralel de amortizare constând în patru tije și o placă de spate și un mecanism de asistare a mersului având niște componente de reglare pe lățime. 41
43

Problema tehnică pe care urmărește să o rezolve invenția constă în realizarea unui sistem robotic de recuperare a mișcărilor membrelor inferioare, cu o structură mecanică simplă, care să permită utilizarea ușoară pentru pacient, concomitent cu recuperarea mobilității la nivelul tuturor articulațiilor membrului inferior. 45
47

RO 133815 B1

1 Robotul paralel pentru recuperarea medicală a membrelor inferioare, alcătuit din două
2 module conectate între ele, un prim modul fiind destinat recuperării mișcărilor de
3 flexie/extensie ale articulațiilor șoldului și genunchiului și mișcării de abducție/adducție a
4 articulației șoldului, iar un al doilea modul fiind destinat mișcărilor de dorsiflexie/flexie și
5 inversie/eversie ale articulației gleznei, înlătură dezavantajele menționate și rezolvă
6 problema tehnică evidențiată prin aceea că are în compunere o masă prevăzută cu niște
7 suporturi pentru picior dispuse pe un element reglabil care este atașat de primul modul
8 compus dintr-un batiu pe care sunt așezate două mecanisme de deplasare liniară tip curele
9 dințate, acționate de niște motoare, pe care sunt fixate cu câte o cuplă de rotație, două seg-
10 mente de lungimi egale care se unesc în partea superioară, formând un unghi, printr-o cuplă
11 de rotație situată pe elementul reglabil care poate culisa pe o bară conectată prin niște seg-
12 mente, și prin niște cuple de rotație de batiu, segmentelor și cuplei de rotație putându-li-se
13 atașa niște contragreutăți, iar cel de-al doilea modul paralel cuprinde niște cuple de rotație
14 și niște cuple prismatice q3 și q4 care execută mișcări de translație prin intermediul unor
15 cuple sferice, utilizând niște elemente de culisare.

16 Se dă în continuare un exemplu de realizare a invenției, cu referire la fig. 1...4 din
17 anexa cu desene, care prezintă un sistem robotic paralel pentru recuperarea medicală a
18 membrului inferior compus din două module paralele înlănțuite.

19 În particular, fig. 1 prezintă o schemă conceptuală a invenției propuse cu o listă
20 detaliată a principalelor componente, fig. 2 prezintă o schemă a modulului pentru gleznă cu
21 principalele componente. Fig. 3 și 4 prezintă schemele cinematice ale celor două module ce
22 compun sistemul robotic: fig. 3 reprezintă schema cinematică a modulului de recuperare
23 medicală ale articulațiilor șoldului și genunchiului iar fig. 4 reprezintă schema cinematică a
24 modulului pentru recuperarea medicală a mișcării articulației gleznei.

25 Cu referire la fig. 1...4, sistemul de recuperare medicală propus pentru mișcarea de
26 reabilitare a membrelor inferioare este constituit dintr-o masă **15** pe care pacientul este
27 așezat în poziția orizontală cu membrul inferior care necesită recuperare medicală fixat pe
28 suporturile pentru picior **24** și **14** care este situat pe un element reglabil **11** atașat de modulul
29 paralel de recuperare a șoldului și a genunchiului compus din: batiul **18** pe care sunt așezate
30 două mecanisme de deplasare liniară (curele dințate) **16**, **17** acționate cu ajutorul motoarelor
31 **2**, **3**, pe mecanismele liniare sunt fixate cu câte o cuplă de rotație **6**, **7** două segmente **4**, **5**
32 de lungimi egale cărora li se pot atașa contragreutățile **20** și **21** iar în partea superioară ele
33 se unesc tot printr-o cuplă de rotație **12** situată pe elementul reglabil **11** care poate culisa pe
34 bara **10** care este prinsă de segmentul **19** prin cupla de rotație **9**, unde se poate atașa
35 contragreutatea **23**, reglabil de-a lungul elementului **8** fixat prin cupla de rotație **1** de batiul
36 **18**, unde se poate atașa contragreutatea **22**. Rotația gleznei se face cu ajutorul modulului
37 paralel **13**. Modulul paralel descris mai sus ajută la efectuarea mișcărilor de flexie și extensie
38 a articulațiilor genunchiului și a șoldului. Modulul de rotație al gleznei este de asemenea o
39 structură paralelă fixată pe suportul pentru picior mișcându-se împreună cu piciorul. Modulul
40 pentru gleznă este conceput pentru a ajuta la efectuarea mișcărilor de flexiune plantară/
41 dorsiflexiune și mișcărilor de eversiune/inversiune a articulației gleznei. Mișcarea de
42 flexiune/dorsiflexiune se realizează cu ajutorul celor două lanțuri cinematice paralele formate
43 fiecare din câte o cuplă activă prismatică și câte două cuple sferice pasive. Cuplele
44 prismatice q3 și q4 execută mișcările de translație în același sens și cu aceeași viteză pe
45 elementele de culisare **31** respectiv **32** în direcția opusă axei X a sistemului de referință,
46 cuplele sferice **25**, **26** respectiv **27**, **28** permite suportului pentru talpă **30** să execute mișca-
47 rea de flexiune/dorsiflexiune a gleznei, cupla de rotație **33** trebuind să fie aliniată cu axa de

RO 133815 B1

rotație a gleznei de-a lungul axei Z a sistemului de referință. Mișcarea de eversiune/inversiune a articulației gleznei se face prin mișcarea în sens invers a celor două cuple de translație q3 și q4 acționând astfel cupla de rotație **29** să fie aliniată și ea cu axa de rotație a gleznei în jurul axei Y a sistemului de referință. 1
3

Avantajele folosirii unei structuri paralele constau într-o rată mai mică a raportului masă/sarcină utilă ceea ce duce la utilizarea unor motoare mai mici și crește rigiditatea generală a mecanismului, în cazul modulului pentru recuperarea medicală a articulațiilor șoldului și genunchiului, majoritatea componentelor sunt situate sub înălțimea patului unde pacientul este întins ceea ce duce la un efect psihologic benefic pentru pacient în sensul că el nu vede mecanismele de acționare, de asemenea se poate face o mascare a modulului de reabilitare a gleznei care duce la o creștere a confortului psihic al pacientului în timpul exercițiilor de recuperare medicală. Mai mult de atât, datorită diferențelor anatomice ale pacienților cele două module de recuperare pot fi reglabile astfel încât să se potrivească diferitelor mărimi antropometrice ale membrului inferior uman. 5
7
9
11
13

RO 133815 B1

1

Revendicare

3 Robot paralel pentru recuperarea medicală a membrilor inferioare alcătuit din două
5 module conectate între ele, un prim modul fiind destinat recuperării mișcărilor de
7 flexie/extensie ale articulațiilor șoldului și genunchiului și mișcării de abducție/adducție a
9 articulației șoldului, iar un al doilea modul fiind destinat mișcărilor de dorsiflexie/flexie și
11 inversie/eversie ale articulației gleznei, **caracterizat prin aceea că** are în componere o masă
13 (15) prevăzută cu niște suporturi pentru picior (24, 14) dispuse pe un element reglabil (11)
15 care este atașat de primul modul compus dintr-un batiu (18) pe care sunt așezate două
17 mecanisme de deplasare liniară tip curele dințate (16, 17), acționate de niște motoare (2, 3),
pe care sunt fixate cu câte o cuplă de rotație (6, 7), două segmente (4, 5) de lungimi egale
care se unesc în partea superioară, formând un unghi, printr-o cuplă de rotație (12) situată
pe elementul reglabil (11) care poate culisa pe o bară (10) conectată prin niște segmente
(19, 8), și prin niște cuple de rotație (9, 1) de batiul (18), segmentelor (4, 5, 19), și cuplei de
rotație (1) putându-li-se atașa niște contragreutăți (20, 21, 23 și 22), iar cel de-al doilea
modul paralel (13) cuprinde niște cuple de rotație (29 și 33), și niște cuple prismatice q3 și
q4 care execută mișcări de translație prin intermediul unor cuple sferice (25, 26), respectiv
(27, 28), utilizând niște elemente de culisare (31, 32).

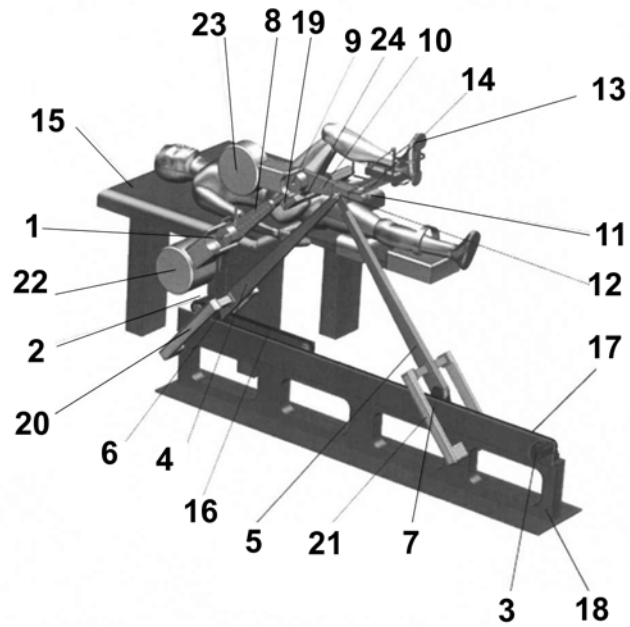


Fig. 1

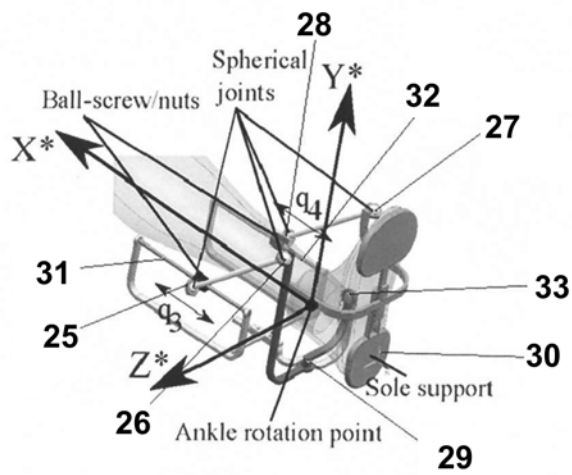


Fig. 2

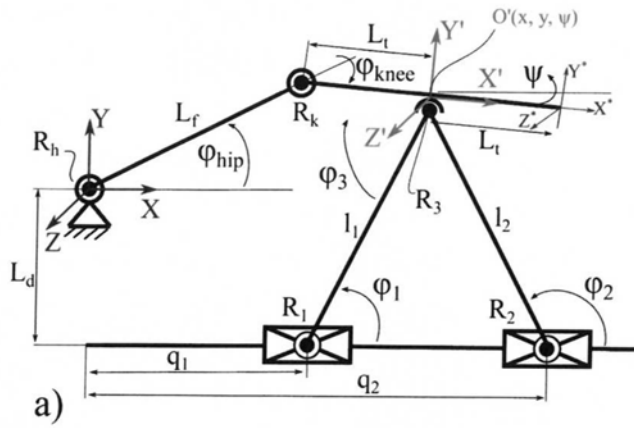


Fig. 3

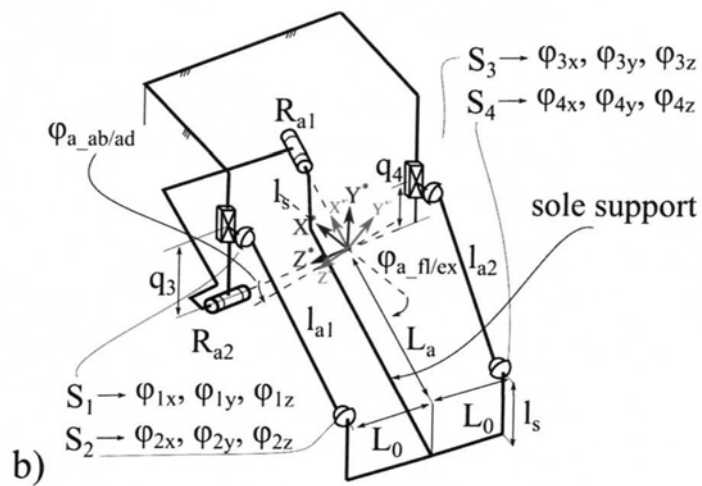


Fig. 4

