



(12) CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: a 2017 00375

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

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

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

(72) Inventatori:
• GHERMAN BOGDAN GEORGE,
STR. HELTAI GAȘPAR NR. 70,
CLUJ-NAPOCA, CJ, RO;
• PISLĂ DOINA LIANA, STR.HAȚEG
NR.26/7, CLUJ-NAPOCA, CJ, RO;

• PLITEA NICOLAE, STR.MOISE NICOARĂ
NR.18, CLUJ-NAPOCA, CJ, RO;
• VAIDA LIVIU CĂLIN, STR.TEILOR, NR.10,
SC.2, AP.21, COM.FLOREȘTI, CJ, RO;
• CARBONE GIUSEPPE,
STR.PUBLIO OVIDIO, NR.48/2, VENAFRO,
IT;
• PISLĂ ADRIAN, STR. HAȚEG NR. 26/7,
CLUJ-NAPOCA, CJ, RO;
• BĂNICĂ ALEXANDRU VLAD,
STR.DIMITRIE CANTEMIR, NR.1, AP.9,
BAIA MARE, MM, RO

(54) FAMILIE DE ROBOȚI PENTRU RECUPERAREA MEDICALĂ
A MEMBRULUI SUPERIOR

(57) Rezumat:

Invenția se referă la niște roboți utilizați pentru recuperarea medicală a membrului superior, și anume pentru recuperarea mișcărilor de flexie a antebrăului din cot, de pronatie/supinație, de flexie/extensie, și a mișcărilor de abducție/adducție a palmei. Roboții conform invenției sunt așezați pe un batiu (1) care susține o cuplă (2) activă de rotație și sistemul fix OXYZ de coordonate al robotului, cupla (2) având axa de rotație de-a lungul axei OY a sistemului de coordonate, iar acționarea se face cu ajutorul unui motor (3) rotativ, realizându-se deplasarea q_1 , prin rotația în jurul axei OY, deci flexia antebrăului, un element (4) de legătură este poziționat și fixat de-a lungul antebrăului până la cupla (5) activă de rotație, plasată în treimea distală a antebrăului, și acționată de un motor (6) rotativ, realizându-se astfel mișcarea de pronatie/supinație prin deplasarea q_2 , adică rotație în jurul axei Ox_1 , și aceeași cuplă (5) de rotație, acționată de motorul (9), poziționează elementul (7) de legătură care susține cupla (8) activă de rotație al cărei rol este de a realiza mișcarea de adducție/abducție a palmei prin deplasarea q_3 , adică rotație în jurul axei O_2z_2 , iar un element (10) susține cupla (11) activă de rotație, care, cu ajutorul elementului (13) și a prizei (14), și acționată de motorul (12) rotativ, determină mișcarea de flexie/extensie a mâinii, prin deplasarea q_4 , adică prin rotație în jurul axei O_3z_3 .

Revendicări: 3
Figuri: 3

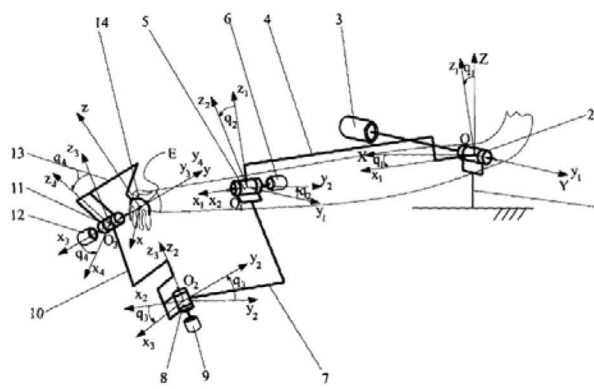


Fig. 1

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).



**FAMILIE DE ROBOȚI PENTRU RECUPERAREA MEDICALĂ A MEMBRULUI
SUPERIOR**

Invenția se referă la o familie de roboți pentru recuperarea medicală a membrului superior, în speță recuperarea următoarelor mișcări: flexia antebrațului (din cot), pronația/supinația, flexia/extensia și abducția/adducția mâinii (palmei). Prima variantă de implementare a acestei familii este bazată pe o structură serială, de tip exoschelet, care se atașează brațului uman, având patru grade de mobilitate. Cea de-a doua variantă de implementare are o structură modulară, fiind alcătuit din două module paralele, unul servind mobilizării antebrațului (flexia din cot) și realizării pronației/supinației, celălalt modul paralel fiind destinat mobilizării încheieturii mâinii (flexie/extensie și abducție/adducție). Avantajul îl constituie o amplitudine mare a mișcărilor, rigiditate sporită și modularitate.

Este cunoscut sistemul robotic pentru reabilitarea umărului, brevet US20070225620/US7862524 B2 reprezentând un sistem de tip exoscheleton serial portabil cu 3 GDL, destinat reabilitării umărului.

Dezavantajul sistemului constă în faptul că structura de tip exoschelet a acestuia folosește corpul pacientului ca și platformă de susținere, ceea ce poate fi dăunător în cazul persoanelor vârstnice care constituie majoritatea pacienților suferinzi de dizabilități motorii în urma unui atac vascular cerebral.

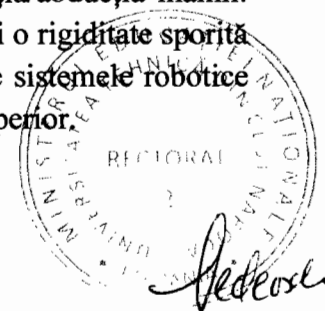
Un alt sistem robotizat destinat reabilitării post AVC a membrilor superioare, este brevet CA2581587A1/US7252644 B2, acesta reprezintă un sistem de tip efector final compus dintr-un element care interacționează cu corpul uman sau o parte a acestuia, un sensor de forță, un generator de forță, cel puțin o legătură neoconformă mobilă și o bază, senzorul de forță fiind conectat la generatorul de forță, elemental de legătură dintre acestea având cel puțin trei grade de libertate.

Dezavantajul acestui dispozitiv este că 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 aplicate pentru constrângerea pacientului, terapiile specifice articulare nu pot fi furnizate de astfel de mecanisme..

Un alt sistem robotizat destinat reabilitării post AVC a membrilor superioare, este brevetul EP2723536A1/US20120330198 A1 și este compus dintr-o cuplă motorie, care interacționează direct sau indirect cu o articulație umană prin intermediul unui efector final montat pe brațul pacientului, suportul/ efectorul final este aranjat în așa fel 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.

Dezavantajul acestei structuri constă în precizia limitată datorită structurii seriale de poziționare.

Problema tehnică rezolvată cu ajutorul prezentei propuneri de invenție constă în realizarea unei familii de roboți cu ajutorul cărora să se realizeze recuperarea medicală a membrului superior, în special flexia cotului, pronația/supinația precum și flexia/extensia și abducția/adducția mâinii. Structurile propuse asigură un spațiu de lucru generos, dexteritate crescută, dar și o rigiditate sporită datorită sistemului robotic paralel modular, aducând avantaje însemnate față de sistemele robotice existente și prezentate anterior în domeniul recuperării medicale a membrului superior.



6

Aplicația specifică a sistemului propus în cadrul prezentei invenții o reprezintă reproducerea mișcărilor membrului superior și anume: flexia cotului, pronația/supinația, adducția/abducția și flexia/extensia mâinii (palmei) cu ajutorul unui sistem robotic de tip exoschelet realizat în două variante: varianta clasică de mecanism serial/antropomorfic și o variantă modulară, realizată din două module paralele destinată aceleiași aplicații.

Figurile prezentate în continuare exemplifică modul de realizare a invenției.

Figura 1 reprezintă varianta 1 de implementare a robotului cu patru grade de mobilitate (reprezentate prin cuplele active de rotație q_1, q_2, q_3, q_4) pentru recuperarea medicală a membrului superior.

Figurile 2 și 3 prezintă a doua modalitate de implementare a robotului cu patru grade de mobilitate realizat din două module (structuri robotice paralele) astfel:

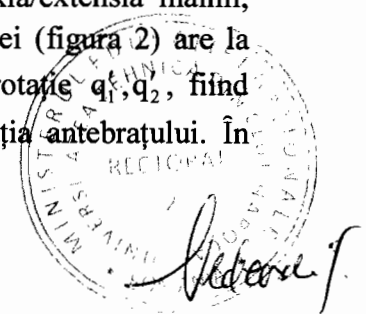
Figura 2 reprezintă primul modul al robotului pentru recuperarea medicală a antebrațului (flexia cotului și pronația/supinația), având două grade de mobilitate (reprezentate prin cuplele active de rotație q'_1, q'_2);

Figura 3 reprezintă al doilea modul al robotului pentru recuperarea medicală a mâinii (flexie/extensie și adducție/abducție), având două grade de mobilitate (reprezentate prin cuplele active de rotație q'_3, q'_4).

Sunt prezentate în continuare cele două variante de implementare ale familiei de structuri robotice făcând parte **din familia de roboți pentru recuperarea medicală a membrului superior**.

Prima variantă de implementare a robotului destinat recuperării medicale a membrului superior, conform invenției (figura 1) este realizat pe baza unei structuri seriale, antropomorfe, destinat mobilizării antebrațului și mâinii, deci a realizării flexiei cotului, pronației/supinației și a flexiei/extensiei și abducției/adducției mâinii. Întregul mecanism este așezat pe batiul 1 care susține cupla activă de rotație 2, unde este plasat și sistemul de coordonate fix al robotului (OXYZ). Cupla 2 are axa de rotație de-a lungul axei OY a sistemului de coordonate, iar acționarea se face cu ajutorul motorului rotativ 3, realizându-se deplasarea q_1 (rotație în jurul axei OY) și în final flexia antebrațului. Elementul de legătură 4 este poziționat și fixat de-a lungul antebrațului până la cupla de rotație activă 5 (plasată în treimea distală a antebrațului pacientului) acționată de motorul rotativ 6, astfel realizându-se mișcarea de pronație/supinație (rotație în jurul axei Ox_1 reprezentată prin cupla activă q_2). Aceeași cuplă de rotație 5 poziționează elementul de legătură 7 care susține cupla activă de rotație 8 al cărei rol este de a realiza mișcarea de adducție/abducție a mâinii, realizată prin cupla q_3 (rotație în jurul axei O_2z_2), fiind acționată cu ajutorul motorului 9. Elementul 10 susține cupla activă de rotație 11, care cu ajutorul elementului 13 și a prizei 14 și acționată de motorul rotativ 12 realizează mișcarea de flexie/extensie a mâinii (cupla q_4 , rotație în jurul axei O_3z_3).

A doua variantă de implementare a robotului pentru recuperarea medicală a membrului superior conform invenției, este alcătuită din două module, primul destinat recuperării antebrațului (flexia cotului și pronația/supinația), conform figurii 2 și al doilea, conform figurii 3 pentru recuperarea mișcărilor din încheietura mâinii, adică adducția/abducția și flexia/extensia mâinii, fiecare având propriul sistem de coordonate. **Primul modul**, conform invenției (figura 2) are la bază o structură paralelă cu 2 grade de mobilitate și două cuple active de rotație q_1, q_2 , fiind destinat reproducerii mișcărilor de flexie a cotului, respectiv pronația/supinația antebrațului. În



5

cadrul primului lanț cinematic al mecanismului paralel, cupla de rotație activă 15, acționată de motorul 16 este cea care realizează mișcarea de flexie din cot, adică o rotație în jurul axei OY (materializând cupla activă q'_1). Aceasta este fixată utilizând batiul 17. Cupla activă 15 acționează mai departe elementul 18 (care se rotește în jurul axei OY), acesta fiind rigid fixat de elementul 19. În cadrul celui de-al doilea lanț cinematic paralel, motorul 20, fixat cu ajutorul batiului 21 acționează cupla cardanică 22 (materializând cupla activă q'_2 , realizând o rotație în jurul unei axe paralele cu OX). Cupla cardanică 22 antrenează, prin intermediul elementului 23 care se rotește în interiorul elementului 19, angrenajul de roți dințate 24-25. Priza 26 se atașează rigid încheieturii mâinii pacientului, pentru a realiza în final cele două mișcări propuse: flexia cotului și pronația/supinația.

Al doilea modul, conform invenției (figura 3) are la bază o structură sferică paralelă cu 2 grade de mobilitate, având două cuple active de rotație (q'_3, q'_4), fiind destinat reproducerii mișcărilor de adducție/abducție, respectiv flexie/extensie a încheieturii mâinii. Astfel, elementul 27 a cărui rotație se realizează în jurul axei OY (materializând cupla q'_3) este acționat prin intermediul motorului 28 care este susținut de lagărele de mișcare 29 și 30, fixate între elementele batiului 31 și 32. Elementul 27 este prevăzut cu un canal în care este plasat și se poate roti în jurul axei OZ elementul 33, care se mișcă (se rotește în jurul axei OY) odată cu elementul 27. Pe elementul 33, care este de tip șină este poziționată sania 34 pe care este fixat elementul suport al mâinii pacientului 35. Așadar, prin intermediul lanțului cinematic de cuple și elemente: 27-28-29-30-33-34-35 se mobilizează încheietura mâinii pentru obținerea mișcării de adducție/abducție a mâinii. Cupla de rotație 36, acționată prin intermediul motorului 37 susținut de elementul 38, realizează mișcarea de flexie/extensie a mâinii, tot prin intermediul elementului 33 (materializând cupla activă q'_4).

Șina 33 și sania 34 sunt necesare deoarece cupla de rotație 36 este plasată sub încheietura mâinii pacientului, 39, astfel încât centrele de rotație ale cuplei 36 și încheieturii mâinii 39 sunt distanțate, ceea ce duce la o rază diferită a mișcării circulare în jurul axei OY.



Revendicări:

1. Sistemul robotic făcând parte din familia de roboți pentru recuperarea medicală a membrului superior, realizat într-o primă variantă cu arhitectură serială (conform figurii 1) **caracterizat prin aceea că** este compus din batiul 1 care susține cupla activă de rotație 2, unde este plasat și sistemul de coordonate fix al robotului (OXYZ), unde cupla 2 are axa de rotație de-a lungul axei OY a sistemului de coordonate, iar acționarea se face cu ajutorul motorului rotativ 3, unde elementul de legătură 4 este poziționat și fixat de-a lungul antebrațului până la cupla de rotație activă 5 (plasată în treimea distală a antebrațului pacientului) acționată de motorul rotativ 6, unde cupla de rotație 5 poziționează elementul de legătură 7 care susține cupla activă de rotație 8 acționată cu ajutorul motorului 9, iar elementul 10 susține cupla activă de rotație 11, care cu ajutorul elementului 13 și a prizei 14 și acționată de motorul rotativ 12 realizează mișcarea de flexie/extensie a mâinii.

2. Sistemul robotic făcând parte din familia de roboți pentru recuperarea medicală a membrului superior, realizat în varianta a doua într-o structură modulară paralelă, din care primul modul, (conform figurii 2) **caracterizat prin aceea că** este un robot paralel cu 2 grade de mobilitate și două cuple active de rotație q'_1, q'_2 , fiind destinat reproducerii mișcărilor de flexie a cotului, respectiv pronația/supinația antebrațului, unde cupla de rotație activă 15, acționată de motorul 16 este cea care realizează mișcarea de flexie din cot, adică o rotație în jurul axei OY (materializând cupla activă q'_1), fiind fixată utilizând batiul 17, iar cupla activă 15 acționează mai departe elementul 18 (care se rotește în jurul axei OY), acesta fiind rigid fixat de elementul 19, unde motorul 20, fixat cu ajutorul batiului 21 acționează cupla cardanică 22 (materializând cupla activă q'_2 , realizând o rotație în jurul unei axe paralele cu OX), iar cupla cardanică 22 antrenează prin intermediul elementului 23 care se rotește în interiorul elementului 19 angrenajul de roți dințate 24-25, iar priza 26 se atașează rigid încheieturii mâinii pacientului, pentru a realiza în final cele două mișcări propuse: flexia cotului și pronația/supinația, iar cel de-al doilea modul

3. Sistemul robotic făcând parte din familia de roboți pentru recuperarea medicală a membrului superior, realizat în varianta a doua într-o structură modulară paralelă, din care al doilea modul, (conform figurii 3) **caracterizat prin aceea că** are o structură sferică paralelă cu 2 grade de mobilitate, având două cuple active de rotație (q'_3, q'_4), fiind destinat reproducerii mișcărilor de adducție/abducție, respectiv flexie/extensie a încheieturii mâinii, iar elementul 27 este acționat prin intermediul motorului 28 care este susținut de lagărele de mișcare 29 și 30, fixate între elementele batiului 31 și 32, unde rotația elementului 27 se realizează în jurul axei OY (materializând cupla q'_3), iar elementul 27 este prevăzut cu un canal în care este plasat și se poate roti în jurul axei OZ elementul 33, care se mișcă (se rotește în jurul axei OY) odată cu elementul 27, iar pe elementul 33, care este de tip șină este poziționată sania 34 pe care este fixat elementul suport al mâinii pacientului 35, iar cupla de rotație 36 acționată prin intermediul motorului 37 susținut de elementul 38 realizează mișcarea de flexie/extensie a mâinii, tot prin intermediul elementului 33 (materializând cupla activă q'_4), unde șina 33 și sania 34 sunt necesare deoarece cupla de rotație 36 este plasată sub încheietura mâinii pacientului, 39, astfel încât centrele de rotație ale cuplei 36 și încheieturii mâinii 39 sunt distanțate, ceea ce duce la o rază diferită a mișcării circulare în jurul axei OY.



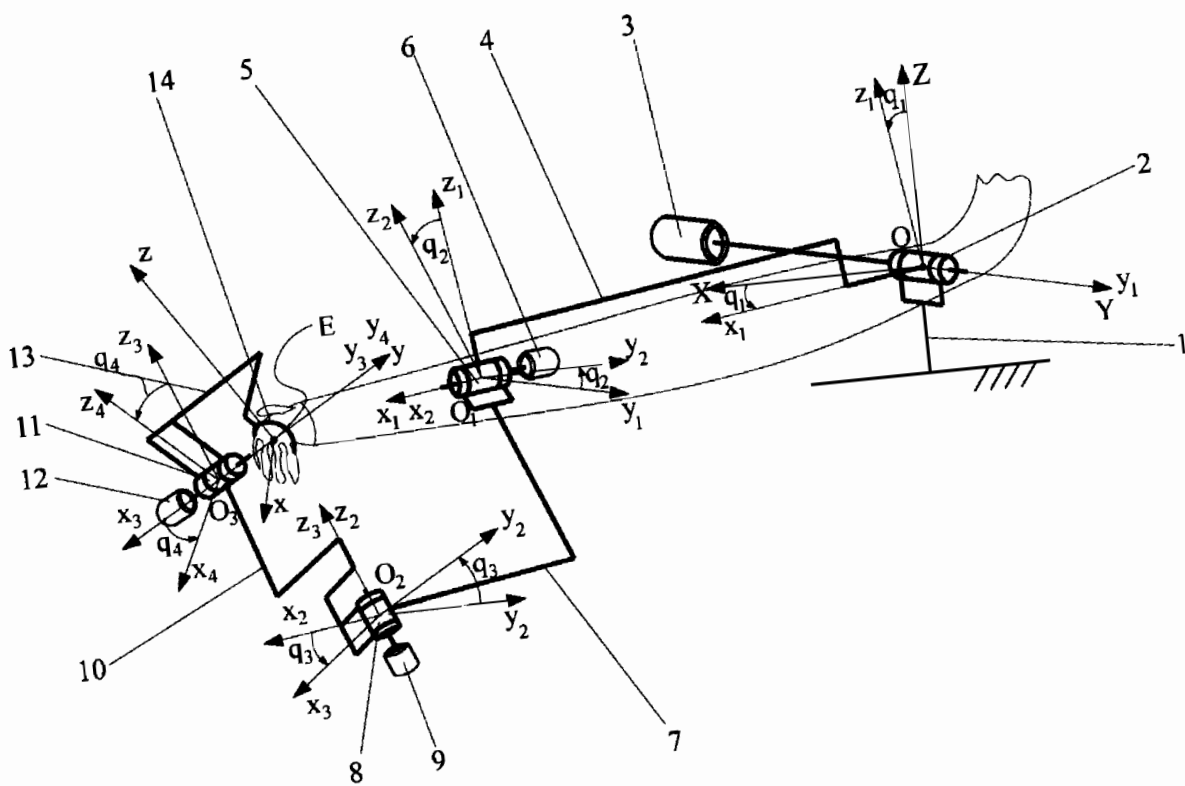


Figura 1

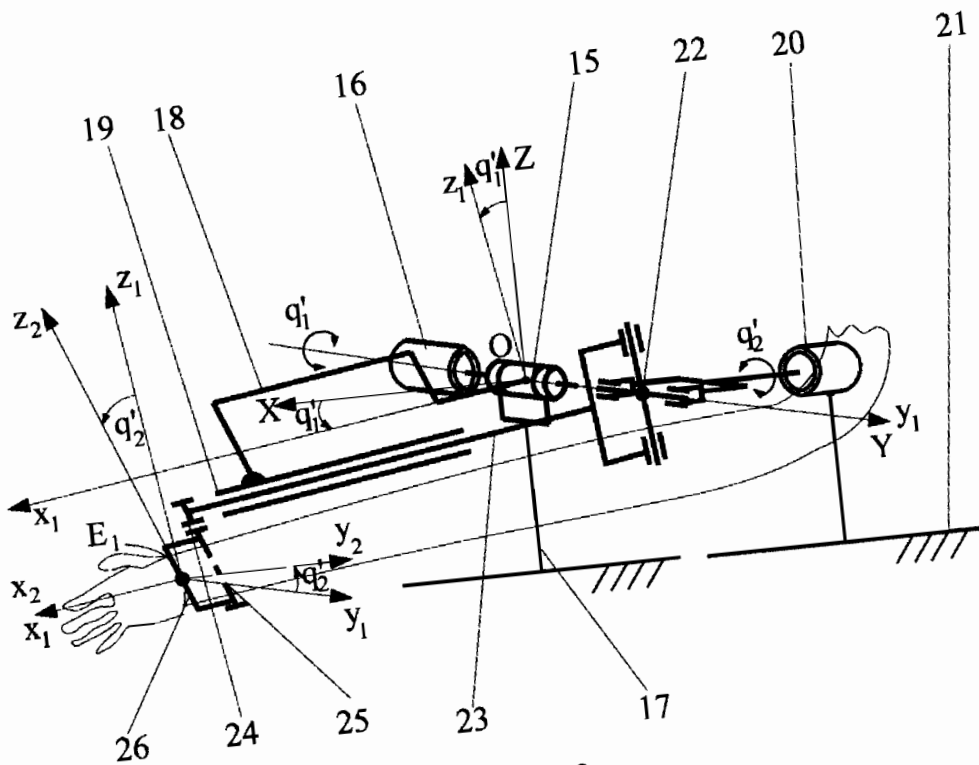


Figura 2



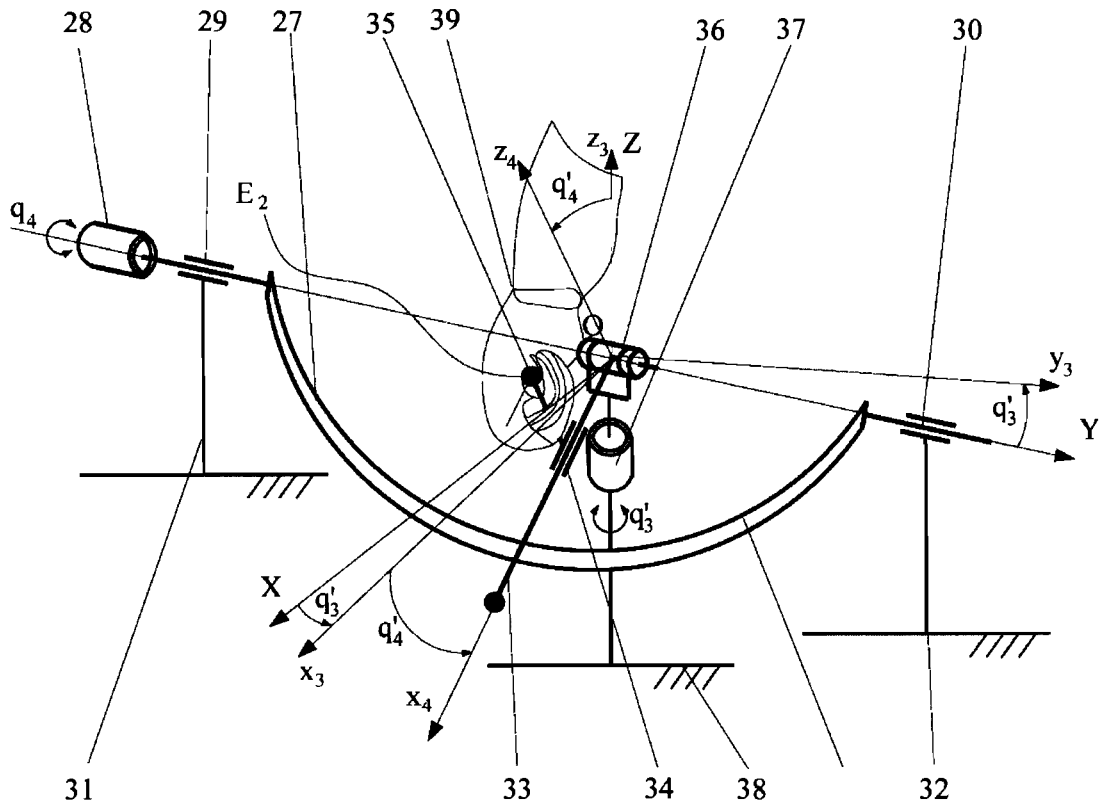


Figura 3

