

(12)

CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: **a 2017 00072**

(22) Data de depozit: **10/02/2017**

(41) Data publicării cererii:
30/08/2018 BOPI nr. **8/2018**

(71) Solicitant:
• UNIVERSITATEA TEHNICĂ "GHEORGHE
ASACHI" DIN IAȘI,
STR. PROF. DR. DOC. DIMITRIE
MANGERON NR. 67, IAȘI, IS, RO

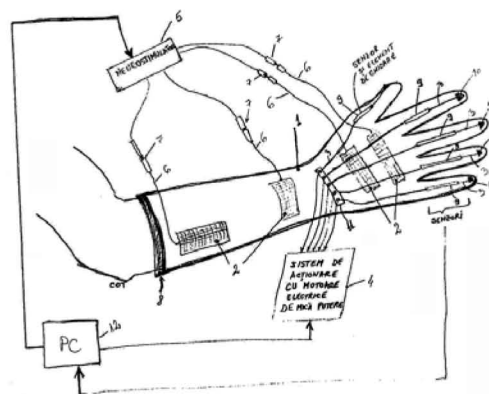
(72) Inventatori:
• POBORONIUC MARIAN-SILVIU,
STR. FUNDAC CĂLCĂI NR. 3A,
SAT URICANI, MIROSLAVA, IS, RO;
• IRIMIA DĂNUȚ-CONSTANTIN,
ALEEA TUDOR NECULAI, NR.94-98,
MANSARDĂ, AP.24, IAȘI, IS, RO

(54) **SISTEM HIBRID MĂNUȘĂ MECATRONICĂ-NEUROPROTEZĂ
CU ELECTROZI TEXTILI ÎNCORPORAȚI,
PENTRU RECUPERAREA MĂINII LA PERSOANELE
CU HANDICAP NEUROMOTOR**

(57) Rezumat:

Invenția se referă la un sistem hibrid mănușă mecatronică-neuroproteză cu electrozi textili încorporați, pentru recuperarea unei mâini cu handicap neuromotor. Mănușa, conform invenției, este fixată pe antebraț cu o bandă de silicon sau cu scai (8) și conține niște seturi de electrozi textili (2) pentru activarea musculaturii extensiei pumnului și degetelor, conectate, prin niște cabluri (6) și niște conectori (7), la un neurostimulator (5), mănușa (1) conținând și niște cabluri de acționare (3) prinse la capetele degetelor cu niște conectori (10), monitorizate senzorial și ghidate pe deget printr-un sistem de ghidare și senzori (9), trecute printr-un sistem de ghidare și colectare a cablurilor (11) și acționate de sistemul de acționare cu motoare de mică putere (4), controlat de către un sistem inteligent (12).

Revendicări: 1
Figuri: 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).



OFICIUL DE STAT PENTRU INVENȚII ȘI MĂRCI
Cerere de brevet de invenție
Nr. a 2017 00072
Data depozit 10-02-2017

21

SISTEM HIBRID MĂNUȘĂ MECATRONICĂ-NEUROPROTEZĂ CU ELECTROZI TEXTILI INCORPORAȚI PENTRU RECUPERAREA MĂINII LA PERSOANELE CU HANDICAP NEUROMOTOR

Invenția se referă la un sistem hibrid mână-mecatronică-neuroproteză cu electrozi textili încorporați, denumit MANUTEX de către autori, util în facilitarea recuperării mișcărilor mâinii persoanelor cu handicap neuromotor datorat unor leziuni la nivelul sistemului nervos central. Sistemul se va utiliza de către pacienți cu diagnostic stabilit și va presupune plasarea mână-mecatronice cu electrozi încorporați, de exemplu prin tricotare, pe mâna cu deficit neuromotor cu care se dorește efectuarea de exerciții pentru reabilitare. Sistemul senzorial plasat pe mână MANUTEX va permite efectuarea de exerciții predefinite sau copierea mișcării mâinii valide dacă pe aceasta se plasează o mână asemănătoare cu senzori. Sistemul MANUTEX care cuprinde mână-mecatronică, care permite coordonarea individuală a degetelor, sistemul de electrostimulare cu electrozi textili încorporați în mână, care permite comanda musculaturii antebrațului pentru generarea mișcărilor degetelor prin acțiunea mușchilor, și sistemul senzorial plasat pe degete, care asigură informația pentru controlul poziției degetelor între poziția inițială flexat și finală extins, este controlat prin intermediul unui laptop, calculator sau microcontroler. Considerăm că sistemul MANUTEX permite un control balansat, element de mare noutate, între mișcarea inițiată prin electrostimularea musculaturii antebrațului și cea ghidată fin prin intermediul sistemului mecatronic tip mână montată pe mână și antebraț, permițând și potențând și acțiunea voluntară a utilizatorului, cu potențial major în recuperarea neuromotorie a mâinii, idee susținută de cercetări recente care au demonstrat că executarea unor mișcări ale membrilor prin intermediul electrostimulării funcționale poate conduce la reorganizare corticală [Ignat B.E et al., 2011].

Stimularea electrică funcțională constă în producerea contracțiilor mușchilor paralizați prin intermediul stimulării electrice a nervilor, cu electrozi de suprafață sau implantați. Prin activarea secvențială a grupelor de mușchi, de exemplu la nivelul membrilor, se poate produce o mișcare complexă mimând activități care anterior afectării sistemului nervos central erau efectuate voluntar. O condiție necesară este ca nervul mușchiului care se dorește a fi activat să fie încă funcțional.

Stimulul electric de forma unor pulsuri, tip undă asimetrică bifazică sau simetrică bifazică, este furnizat nervilor care deservește mușchii de către un aparat, numit aparat de electrostimulare sau neurostimulator, prin intermediul unor electrozi de suprafață sau implantați. Modul de realizare a electrozilor textili încorporați face obiectul unor alte cereri de brevet [A00673/21.09.2015, A00787/03.11.2015].

În momentul actual, există numeroase afecțiuni care generează deficit motor total sau parțial, cum ar fi: patologii cerebro-vasculare, traumatisme craniocerebrale, traumatisme vertebro-medulare etc. Toți acești pacienți necesită procedee de kinetoterapie laborioase, de stimulare electrică funcțională sau alte exerciții necesare tonifierii musculaturii. Toate acestea necesită timp acordat unui singur pacient, costuri de spitalizare, prezența permanentă a pacientului într-o unitate de tratament și recuperarea îndelungată. Cercetările actuale au relevat un impact major în recuperarea neuromotorie prin utilizarea stimulării electrice funcționale pentru exerciții care implică participarea pacientului, de exemplu facilitând reorganizarea corticală la pacienții cu accident vascular cerebral [Bustamante C. Et.al., 2016, Knutson, J.S. et.al., 2016]. Dar exercițiile trebuie efectuate corect, repetitiv și îndelungat și cu posibilitate de evaluare a îmbunătățirilor pe parcursul recuperării neuromotorii.



Însă, deficiența majoră a unor proceduri actuale este obținerea unor mișcări lipsite de finețe și de coordonare, și care să poată integra și mișcarea, oricât de puțin perceptibilă, inițiată de către utilizator. Pentru o bună desfășurare spațio-temporală, o mișcare trebuie să posede coordonare, care implică: start precis, traiectorie și viteză adecvată și un final precis al mișcării. Tandemul sistem oculomotor-mână este asamblat în structuri neuronale implicate în planificarea și coordonarea ochi-mână. Considerăm că tocmai această combinație între răspunsul sistemului ocular și mână poate contribui fundamental la îmbunătățirea performanțelor sistemului format din mânușa mecatronică și stimularea electrică funcțională, prin creșterea preciziei și coordonării membrului cu deficit motor. Mai mult, mișcarea *în oglindă* a mâinii cu deficit neuromotor ajutată de sistemul MANUTEX, copiind mâna validă, are de asemenea potențial de a conduce la recuperarea mișcărilor mâinii cu deficit neuromotor.

Problema practică pe care o rezolvă prezenta invenție constă în propunerea unui sistem mecatronic-neuroproteză inteligent, tip mânușă mecatronică cu electrozi textili, pentru recuperarea mișcărilor mâinii persoanelor cu handicap neuromotor datorat unor leziuni la nivelul sistemului nervos central, care îmbină caracteristicile de precizie în efectuarea unor mișcări la nivelul mâinii ale unui sistem mecatronic tip mânușă, cu facilitarea participării musculaturii antebrațului și pumnului la mișcarea pumnului și degetelor, prin stimularea electrică funcțională a grupelor musculare utile în susținerea mișcării tip exercițiu efectuat și/sau inițiat de către pacient.

Sistemul MANUTEX propus poate fi utilizat atât în ambulatoriu cât și în unitățile de tratament recuperatoriu, ar conduce la tonifierea musculaturii antebrațului și îmbunătățirea coordonării mâinii, putând aduce beneficii atât pacienților cât și sistemului de sănătate publică prin reducerea costurilor spitalizărilor și recuperării neuromotorii a diverselor categorii de pacienți. Unii pacienți, de exemplu cei hemiplegici datorită unui accident vascular cerebral, ar putea să își monteze singuri aparatul și să pornească exercițiile, după ce în prealabil specialistul bioinginer, kinetoterapeut sau medic neurolog a prescris parametrii de electrostimulare.

În urma aplicării invenției se obțin următoarele avantaje:

- Reducerea dependenței persoanelor cu handicap neuromotor de personalul de îngrijire;
- Efectuarea cu ușurință în ambulatoriu a exercițiilor de recuperare neuromotorie a mâinii. Pacientul poate să-și desfășoare, astfel, exercițiile de recuperare și la domiciliu, după ce, în prealabil, a urmat un instructaj;
- Reducerea costurilor necesare îngrijirii și recuperării unui pacient cu handicap neuromotor datorat unei leziuni la nivelul sistemului nervos central;
- Creșterea calității vieții pacienților cu handicap neuromotor prin facilitarea efectuării unor mișcări din ce în ce mai precise ale mâinii, și apucarea unor obiecte necesare pentru cei cu potențial restant.
- Sistemul de control al electrostimulării presupune prescrierea unui număr mic de parametri și aplicarea practică a sistemului inteligent MANUTEX necesită doar plasarea mânușii mecatronice dotată cu senzori și electrozi textili incorporați, și pornirea sistemului, toate calculele necesare mișcării pe traiectorie/exerciții căzând în sarcina sistemului de calcul.

În continuare se prezintă sistemul MANUTEX propus, prin raportare la figura 1.

Sistemul MANUTEX, conform invenției, integrează o neuroproteză constituită dintr-o mânușă 1 cu electrozi textili 2 plasați pe grupele musculare cu rol determinant în mișcarea pumnului și degetelor, un sistem mecatronic de coordonare mecanică a mișcării degetelor, prin acționarea unor cabluri 3 cu motoare electrice de mică putere 4, și un aparat de electrostimulare 5, denumit și neurostimulator, care furnizează stimulul electric necesar



producerii contracției tetanice a mușchilor vizați. Fiecare pereche de electrozi textili 2 se conectează la un canal de stimulare al neurostimulatorului prin intermediul cablurilor 6 și conectorilor tip teacă-pin 7. Un canal de stimulare va închide un circuit electric între un electrod activ (catod) și unul indiferent (anod) plasați în vecinătatea nervilor mușchilor care se doresc a fi activați. Perechea de electrozi textili 2 de pe antebraț are în special rolul de a activa extensia pumnului și o extensie grosieră a degetelor, iar perechea de electrozi textili 2 de pe mână are rolul de a asigura un control mai fin al extensiei degetelor. Literatura de specialitate oferă lămuriri în legătură cu aceste plasări ale electrozilor la nivelul antebrațului și mâinii. La pacienții cu accident vascular cerebral de cele mai multe ori se preferă realizarea corectă a extensiei pumnului și degetelor, flexia acestora realizându-se prin acțiunea voluntară a pacientului, dacă există potențial restant.

Pacientul va îmbrăca mănușa 1 complet echipată, cu o lungime adecvată până în apropierea cotului, care va fi menținută în poziția dorită pe baza benzii de silicon 8, sau o bandă de fixare cu scai, plasată pe tubul final al mănușii, adaptarea la anatomia diverselor tipuri de pacienți realizându-se prin confecționarea unor mănuși de diverse dimensiuni, de exemplu S, M, XL. Mișcarea mecatronică a degetelor se va realiza prin controlul sistemului de acționare cu motoare electrice de mică putere 4, care acționează cablurile 3 trecute prin sistemul de ghidare și senzori 9 și prinse la capătul de degetelor de mănușă în conectorii 10. Un sistem de ghidare și colectarea a cablurilor 11 este prevăzut a fi fixat la nivelul încheieturii, pe mănușa 1.

Modularea contracției grupelor musculare vizate se realizează prin modificarea curentului, duratei pulsurilor sau frecvenței stimulului electric furnizat pe fiecare canal de stimulare de către neurostimulatorul 5, în concordanță cu strategia de control implementată în sistemul inteligent de control 12. Pe baza datelor furnizate de sistemul senzorial 9, și a dimensiunilor actuale ale mănușii mecatronice, sistemul inteligent de calcul 12 va calcula traiectoriile necesare în spațiul articulațiilor pentru susținerea mișcării dorite a mâinii și degetelor pacientului, fie după o referință preluată de la mâna validă, fie după datele unui exercițiu preprogramat, dând comenzile necesare sistemului de acționare cu motoare de mică putere 4 și neurostimulatorului 5.

Există posibilitatea ca, pentru fiecare dintre canalele de stimulare, doi dintre acești parametri să fie menținuți constanți și un al treilea (de exemplu durata pulsurilor) să fie modificat pentru a modula contracția grupei musculare vizată. Domeniul de variație al parametrului/parametrilor de control se deduce printr-o testare inițială împreună cu subiectul.

Balansul între mișcarea generată prin contracție controlată a musculaturii antebrațului și mâinii, și motoarele 4 ale sistemului mecatronic, este asigurat printr-o programare adecvată a sistemului de calcul și control 12. De exemplu, la pacienții cu accident vascular cerebral, se va acorda o importanță majoră controlului musculaturii prin stimulare electrică, ca răspuns și la un eventual potențial restant al mișcării, sistemul mecatronic de acționare fiind util în finețea reglării pe traiectorie, deoarece la aceștia există premise mari în stimularea reorganizării corticale și recuperare neuromotorie a mâinii prin acest mod de efectuare a exercițiilor. Sistemul MANUTEX se poate realiza în oglindă, pentru mâna stângă sau mâna dreaptă.



REVENDICĂRI

Sistem hibrid mână mecatronică-neuroproteză cu electrozi textili încorporați *MANUTEX* pentru recuperarea mâinii la persoanele cu handicap neuromotor, **este caracterizat prin aceea că** realizează coordonarea unor mișcări ale mâinii paralizate/afectate motor în diverse grade, mișcări inițiate voluntar de către mușchii pacientului sau automat de către sistemul mecatronic, dacă nu există potențial de mișcare restant, prin alegerea de către pacient/kinetoterapeut a unui tip de exercițiu prestabilit sau cu referință la mișcarea mâinii valide, mână [1], fixată pe antebraț cu banda de silicon sau cu scai [8], conținând seturile de electrozi [2], necesare activării musculaturii extensiei pumnului și degetelor, conectate prin cablurile [6] și conectorii [7] la neurostimulatorul [5], și cablurile de acționare [3] prinse la capetele degetelor cu conectorii [10], monitorizate senzorial și ghidate pe deget prin sistemul [9], trecute printr-un sistem de ghidare și colectarea a cablurilor [11], și acționate de sistemul de acționare cu motoare de mică putere [4], controlată de către un sistem inteligent [12].



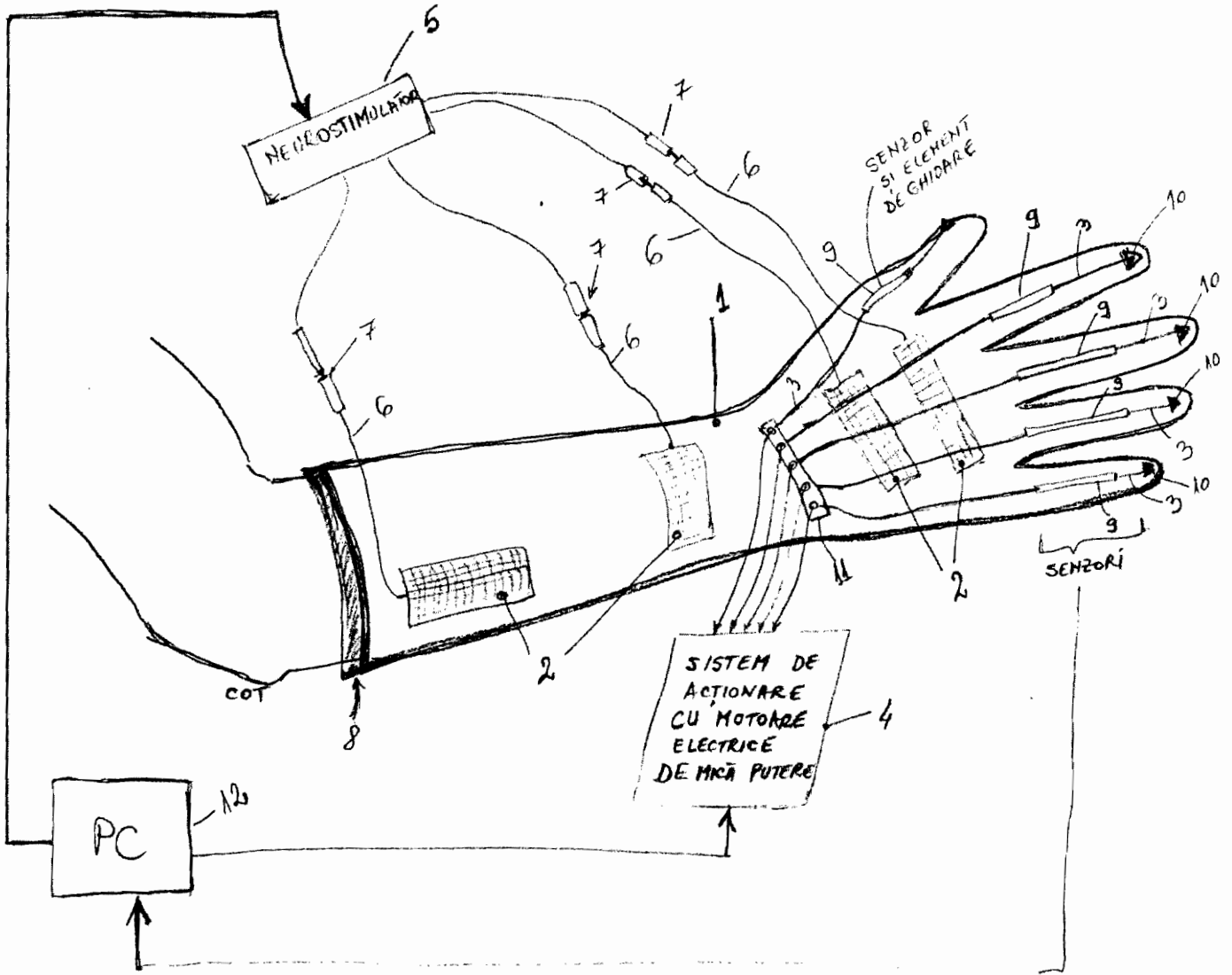


Figura 1.

