



(12) CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: a 2011 00327

(22) Data de depozit: 08.04.2011

(41) Data publicării cererii:
30.01.2012 BOPI nr. 1/2012

(71) Solicitant:
• UNIVERSITATEA "TRANSILVANIA"
DIN BRAȘOV, BD.EROILOR NR.29,
BRAȘOV, BV, RO

(72) Inventatori:
• BARBU DANIELA MARIANA,
STR. T. VLADIMIRESCU NR. 34, BL. 2A,
SC. A, AP. 32, BRAȘOV, BV, RO;

• LACHE SIMONA, STR. CRIȘULUI NR. 6A,
ET. 2, AP. 8, BRAȘOV, BV, RO;
• LUCULESCU MARIUS CRISTIAN,
STR. CICEU NR. 3, BL. 31, SC. D, ET. 3,
AP. 11, BRAȘOV, BV, RO;
• BARBU ION, STR. T. VLADIMIRESCU
NR. 34, BL. 2A, SC. A, AP. 32, BRAȘOV,
BV, RO

(54) SISTEM MECATRONIC DE RECUPERARE LOCOMOTORIE
PENTRU MEMBRUL INFERIOR

(57) Rezumat:

Invenția se referă la un sistem mecatronic de recuperare medicală a problemelor locomotorii ale membrului inferior prin kinetoterapie, și presupune antrenarea unui picior cu probleme locomotorii, pe baza unui program de recuperare creat pornind de la mișcarea naturală a celuiilalt picior, sănătos, al unui pacient. Sistemul conform invenției este alcătuit din trei părți: o parte mecanică, ce constă dintr-un dispozitiv ortotic (DORT), alcătuit dintr-o carcasă (1) cu o coroană dințată dispusă la interior, un pinion (3) și trei sateliți (4), precum și două tije (7 și 8) de susare se montează pe segmentele membrului inferior, și anume, pe coapsă și pe gambă, angrenajul astfel format fiind acționat de un motor (MCC) electric, o parte electronică, alcătuită dintr-un sistem (SMTx) de senzori, pentru înregistrarea și monitorizarea parametrilor de mișcare ai picioarelor, atât ai piciorului sănătos, cât și ai celui cu probleme locomotorii, și dintr-un modul (MECC) de comandă și control, format dintr-un sistem de dezvoltare cu micro-controler și dintr-un modul de comandă a motorului (MCC) electric, și o parte software, care cuprinde software pentru achiziția de date de la sistemul de senzori, rutine pentru comanda motorului electric și rutine de comunicație între sistemul cu microcontroler și un calculator PC.

Revendicări: 1
Figuri: 5

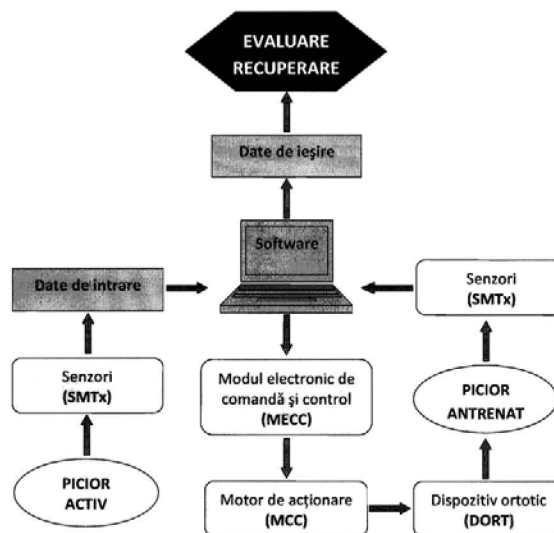
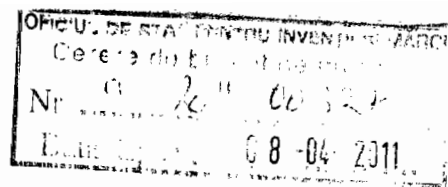


Fig. 1

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).



Nr. int SPI: 77/29.03.11



SISTEM MECATRONIC DE RECUPERARE LOCOMOTORIE PENTRU MEMBRUL INFERIOR

DESCRIEREA INVENȚIEI


Invenția este un sistem mecatronic de recuperare medicală a problemelor locomotorii ale membrului inferior. Sistemul funcționează pe principiul recuperării medicale prin kinetoterapie și presupune antrenarea piciorului cu probleme locomotorii pe baza unui program de recuperare creat pornind de la mișcarea naturală a piciorului sănătos.

Destinația sistemului ce reprezintă obiectul prezentei invenții se referă la următoarele categorii de persoane pentru care este necesară o tehnică de recuperare medicală:

- persoanele care au suferit un accident și au pierdut parțial posibilitatea de a mișca un picior sau o mână;
- persoane care au suferit intervenții chirurgicale și care au nevoie de o tehnică de recuperare a locomoției;
- sportivi care au nevoie de antrenament sau necesită recuperare medicală după o accidentare;
- persoane vârstnice care necesită exerciții de reabilitare neuromotorie;
- copii cu distrofie neuro-musculară;
- persoane care din diferite cauze și-au pierdut temporar funcția locomotorie etc.

O orteză este un dispozitiv aplicat pe o parte a organismului uman pentru a corecta o diformitate, a îmbunătăți o funcție sau pentru a diminua simptomele unei boli. Aceasta poate fi un dispozitiv aplicat extern, care sprijină sau asistă sistemul neuro-musculo-skeletal.

Deși în ultima perioadă, atât pe plan național, cât și internațional, s-a acordat o atenție cât mai sporită unor astfel de echipamente, cercetările bibliografice făcute au evidențiat doar sisteme care realizează recuperare medicală fără un control exact al modului în care acesta influențează în timp starea de sănătate a subiectului respectiv. Este vorba de o serie de orteze (pasive sau active), produse în diverse firme naționale și internaționale, produse care se utilizează pentru recuperare posttraumatică, însă la care nu se face un control exact al stării evolutive a subiectului, iar mișcarea piciorului cu probleme locomotorii nu este legată de cea a piciorului sănătos (mișcare naturală, individuală, specifică fiecărui organism în parte).

Borik 



Firme, precum Prim [1], ART-REH [2], Sporlastic [3], Bort [4], Fior-Gentz [5] și altele, produc diverse tipuri de modele de orteze pentru genunchi, destinate recuperării posttraumatice. Modelele cele mai avansate pot fi active sau pasive, pot avea posibilitate de limitare a unghiului de flexie sau extensie, asigură recuperarea de durată a membrului afectat. Dezavantajele acestora constau în următoarele: presupun o perioadă lungă de antrenament; nu se poate urmări evoluția recuperării medicale în timp: nu există posibilitatea de control al mișcării; recuperarea membrului afectat nu ține cont de mișcarea naturală a celui sănătos; necesită control de specialitate periodic.

Experimental, un laborator de cercetare a publicat studii pe diverse astfel de sisteme de recuperare medicală. O echipă de la Northeastern University propune un sistem de recuperare activ [6]. Principiul acestuia de funcționare este pe bază de actuatori și presupune metode de testare electromiografice. Principalul dezavantaj al acestui sistem constă în complexitatea sistemului. Aceasta conduce la un echipament scump, ce poate fi utilizat doar în cabinete de recuperare neurolocomotorie, asistat de personal de specialitate.

Așa cum s-a prezentat anterior, există o gamă largă de produse pentru recuperarea membrului inferior. Acestea oferă recuperarea pasivă a funcției locomotorii pierdute doar prin exerciții sau, în cazuri mai puțin grave, prin mersul propriu-zis.

Scopul invenției este de a oferi un produs necesar recuperării locomotorii a membrului inferior, printr-o metodă activă nouă de recuperare bazată pe tehnici kinetoterapeutice. Originalitatea sistemului propus constă în aceea că mișcarea piciorului cu probleme locomotorii este „impusă” de mișcarea naturală a piciorului sănătos. Astfel, recuperarea se va putea face urmând parametrii locomotorii proprii ai organismului subiectului. În plus, piciorul afectat este „forțat” prin antrenament să preia parametrii piciorului sănătos (unghiuri de flexie și extensie, viteză de deplasare, amplitudine), iar recuperarea se va putea face astfel prin compararea parametrilor cinematici corespunzători celor două picioare. Se va putea urmări astfel mult mai ușor evoluția în timp a recuperării membrului inferior afectat.

Invenția funcționează pe principiul recuperării medicale prin kinetoterapie. Sistemul este destinat în special recuperării articulației genunchiului, dar prin executarea exercițiilor respective va fi afectată și masa musculară aferentă. Sistemul este conceput modular: senzorii pentru înregistrarea mișcărilor picioarelor, software specializat, modul electronic de comandă și control, motorul de acționare și modulul mecanic – dispozitivul ortotic. Acesta din urmă se atașează pe picior, în zona în care se dorește a se realiza recuperarea. Articulația vizată spre recuperare este genunchiul, însă, datorită similitudinii anatomice, sistemul poate fi adaptat și

Bank

D. B. B.

pentru cot. O caracteristică importantă a acestuia o reprezintă posibilitatea de particularizare a recuperării pentru fiecare subiect în funcție de tipul și programul de recuperare. Originalitatea sistemului constă în aceea că recuperarea va fi realizată prin antrenamentul piciorului după diferite programe: copierea mișcărilor membrului inferior sănătos și efectuarea unor mișcări predefinite ca timp, viteză și unghiuri de flexie și extensie etc.

Invenția prezintă următoarele avantaje:

- în comparație cu produsele similare de pe piață, folosește mișcarea naturală a fiecărui organism în parte, pentru a recupera membrul cu probleme locomotorii;
- prin recuperare, se restaurează parametrii proprii locomotori ai piciorului afectat;
- este ușor adaptabil în funcție de fizionomia și parametrii locomotori specifici fiecărui subiect cu astfel de probleme;
- poate fi folosit individual, pentru fiecare program de recuperare în parte, pentru fiecare pacient în parte;
- permite analiza stării de evoluție a programului de recuperare, modificarea acestuia în funcție de eventualele probleme apărute;
- permite crearea de baze de date specifice fiecărui tip de afecțiune locomotorie și recuperării corespunzătoare;
- nu necesită spitalizare și control medical de specialitate pe perioada recuperării.

Un exemplu de realizare a invenției este prezentat în continuare.

Pentru detalierea sistemului și prezentarea modului acesta de funcționare, s-au atașat câteva figuri explicative:

Figura 1 prezintă schema constructivă de principiu a sistemului mecatronic de recuperare locomotorie;

Figura 2 descrie partea mecanică a sistemului și anume dispozitivul ortotic;

În figura 3 sunt prezentate cele două componente electronice ale modulului electronic de comandă și control (MECC);

Figura 4 descrie structura software a sistemului;

Iar în figura 5 sunt prezentate câteva fotografii din timpul testelor experimentale.

Sistemul funcționează în cazul general în care doar unul dintre membrele inferioare este afectat. Astfel, piciorul neafectat din punct de vedere locomotor va fi denumit „picior activ”, iar cel cu diverse probleme medicale (în special paraplegice) va fi denumit „picior

Ștefan Ștefan

Ștefan

antrenat”.

Subiectul este așezat comod în poziție șezândă, astfel încât picioarele nu ating podeaua, iar suprafața suport permite balansul picioarelor fără a împiedica mișcarea acestora.

Ca orice produs mecatronic, sistemul propus este format din trei module (figura 1):

- Partea mecanică: dispozitivul ortotic (**DORT**), motorul de acționare (**MCC**);
- Partea electronică (modulul de comandă și control - **MECC**, senzorică - **SMTx**);
- Partea software (programele în limbaj de asamblare pentru sistemul cu microcontroller, cele în limbaj de nivel superior pentru comunicația cu un calculator PC și software-ul de configurare a senzorilor).

Motorul de acționare (MCC)

În principiu, momentul pe care trebuie să-l dezvolte motorul include două componente: una pentru ridicarea piciorului, iar a doua componentă pentru învingerea rezistenței din articulație, care depinde de subiect și de starea de sănătate fizică și psihică a acestuia.

S-a utilizat un motor din seria 82-802-0 de producție Crouzet, USA, cu următoarele caracteristici:

Tip motor	Putere [W]	Turație [rot/min]	Tensiune de alimentare [V]	Momentul maxim [Nm]	Încărcarea axială dinamică [daN]	Încărcarea radială dinamică [daN]	Puterea maximă de ieșire [W]	Puterea nominală [W]	Greutatea [g]
82 802 0X00026Z	17	20	12	1.2	3.5	5	16.3	15.7	670

Dispozitivul ortotic (DORT)

Elementele componente ale dispozitivului ortotic sunt (figura 2):

- (1). Corp superior – 1 buc.
- (2). Suport motor – 1 buc.
- (3). Pinion – 1 buc.
- (4). Satelit – 3 buc.
- (5). Bolț satelit – 3 buc.
- (6). Manson prindere – 2 buc.
- (7). Tijă inferioară -1 buc.
- (8). Tijă superioară – 1 buc.

[Handwritten signature]

[Handwritten signature]

Elementele (1)-(6) formează angrenajul pentru demultiplicarea mișcării. Acesta este construit dintr-un angrenaj cu roți dințate compus dintr-o carcasă cu o coroană dințată, dispusă la interior cu 80 de dinți, un pinion cu 30 de dinți și 3 sateliți ce oferă un raport de transmitere de 2,6 necesar măririi cuplului motorului electric ce antrenează sistemul mecatronic de recuperare locomotorie. Angrenajul este construit dintr-un polimer sintetic termoplastic cu proprietăți mecanice bune, ce oferă o funcționare silențioasă, este biocompatibil astfel că nu poate cauza iritații în contact cu pielea și se poate curăța ușor cu apa și săpun.

Pentru antrenarea gambei, tijele de susținere (7) și (8) se montează pe segmentele membrului inferior, anume pe coapsa și pe gamba, folosindu-se chingi Velcro. Tijele sunt construite dintr-un aliaj ușor de aluminiu, cu proprietăți plastice bune, astfel că este ușor de modelat în formele geometrice dorite, dar, în același timp rezistent din punct de vedere mecanic.

Pentru controlul unghiurilor de flexie și extensie, se folosește baza suport a unei orteze de genunchi mobila Extender care are posibilitatea de reglare a flexiei și extensiei (flexie 0-135 °, extensie 0-90°) în trepte de 10°. Datorită sistemului „Quick lock” poate fi fixată în extensie totală. Aceasta prezintă în plus și următoarele avantaje: sprijinul pe maleole împiedică deplasarea suportului, fixarea se face prin intermediul unor chingi Velcro, iar aplicare este foarte ușoară. Construcția sa permite ca sistemul să se adapteze formei anatomice a piciorului.

Sistemele senzoriale (SMTx)

Studiul și analiza cinematicii și dinamicii celor două picioare, cel activ și cel antrenat, au condus la următoarele concluzii:

- Necesitatea echipării ambelor picioare cu senzori care să măsoare mișcările din articulația genunchiului, respectiv unghiul de deplasare.
- Necesitatea măsurării vitezei unghiulare a mișcării piciorului activ și a realizării unei mișcări cu o viteză unghiulară similară a piciorului antrenat.
- Necesitatea măsurării accelerațiilor corespunzătoare mișcării piciorului activ și a realizării unei mișcări cu accelerații similare ale piciorului antrenat.

Pentru înregistrarea și monitorizarea parametrilor de mișcare ai picioarelor (activ și antrenat) s-a folosit un kit XBus, produs de XSens – Olanda, format din 4 senzori MTx și unitatea XBus, sisteme capabile să măsoare simultan, în 3D, unghiuri de orientare, viteze

unghiulare și accelerații.

MTx este o unitate de măsurare cu performanțe excelente pentru măsurări orientate ale segmentelor corpului uman. Varianta standard este disponibilă pentru accelerații de până la 5g, însă aceasta poate fi extinsă până la 18g. Aceasta utilizează 3 giroscopuri pentru a determina rapid orientarea în spațiu și poate determina direcția gravitației și a nordului magnetic pentru a furniza un sistem de referințe. Algoritmul sistemului în timp real furnizează informațiile necesare pentru orientarea 3D precisă, cu un răspuns dinamic precis, ce rămâne stabil în timp.

Caracteristici: orientare de precizie 3D în întreg domeniul de 360 grade; răspuns dinamic înalt combinat cu stabilitate pe termen lung; accelerație, rată de transfer și caracteristici ale câmpului electromagnetic; prevăzut cu un senzor inerțial solid; design compact; rată de update mare; acceptă impulsuri de sincronizare; calibrare individuală de temperatură, aliniere precisă 3D; sensibilitate transversală.

Cu un kit de dezvoltare MTx, senzorul poate fi ușor integrat în orice sistem sau aplicație OEM. MTx este disponibil ca o unitate de sine stătătoare sau în versiunea cu Xbus. În cea de-a doua variantă, prin magistrala de date digitală, mai multe unități MTx pot fi utilizate simultan, ceea ce permite măsurări ambulatorii și directe ale mișcării umane.

XBus Master este un dispozitiv portabil care controlează multipli senzori MTx printr-un XBus, furnizând în acest fel date digitale. XBus Master analizează datele digitale de la senzori și oferă acestora tensiune de alimentare. Poate fi conectat la un PDA sau la un PC, prin cablu serial sau prin conexiune wireless, datele fiind achiziționate și utilizate în aplicații în timp real. XBus Master permite măsurări ambulatorii ale mișcării umane. Senzorii MTx furnizează orientare precisă 3D, rată de transfer și proprietăți ale câmpului electromagnetic.

Caracteristici: conectare multiplă cu mai mulți senzori de mișcare MTx prin intermediul unei sau a două magistrale Xbus; comanda sincronizată a mai mulți senzori MTx până la o frecvență de 512Hz; compatibil cu PDA sau PC prin cablu USB sau wireless cu conectare Bluetooth 2.0; compatibil cu Xsens MT Software și MT Software Development Kit; declanșare externă și notificarea momentului declanșării necesară pentru sincronizare; poate funcționa cu baterii sau la o sursă de alimentare cu curent electric; indicator al nivelului de încărcare al bateriilor; buffer de comunicație intern de 64 kB; alimentează senzorii MTx; design ergonomic cu curea elastică.

Domenii de utilizare: biomecanică; recuperare medicală; știința educației fizice și

Barik

Barik

sportului; realitate virtuală; ergonomie; animație.

Împreună cu senzorii MTx, Xbus Master permite măsurări ambulatorii ale mișcării umane. Acestea permit: orientare precisă 3D, accelerație 3D, rată de transfer (rată giroscopică) și câmp electromagnetic 3D. MT Software și SDK sunt compatibile cu Xbus.

Modulul de comandă și control (MECC)

Acesta este format din sistemul de dezvoltare IMC500 cu microcontroller și modulul de comandă al MCC (figura 3).

Sistemul de dezvoltare IMC500 este un sistem cu microcontroller 80C552 utilizat pentru testarea prototipului software-ului de comandă și control. El are următoarele caracteristici:

- Memoria de date externă (DATA MEMORY), de tip RAM static, cu capacitatea de 32 kB. Spațiul de adresare ocupat de memoria de date, în cadrul sistemului de dezvoltare, este cuprins între adresele 8000H și FFFFH;
- Memoria de program externă (PROGRAM MEMORY), de tip EPROM, cu capacitatea de 32 kB. Spațiul de adrese ocupat de memoria de program externă în cadrul sistemului de dezvoltare, este cuprins între 0000H și 7FFFH. Memoria externă de program conține programele de funcționare ale sistemului sau în faza de dezvoltare a acestora conține un program monitor;
- Interfață serială compatibilă RS-232;
- Bus serial I²C (bus multimaster cu arbitrare de priorități și viteză mare de transmisie - 100 kbytes pe secundă în modul standard și 400 kbytes pe secundă în modul rapid -, frecvența maximă a ceasului serial este 100 kHz);
- 2 porturi paralele de ieșire, externe, de 8 biți;
- 1 port paralel de intrare, extern, de 8 biți;
- 8 intrări multiplexate la un convertor analog-digital cu rezoluția de 10 biți, implementat în structura microcontroller-ului 80C552 și caracterizat de un timp de conversie de 50 cicluri mașină (aproximativ 50 μs);
- 8 ieșiri decodificate de selecție porturi;
- 2 ieșiri analogice de 8 biți modulate în durată (PWM). Prin integrarea lor se pot obține două convertoare digital-analogice de 8 biți. Unul dintre acestea este utilizat pentru comanda motorului de curent continuu al sistemului proiectat;
- 3 timer-e pe 16 biți;

D. I. I. I.

[Handwritten signatures]

- 1 watchdog programabil (mijloc de auto-deblocare în cazul execuției eronate a programelor, datorită perturbațiilor sau interferențelor);
- 15 linii de întreruperi, dintre care 6 linii externe;
- Reset la punerea sub tensiune;
- Conectarea directă a unui afișaj cu cristale lichide.

Rolul sistemului de dezvoltare IMC500 este următorul:

- În cazul modului de lucru independent al sistemului articulată pentru recuperare, canalul PWM de comandă a motorului de curent continuu este programat în timp real, corespunzător funcției de mișcare care trebuie executată, de la un calculator PC, prin intermediul unei interfețe grafice utilizator realizată în Visual Basic.
- În cazul modului de lucru în corelație cu mișcările celuilalt membru inferior al pacientului, canalul PWM de comandă a motorului de curent continuu este programat în timp real, corespunzător valorilor achiziționate de la senzorii de mișcare, astfel încât să se execute mișcări identice sau defazate ca poziție cu o valoare setabilă din software-ul de la un calculator PC.

Modulul de comandă al motorului de curent continuu conține un circuit L298. Pentru comanda variabilă a turației se utilizează semnalul PWM (Pulse Width Modulation) generat de microcontroller, care determină o modificare a tensiunii de alimentare a motorului între 0 și 12 V. Sensul de rotație este schimbat prin intermediul a două ieșiri digitale ale sistemului cu microcontroller aplicate pe modulul de comandă al MCC. Aceste elemente permit modificarea turației motorului și implicit modificarea unghiului de flexie sau extensie și a vitezei de mișcare a membrului antrenat.

Din punct de vedere software, structura este prezentată în figura 4.

- Software-ul de comandă și control al sistemului de recuperare (1)* este implementat la nivelul PC-ului, programele fiind scrise în limbaj de nivel superior (Visual Basic). Prin intermediul interfeței grafice se pot alege modurile de mișcare ale sistemului articulată, se pot programa parametrii de comunicație între PC și sistemul cu microcontroller, se pot accesa fișierele cu datele achiziționate de la senzori etc.
- Ca *software pentru achiziția de date de la senzori* este utilizat în primă fază pachetul cu care a fost livrat sistemul de achiziție, rezultatele fiind stocate în fișiere de unde se vor prelua de către software-ul (1) și care vor fi transmise către sistemul cu microcontroller (3), (4). În faza următoare, procesul de achiziție de date de la senzori va fi implementat în rutinele

Pomirko

Alastu

sistemului cu microcontroller.

3. Rutinele de comandă a motorului de curent continuu (MCC) împreună cu cele de comunicație dintre PC și IMC500 sunt stocate în memoria sistemului cu microcontroller.

Modul de funcționare al sistemul este următorul (figura 5):

- Utilizând senzori MTx de la XSens - Olanda (unitate de măsurare cu performanțe foarte bune pentru parametrii segmentelor corpului uman) se înregistrează parametrii de mișcare ai piciorului activ.
- În funcție de problemele medicale prezentate, se crează un program de recuperare locomotorie pentru piciorul afectat (antrenat). Se completează o bază de date cu mai multe astfel de programe prestabilite, care înregistrează mișcarea piciorului activ (sănătos) în funcție de timp, unghiuri de flexie și extensie, viteză de mișcare.
- Prin intermediul modulului de comandă și control, utilizând dispozitivul protetic se imprimă o mișcare controlată prin programele de recuperare medicală stabilite anterior pentru piciorul antrenat. Se înregistrează mișcările acestuia (utilizând același tip de senzori MTx) pentru a putea fi comparate cu mișcările piciorului activ și pentru a putea fi analizată evoluția recuperării acestuia în timp.

BIBLIOGRAFIE

- [1]. <http://www.prim.es/>
- [2]. <http://www.art-reh.pl/>
- [3]. <http://www.sporlastic.de/de/home.html>
- [4]. <http://www.bort.com/>
- [5]. http://www.fior-gentz.de/index.asp?tree_id=2636
- [6]. <http://www.robots.neu.edu/Knee/Kneeindex.htm>



SISTEM MECATRONIC DE RECUPERARE LOCOMOTORIE PENTRU MEMBRUL INFERIOR

REVEDICĂRI

1. Sistem mecatronic de recuperare medicală a problemelor locomotorii ale membrului inferior, *conform invenției*, caracterizat prin aceea că funcționează pe principiul tehnicilor kinetoterapeutice individuale și presupune antrenarea piciorului cu probleme locomotorii pe baza unui program de recuperare creat pornind de la mișcarea naturală a piciorului sănătos și cu posibilitatea de urmărire a evoluție în timp a recuperării.

Bu L. Pop

Starbu

SISTEM MECATRONIC DE RECUPERARE LOCOMOTORIE PENTRU MEMBRUL INFERIOR

DESENE

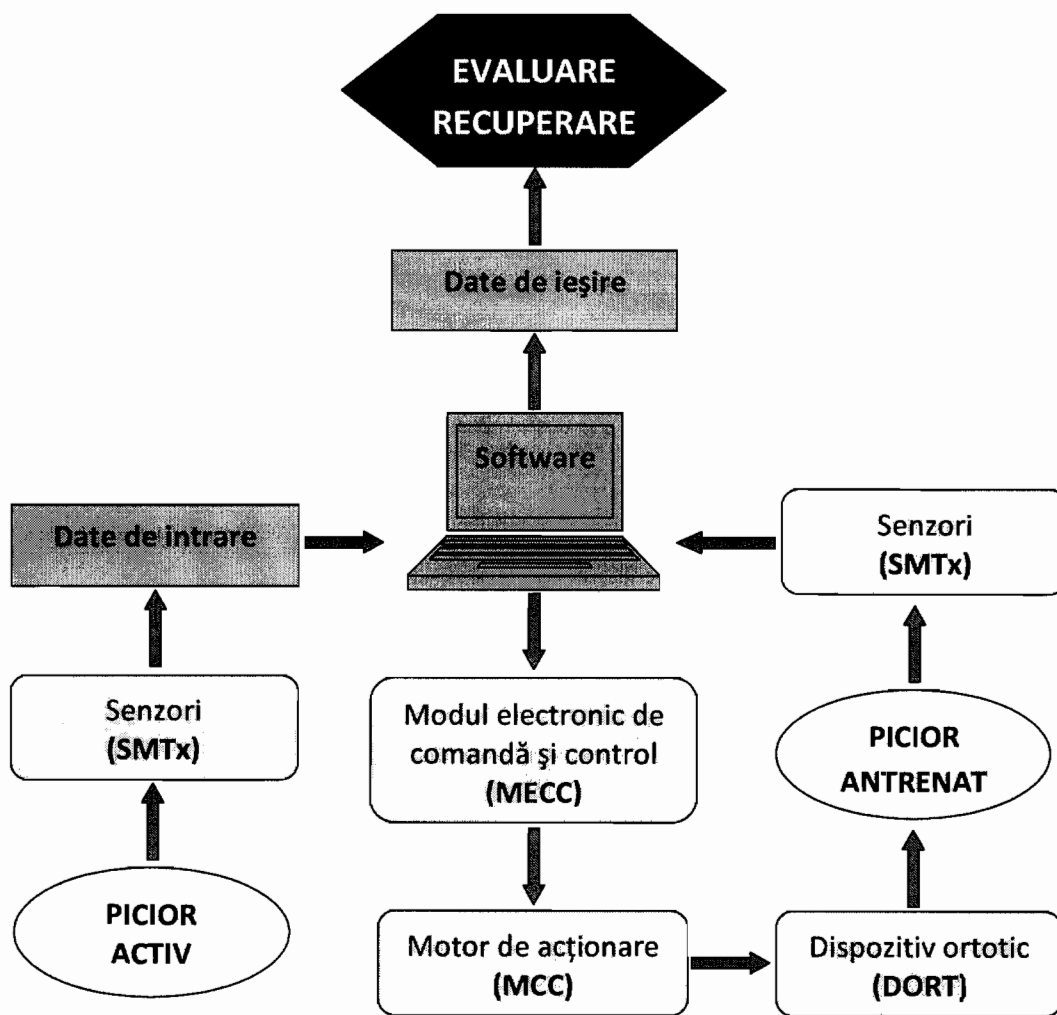


Figura 1.

Boh

2. Karlu

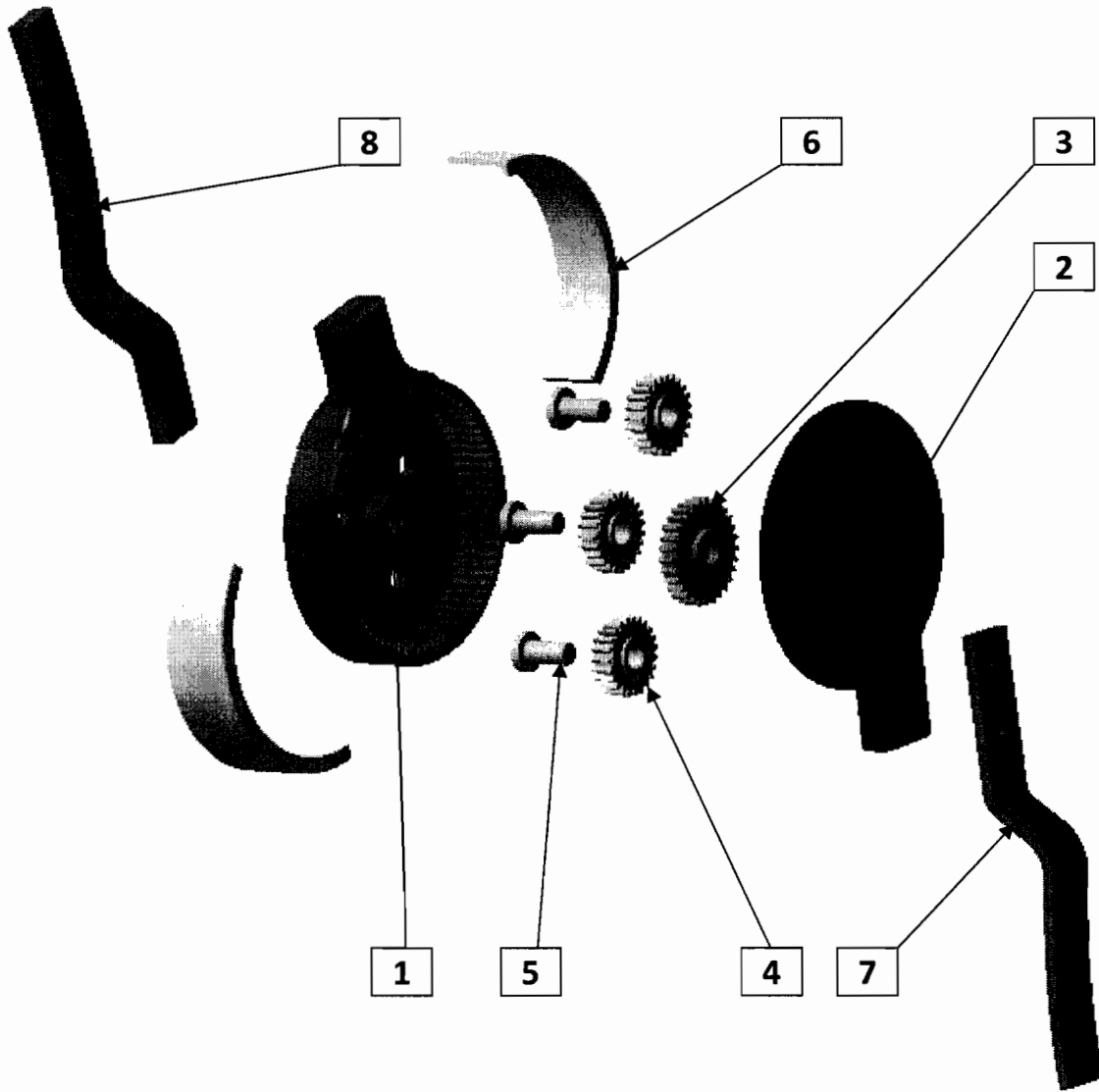
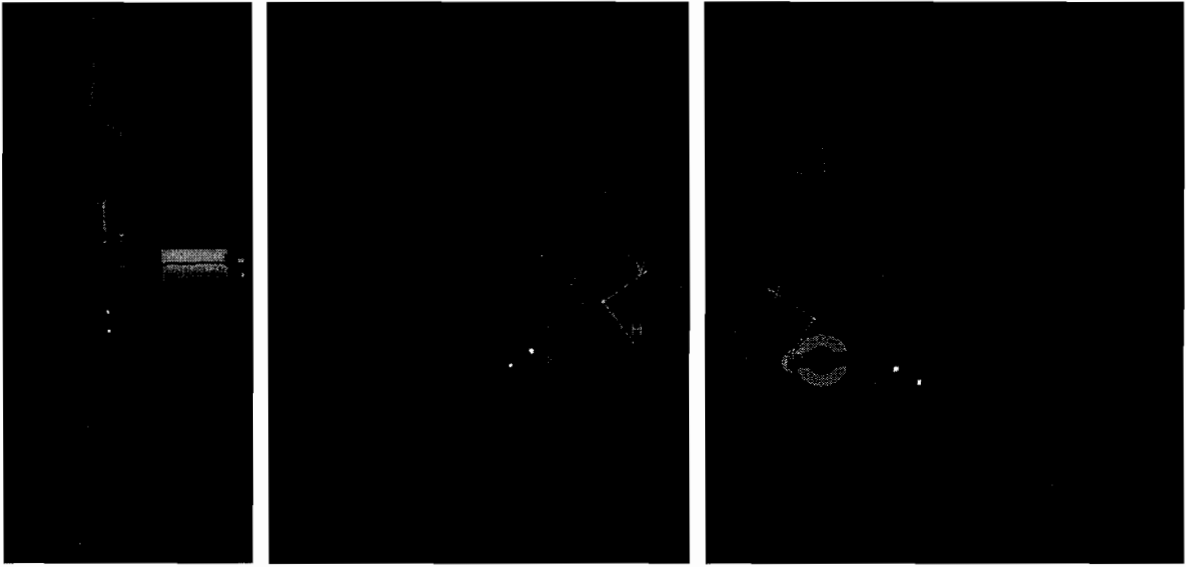


Figura 2.

Brok staf

Dharlu

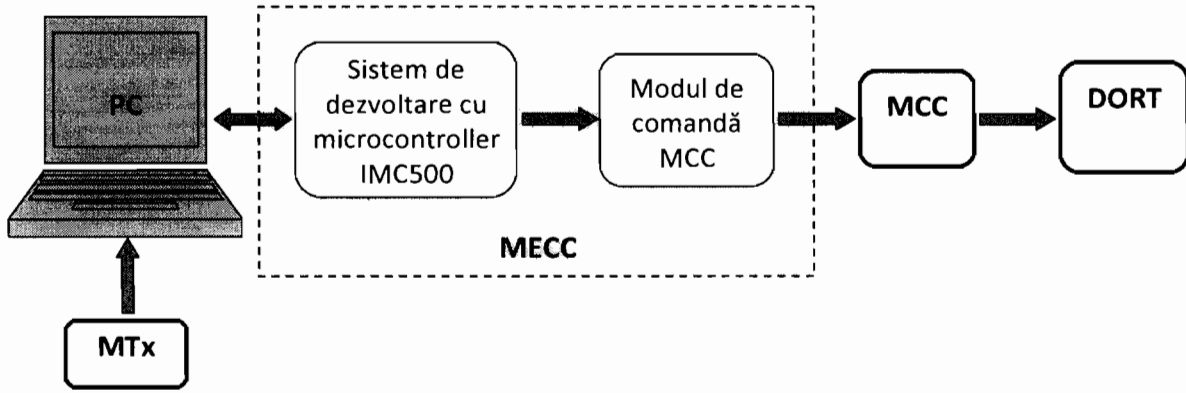


Figura 3.

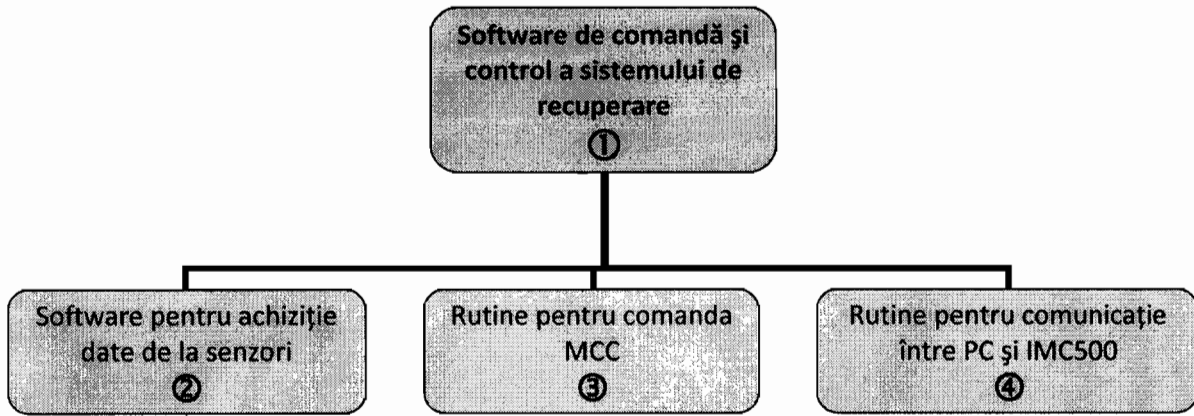


Figura 4.

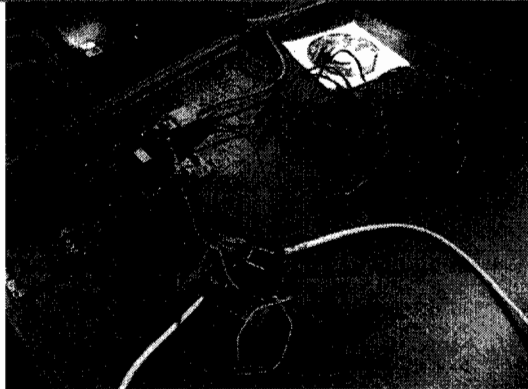
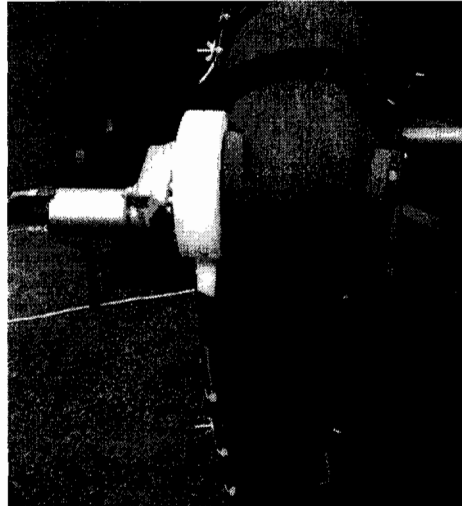
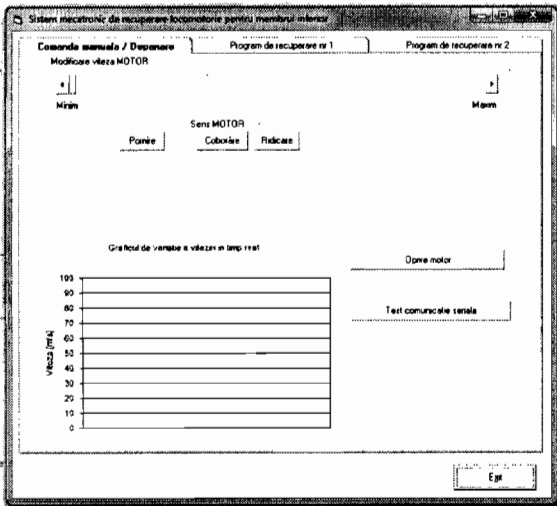


Figura 5.

Brookhoff

D. Carlu