

(12) CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: a 2019 00391

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

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

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

(72) Inventatori:
• PISLĂ 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.PLOPIILOR, 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.PUBLICO 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

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

(57) Rezumat:

Invenția se referă la un robot paralel pentru recuperarea medicală a membrelor inferioare. Robotul conform invenției este constituit dintr-o masă (15) pe care un pacient este așezat în poziția orizontală, niște suporturi (14 și 24) pentru picior dispuse pe unelelement (11) reglabil care este atașat de un prim modul pentru recuperarea medicală a șoldului și genunchiului compus dintr-un batiu (18) pe care sunt dispuse două curele (16 și 17) dințate acționate cu ajutorul unor motoare (2 și 3), pe curelele (16 și 17) dințate sunt fixate, cu câte o cuplă (6 și 7) de rotație, două segmente (4 și 5) de lungimi egale, cărora li se pot atașa niște contragreutăți (20 și 21), iar în partea superioară, acestea se unesc printr-o altă cuplă (12) de rotație dispusă pe elementul (11) reglabil care culisează pe o bară (10) care este fixată de un segment (19) printr-o cuplă (9) de rotație, unde se poate atașa o contragreutate (23), reglabil de-a lungul unui element (8) fixat printr-o cuplă (1) de rotație de batiul (18), unde se poate atașa o contragreutate (22), rotația gleznei este realizată cu ajutorul unui al doilea modul, unde centrul de rotație al gleznei piciorului trebuie să fie situat la intersecția axelor unor cuple (29 și 33) de rotație, niște cuple prismatice q3 și q4 prin intermediul unor cuple (25, 26 și 27, 28) sferice execută mișcări de translație cu ajutorul unor elemente (31 și 32) de culisare, care, dacă se execută simultan în aceeași direcție și sens și cu aceeași viteză, permit

mișcarea de flexiune/dorsiflexiune a unui suport (30) pentru talpă, iar atunci când mișcarea acestora se execută în sensuri opuse, permit realizarea mișcărilor de eversiune/inversiune.

Revendicări: 1
Figuri: 4

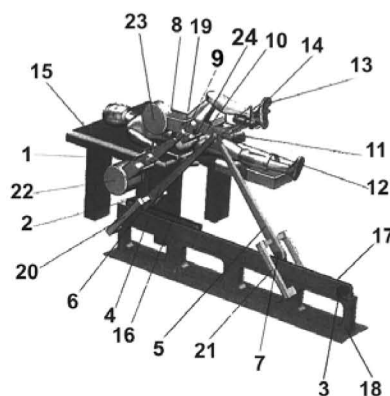
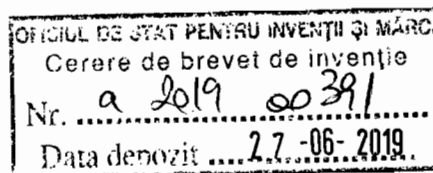


Fig. 1





Descriere

Pentru o cerere de brevet industrial cu titlul:

“Robot paralel inovativ pentru recuperarea medicală a membrilor inferioare”

Domeniul tehnic al invenției

Invenția se referă la un sistem robotic paralel cu 4 grade de libertate (GDL) care este format din două module robotice paralele înălțuite. Primul modul robotic paralel are 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 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 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 apropierea 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 piciorul. Modulul pentru recuperarea medicală a gleznei are de asemenea două GDL materializate prin două cuple prismatice active, amândouă de-a lungul axei OY a sistemului fix de coordonate a robotului și execută o mișcare sferică în jurul gleznei pacientului. Mișcărilor pe care pacientul le face cu ajutorul acestui modul sunt flexiunea/dorsiflexiunea plantară și eversiunea/inversiunea.

Stadiul actual al tehnicilor asemănătoare

Sistemul robotic pentru reabilitarea mersului, Lokomat descris în brevetul EP1137378B1, a fost introdus prima dată în 2004 și prezentat ca o orteză robotizată pentru recuperarea medicală a mersului, dezvoltat pentru trainingul făcut pe banda de alergare și 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 membru inferior. Este acționat de 4 axe



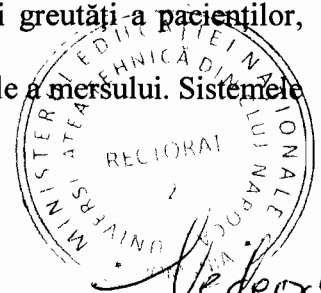
liniare și o structură de tip paralelogram care permite mișcarea verticală a pacientului. Axele liniare sunt atașate segmentelor inferioare și superioare ale piciorului pacientului și sunt prevăzute cu senzori de forță. Dezavantajul acestui sistem robotic constă în faptul că pacientul trebuie să-și mențină un minim echilibru cu toate 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 US9198821B2 este un instrument auxiliar portabil pentru reabilitarea și monitorizarea mersului persoanelor cu deficiențe de control motor datorită unei afecțiuni neurologice, cum ar fi accidentul vascular cerebral. ANdROS consolidează un patern de mers prin aplicarea continuă a unui cuplu de corecție în jurul articulației genunchiului, comandată de un controler 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 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 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).

Limitările soluțiilor existente

Dispozitivele existente au caracteristici foarte interesante în ceea ce privește 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 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 susținerii întregii greutatea a pacienților, aceștia fiind nevoiți să stea în poziție verticală în vederea recuperării medicale a mersului. Sistemele



de recuperare medicală a membrului 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 articulații ale membrului inferior, prin izolarea mișcării pe o anumită articulație, de exemplu 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.

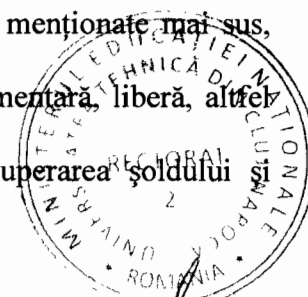
În lucrările:

Gherman B., Birlescu I., Puskas, F., Pisla A., Carbone G., Tucan P., Banica 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 I., Tucan P., Vaida C., 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



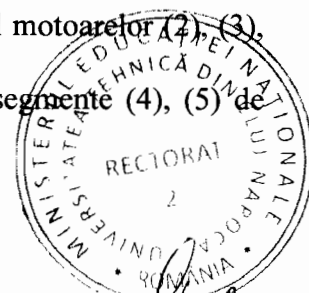
Aldeoxi /

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.

Problema tehnică rezolvată cu ajutorul acestei propuneri de invenție se face cu referire la figurile 1 la 4 din anexa cu desene și prezintă un sistem robotic paralel pentru recuperarea medicală a membrului inferior compus din două module paralele înlanțuite. În particular figura 1 prezintă o schemă conceptuală a invenției propuse cu o listă detaliată a principalelor componente, figura 2 prezintă o schemă a modulului pentru gleznă cu principalele componente. Figurile 3 și 4 prezintă schemele cinematice ale celor două module ce compun sistemul robotic: figura 3 reprezintă schema cinematică a modulului de recuperare medicală ale articulațiilor șoldului și genunchiului iar figura 4 reprezintă schema cinematică a modulului pentru recuperarea medicală a mișcării articulației gleznei.

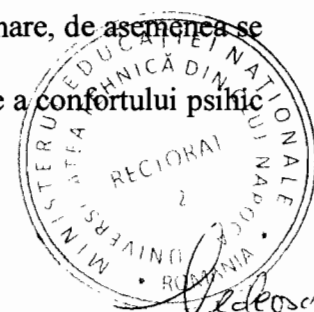
Descrierea detaliată pentru ” Robot paralel inovativ pentru recuperarea medicală a membrilor inferioare”

Cu referire la figurile de la 1 la 4, sistemul inovator de recuperare medicală propus pentru mișcarea de rehabilitare a membrilor inferioare este constituit dintr-o masă (15) pe care pacientul este așezat în poziția orizontală cu membrul inferior care necesită recuperare medicală fixat pe suporturile pentru picior (24) și (14) care este situat pe un element reglabil (11) atașat de modulul paralel de recuperare a șoldului și a genunchiului compus din: batiul (18) pe care sunt așezate două mecanisme de deplasare liniară (curele dințate) (16), (17) acționate cu ajutorul motoarelor (2), (3), pe mecanismele liniare sunt fixate cu câte o cuplă de rotație (6), (7) două segmente (4), (5) de



lungimi egale cărora li se pot ataşa contragreutăţile (20) şi (21) iar în partea superioară ele se unesc tot printr-o cuplă de rotaţie (12) situată pe elementul reglabil (11) care poate culisa pe bara (10) care este prinsă de segmentul (19) prin cupla de rotaţie (9), unde se poate ataşa contragreutatea (23), reglabil de-a lungul elementului (8) fixat prin cupla de rotaţie (1) de batiul (18), unde se poate ataşa contragreutatea (22). Rotaţia gleznei se face cu ajutorul modulului paralel (13). Modulul paralel descris mai sus ajută la efectuarea mişcărilor de flexie şi extensie a articulaţiilor genunchiului şi a şoldului. Modulul de rotaţie al gleznei este de asemenea o structură paralelă fixată pe suportul pentru picior mişcându-se împreună cu piciorul. Modulul pentru gleznă este conceput pentru a ajuta la efectuarea mişcărilor de flexiune plantară/dorsiflexiune şi mişcărilor de eversiune/inversiune a articulaţiei gleznei. Mişcarea de flexiune/dorsiflexiune se realizează cu ajutorul celor două lanţuri cinematice paralele formate fiecare din câte o cuplă activă prismatică şi câte două cuple sferice pasive. Cuplele prismatice q3 şi q4 execută mişcările de translaţie în acelaşi sens şi cu aceeaşi viteză pe elementele de culisare (31) respectiv (32) în direcţia opusă axei X a sistemului de referinţă, cuplele sferice (25), (26) respectiv (27), (28) permite suportului pentru talpă (30) să execute mişcarea de flexiune/dorsiflexiune a gleznei, cupla de rotaţie (33) trebuind să fie aliniată cu axa de rotaţie a gleznei de-a lungul axei Z a sistemului de referinţă. Mişcarea de eversiune/inversiune a articulaţiei gleznei se face prin mişcarea în sens invers a celor două cuple de translaţie q3 şi q4 acţionând astfel cupla de rotaţie (29) să fie aliniată şi ea cu axa de rotaţie a gleznei în jurul axei Y a sistemului de referinţă.

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 şi creşte rigiditatea generală a mecanismului. În cazul modulului pentru recuperarea medicală a articulaţiilor şoldului şi genunchiului, majoritatea componentelor sunt situate sub înălţimea patului unde pacientul este întins ceea ce duce la un efect psihologic benefic pentru pacient în sensul că el nu vede mecanismele de acţionare, de asemenea se poate face o mascare a modulului de reabilitare a gleznei care duce la o creştere 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.



REVENDICĂRI

Robot paralel inovativ pentru recuperarea medicală a membrelor inferioare, caracterizat prin aceea că: este constituit dintr-o masă (15) pe care pacientul este așezat în poziția orizontală, suporturile pentru picior (24) și (14) situat pe un element reglabil (11) care este atașat de modulul paralel de recuperare a șoldului și a genunchiului compus din: batiul (18) pe care sunt așezate două mecanisme de deplasare liniară (curele dințate) (16), (17) acționate cu ajutorul motoarelor (2), (3), pe mecanismele liniare sunt fixate cu câte o cuplă de rotație (6), (7) două segmente (4), (5) de lungimi egale cărora li se pot atașa contragreutățile (20) și (21) iar în partea superioară ele se unesc tot printr-o cuplă de rotație (12) situată pe elementul reglabil (11) care poate culisa pe bara (10) care este prinsă de segmentul (19) prin cupla de rotație (9), unde se poate atașa contragreutatea (23), reglabil de-a lungul elementului (8) fixat prin cupla de rotație (1) de batiul (18), unde se poate atașa contragreutatea (22), iar rotația gleznei se face cu ajutorul modulului paralel (13), unde centrul de rotație al gleznei piciorului trebuie să fie situat la intersecția axelor cuplelor de rotație (29) și (33), iar cuplele prismatice q3 și q4 prin intermediul cuplelor sferice (25), (26) respectiv (27), (28) execută mișcări de translație utilizând elementele de culisare (31) respectiv (32), care dacă se execută simultan în aceeași direcție și sens și cu aceeași viteză permit mișcarea de flexiune/dorsiflexiune a suportului pentru talpă (30), iar atunci când mișcarea lor se execută în sensuri opuse permit realizarea mișcărilor de eversiune/inversiune.

Appendix: Drawings

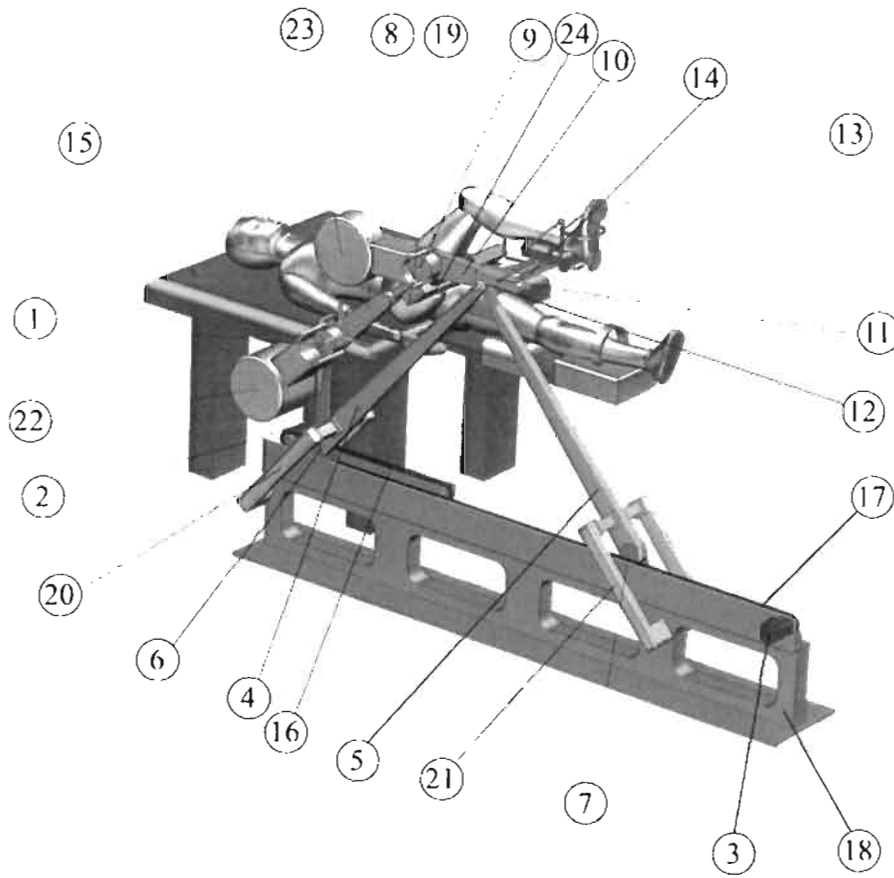


Figura 1

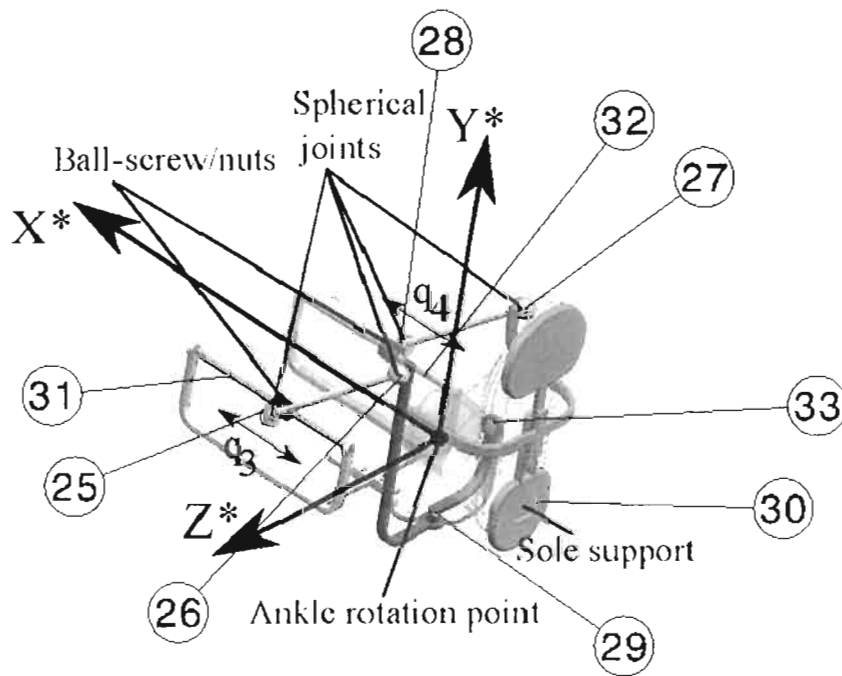


Figura 2

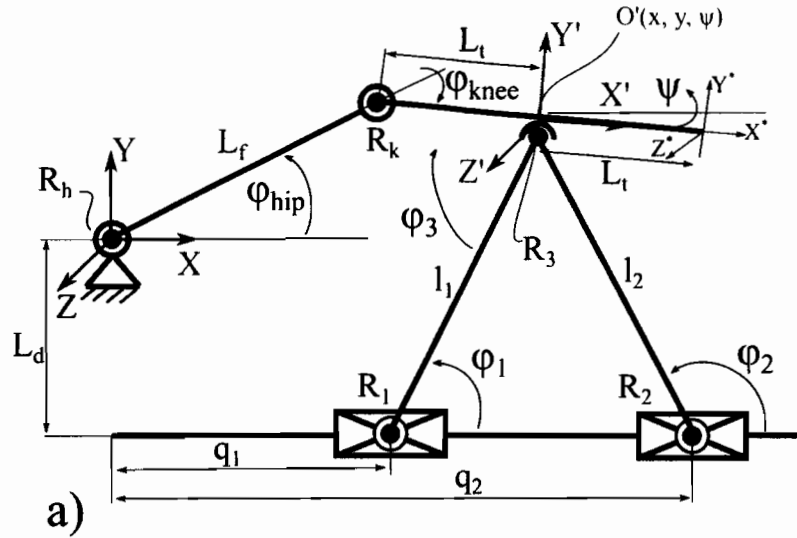


Figura 3

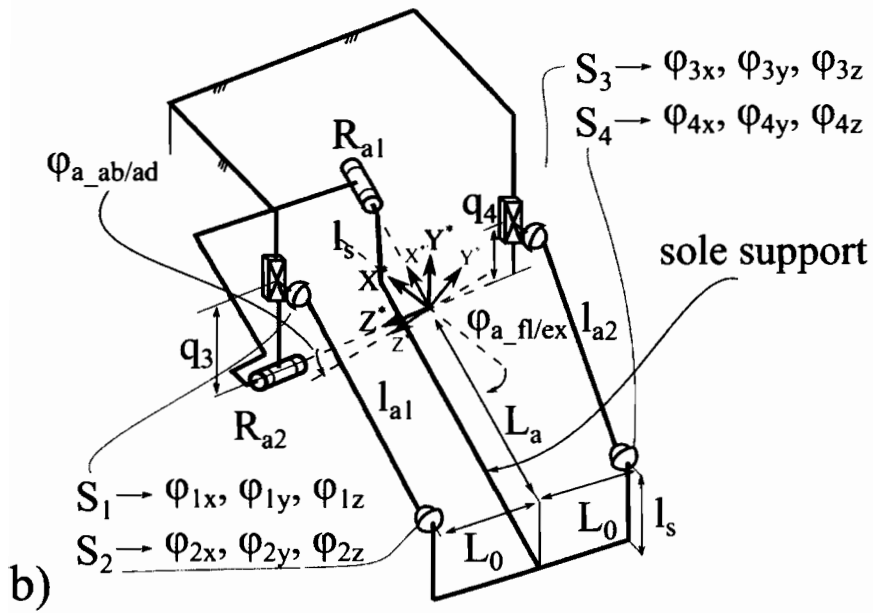


Figura 4

