



(12) **BREVET DE INVENȚIE**

(21) Nr. cerere: **a 2011 00327**

(22) Data de depozit: **08/04/2011**

(45) Data publicării mențiunii acordării brevetului: **30/12/2019** BOPI nr. **12/2019**

(41) Data publicării cererii:
30/01/2012 BOPI nr. **1/2012**

(73) Titular:
• **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.6 A,
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**

(56) Documente din stadiul tehnicii:
**CN 101273946 (A); US 2006/0276728 A1;
CN 101204347 (A)**

(54) **SISTEM MECATRONIC DE RECUPERARE LOCOMOTORIE
PENTRU MEMBRUL INFERIOR**



RO 127002 B1

1 Invenția se referă la un sistem mecatronic de recuperare locomotorie pentru membrul
inferior. Sistemul funcționează pe principiul recuperării medicale prin kinetoterapie și pre-
3 supune antrenarea piciorului cu probleme locomotorii pe baza unui program de recuperare
creat pornind de la mișcarea naturală a piciorului sănătos.

5 Domeniul de aplicare a sistemului ce reprezintă obiectul prezentei invenții este
recuperarea medicală a:

7 - persoanelor care au suferit un accident și au pierdut parțial posibilitatea de a mișca
o mână sau un picior;

9 - persoanelor care au suferit intervenții chirurgicale și care au nevoie de o tehnică de
recuperare a locoțiiei;

11 - sportivilor care au nevoie de antrenament sau necesită recuperare medicală după
o accidentare;

13 - persoanelor vârstnice care necesită exerciții de reabilitare neuromotorie;

 - copiilor cu distrofie neuro-musculară;

15 - persoanelor 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
17 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-scheletal.

19 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 eviden-
21 țiat doar sisteme care realizează recuperare medicală rară un control exact al modului în
care acesta influențează în timp starea de sănătate a subiectului respectiv. Este vorba de
23 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 con-
25 trol 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
27 organism în parte).

 Firme, precum Prim [1], ART-REH [2], Sporlastic [3], Bort [4], Fior-Gentz [5] și altele,
29 produc diverse tipuri de modele de orteze pentru genunchi, destinate recuperării posttrau-
matice. Modelele cele mai avansate pot fi active sau pasive, pot avea posibilitate de limitare
31 a unghiului de flexie sau extensie, asigură recuperarea de durată a membrului afectat. Dez-
avantajele acestora constau în următoarele: presupun o perioadă lungă de antrenament; nu
33 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;
35 necesită control de specialitate periodic.

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

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

45 Problema tehnică pe care o rezolvă invenția constă în "impunerea" mișcării piciorului
cu probleme locomotorii cu ajutorul și prin intermediul mișcării naturale a piciorului sănătos.

47 Sistem mecatronic de recuperare pentru membrul inferior are în alcătuire un dispo-
zitiv ortic format dintr-un angrenaj pentru demultiplicarea mișcării și două tije de susținere;
49 angrenajul fiind alcătuit dintr-un corp superior având la interior o coroană dințată cu 80 dinți,
un suport motor, un pinion având 30 dinți care, împreună cu trei sateliți, oferă un raport de

RO 127002 B1

transmitere de 2,6, necesar măririi cuplului de transmisie, trei bolțuri pentru sateliți, două	1
manșoane de prindere și care angrenaj este realizat dintr-un polimer sintetic termoplastic,	
iar tije și de susținere sunt realizate din aluminiu, întreg dispozitivul ortic fiind comandat de	3
un modul electronic de comandă-control și utilizat pentru antrenarea piciorului, prin fixarea	
acestuia de o parte și de alta a genunchiului pe segmentele membrului inferior, cu ajutorul	5
unor chingi Velcro.	
Modulul electronic de comandă și control are în alcătuire un modul de comandă al	7
motorului de curent continuu, un microcontroler utilizat pentru conexiunea cu softul de	
comandă și control, microcontroler ce generează un semnal de tip PWM care este transmis	9
circuitului de comandă al motorului de curent continuu, care funcționează în două moduri de	
lucru: independent (pe baza unui algoritm prestabilit) sau în corelare cu celălalt membru	11
inferior (prin impulsuri generate de mișcările acestuia).	
Invenția, în comparație cu produsele similare de pe piață, prezintă următoarele	13
avantaje:	
- folosește mișcarea naturală a fiecărui organism în parte, pentru a recupera membrul	15
cu probleme locomotorii;	
- prin recuperare, se restaurează parametrii proprii locomotori ai piciorului afectat;	17
- este ușor adaptabil în funcție de fizionomia și parametrii locomotori specifici fiecărui	
subiect cu astfel de probleme;	19
- poate fi folosit individual, pentru fiecare program de recuperare în parte, pentru	
fiecare pacient în parte;	21
- permite analiza stării de evoluție a programului de recuperare, modificarea acestuia	
în funcție de eventualele probleme apărute;	23
- permite crearea de baze de date specifice fiecărui tip de afecțiune locomotorie și	
recuperării corespunzătoare;	25
- nu necesită spitalizare și control medical de specialitate pe perioada recuperării.	
Se dă, în continuare, un exemplu de realizare a acestei invenții în legătură cu	27
fig. 1...5, după cum urmează:	
- fig. 1 prezintă schema constructivă de principiu a sistemului mecatronic de recupe-	29
rare locomotorie;	
- fig. 2 descrie partea mecanică a sistemului, și anume dispozitivul ortotic;	31
- fig. 3 prezintă cele două componente electronice ale modulului electronic de	
comandă și control (MECC);	33
- fig. 4 descrie structura software a sistemului;	
- fig. 5 prezintă câteva fotografii din timpul testelor experimentale.	35
Invenția funcționează pe principiul recuperării medicale prin kinetoterapie. Sistemul	
este destinat în special recuperării articulației genunchiului, dar prin executarea exercițiilor	37
respective va fi afectată și masa musculară aferentă. Sistemul este conceput modular:	
senzorii pentru înregistrarea mișcărilor picioarelor, software specializat, modul electronic de	39
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 recu-	41
perarea. Astfel, recuperarea se va putea face urmând parametrii locomotori proprii ai orga-	
nismului subiectului. În plus, piciorul afectat este „forțat”, prin antrenament, să preia para-	43
metrii piciorului sănătos (unghiuri de flexie și extensie, viteză de deplasare, amplitudine), iar	
recuperarea se va putea face astfel prin compararea parametrilor cinematici corespunzători	45
celor două picioare. Se va putea urmări astfel mult mai ușor evoluția în timp a recuperării	
membrului inferior afectat.	47

RO 127002 B1

1 Articulația vizată spre recuperare este genunchiul, însă, datorită similitudinii
2 anatomice, sistemul poate fi adaptat și pentru cot. O caracteristică importantă a acestuia o
3 reprezintă posibilitatea de particularizare a recuperării pentru fiecare subiect în funcție de
4 tipul și programul de recuperare. Originalitatea sistemului constă în aceea că recuperarea
5 va fi realizată prin antrenamentul piciorului după diferite programe: copierea mișcărilor mem-
6 brului inferior sănătos sau efectuarea unor mișcări predefinite ca timp, viteză și unghiuri de
7 flexie și extensie etc.

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

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

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

15 - partea mecanică: dispozitivul ortotic (DORT), motorul de acționare (MCC);
16 - partea electronică (modulul de comandă și control - MECC, senzorică - SMTx);
17 - partea software (programele în limbaj de asamblare pentru sistemul cu microcon-
18 troler, cele în limbaj de nivel superior pentru comunicația cu un calculator PC și software-ul
19 de configurare a senzorilor).

20 *Motorul de acționare (MCC)*

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

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

27 Tip motor	28 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]
30 82 802 0X00026Z	17	20	12	1.2	3.5	5	16.3	15.7	670

32 *Dispozitivul ortotic (DORT)*

33 Elementele componente ale dispozitivului ortotic sunt (fig. 2):

34 **1** - corp superior - 1 buc.

35 **2** - suport motor - 1 buc.

36 **3** - pinion - 1 buc.

37 **4** - satelit - 3 buc.

38 **5** - bolț satelit - 3 buc.

39 **6** - manșon prindere - 2 buc.

40 **7** - tijă inferioară - 1 buc.

41 **8** - tijă superioară - 1 buc.

42 Elementele **1...6** formează angrenajul pentru demultiplicarea mișcării. Acesta este
43 construit dintr-un angrenaj cu roți dințate compus dintr-o carcasă **1** cu o coroană dințată, dis-
44 pusă la interior cu 80 de dinți, un pinion **3** cu 30 de dinți și 3 sateliți **4** ce oferă un raport de
45 transmitere de 2,6, necesar măririi cuplului motorului electric ce antrenează sistemul meca-
46 tronic de recuperare locomotorie. Angrenajul este construit dintr-un polimer sintetic termo-
47 plastic cu proprietăți mecanice bune, ce oferă o funcționare silențioasă, este biocompatibil,
48 astfel că nu poate cauza iritații în contact cu pielea, și se poate curăța ușor cu apă și săpun.

RO 127002 B1

Pentru antrenarea gambei, tijele de susținere **7** și **8** se montează pe segmentele membrului inferior, anume pe coapsă și pe gambă, 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 mobilă 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 5 g, însă aceasta poate fi extinsă până la 18 g. 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. Algoritmii 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°; 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.

RO 127002 B1

1 Caracteristici: conectare multiplă cu mai mulți senzori de mișcare MTx prin inter-
mediul uneia sau a două magistrale Xbus; comandă sincronizată a mai mulți senzori MTx
3 până la o frecvență de 512 Hz; 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;
5 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
7 încărcare al bateriilor; buffer de comunicație intern de 64 kB; alimentare senzorii MTx; design
ergonomic cu curea elastică.

9 Domenii de utilizare: biomecanică; recuperare medicală; știința educației fizice și
sportului; realitate virtuală; ergonomie; animație.

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

15 Modulul de comandă și control (MECC) este format din sistemul de dezvoltare
IMC500 cu microcontroler și modulul de comandă al MCC (fig. 3).

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

19 - 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,
21 este cuprins între adresele 8000H și FFFFH;

23 - 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
25 conține programele de funcționare ale sistemului sau în faza de dezvoltare a acestora
conține un program monitor;

27 - interfață serială compatibilă RS-232;
- bus serial I²C (bus multimaster cu arbitrare de priorități și viteză mare de transmisie
29 - 100 kbyți pe secundă în modul standard și 400 kbyți pe secundă în modul rapid, frecvența
maximă a ceasului serial este 100 kHz);

31 - 2 porturi paralele de ieșire, externe, de 8 biți;
- 1 port paralel de intrare, extern, de 8 biți;
33 - 8 intrări multiplexate la un convertor analog-digital cu rezoluția de 10 biți,
implementat în structura microcontrolerului 80C552 și caracterizat de un timp de conversie
35 de 50 cicluri mașină (aproximativ 50 μs);

37 - 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
39 comanda motorului de curent continuu al sistemului proiectat;

41 - 3 timere pe 16 biți;
- 1 watchdog programabil (mijloc de auto-deblocare în cazul execuției eronate a
programelor, datorită perturbațiilor sau interferențelor);

43 - 15 linii de întreruperi, dintre care 6 linii externe;
- reset la punerea sub tensiune;

45 - conectarea directă a unui afișaj cu cristale lichide.

Rolul sistemului de dezvoltare IMC500 este următorul:

47 a) 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,
49 corespunzător funcției de mișcare care trebuie executată, de la un calculator PC, prin
intermediul unei interfețe grafice utilizator realizată în Visual Basic.

RO 127002 B1

b) În cazul modului de lucru în corelație cu mișcările celui alt 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 microcontroler, 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 microcontroler 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 fig. 4:

1. 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 articulat, se pot programa parametrii de comunicație între PC și sistemul cu microcontroler, se pot accesa fișierele cu datele achiziționate de la senzori etc.

2. 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 microcontroler **3, 4**. În faza următoare, procesul de achiziție de date de la senzori va fi implementat în rutinele sistemului cu microcontroler.

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 microcontroler.

Modul de funcționare al sistemului este următorul (fig. 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 creează 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/> 41
- [2]. <http://www.art-reh.pl/>
- [3]. <http://www.sporlastic.de/de/home.html> 43
- [4]. <http://www.bort.com/>
- [5]. http://www.fior-gentz.de/index.asp?tree_id=2636 45
- [6]. <http://www.robots.neu.edu/Knee/Kneeindex.htm>

RO 127002 B1

Revendicări

1

3

1. Sistem mecatronic de recuperare pentru membrul inferior, **caracterizat prin aceea că** are în alcătuire un dispozitiv ortic format dintr-un angrenaj pentru demultiplicarea mișcării și două tije de susținere, angrenajul fiind alcătuit dintr-un corp (1) superior având la interior o coroană dințată cu 80 dinți, un suport motor (2), un pinion (3) având 30 dinți care împreună cu trei sateliți (4) oferă un raport de transmitere de 2,6, necesar mării cuplului de transmisie, trei bolțuri (5) pentru sateliți(4) și două manșoane de prindere (6), angrenaj care este realizat dintr-un polimer sintetic termoplastice iar tijele (7 și 8) de susținere sunt realizate din aluminiu și un modul (MECC) electronic de comandă și control care comandă dispozitivul ortic utilizat pentru antrenarea piciorului, prin fixarea acestuia de o parte și de alta a genunchiului pe segmentele membrului inferior, cu ajutorul unor chingi Velcro.

13

2. Sistem mecatronic de recuperare pentru membrul inferior conform revendicării 1, **caracterizat prin aceea că** modulul electronic de comandă și control (MECC) are în alcătuire un modul de comandă al motorului (MCC) de curent continuu, un microcontroler utilizat pentru conexiunea cu softul de comandă și control, microcontroler ce generează un semnal de tip PWM care este transmis circuitului de comandă al motorului (MCC) de curent continuu, și care modul (MECC) electronic de comandă și control funcționează în două moduri de lucru: independent - pe baza unui algoritm prestabilit, sau în corelare cu celălalt membru inferior - prin impulsuri generate de mișcările acestuia.

15

17

19

(51) Int.Cl.

A63B 23/04 ^(2006.01);

A63B 24/00 ^(2006.01);

H01M 8/04 ^(2006.01)

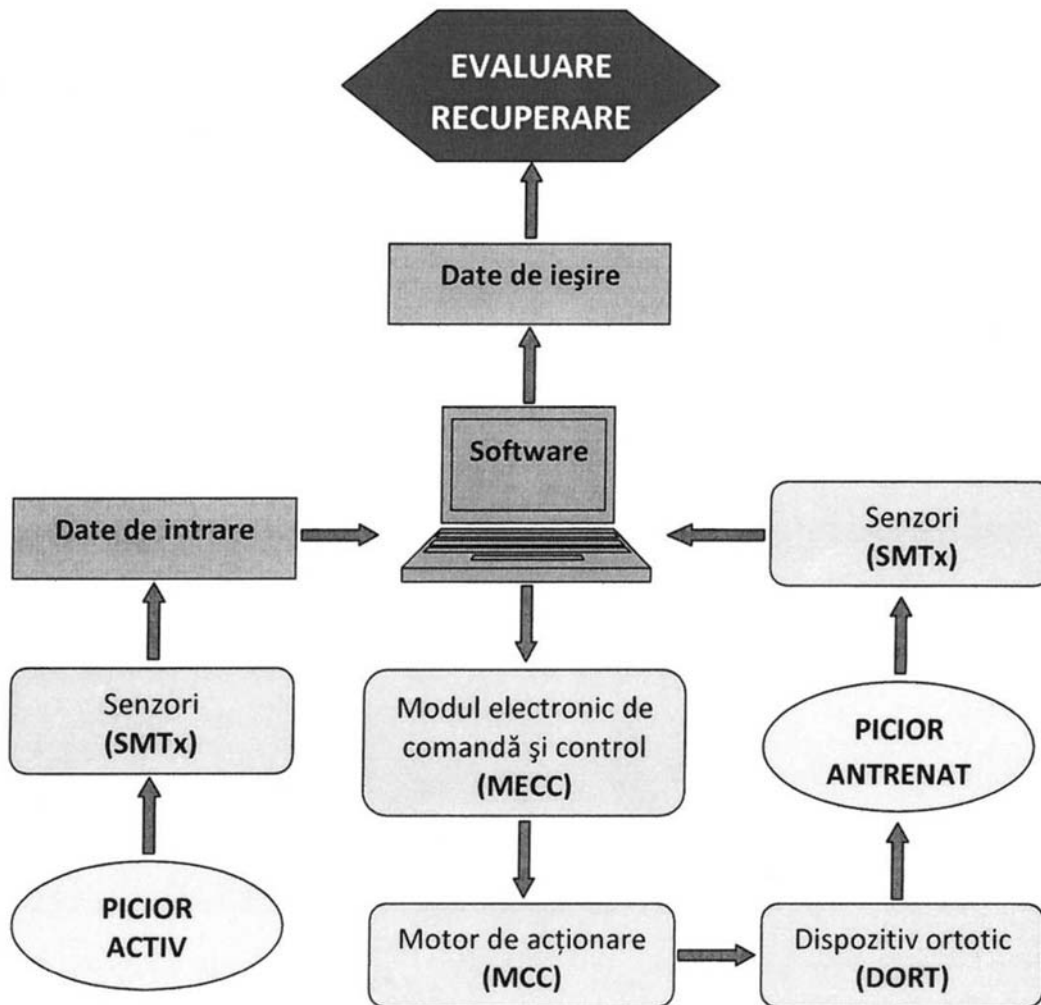


Fig. 1

(51) Int.Cl.

A63B 23/04 (2006.01);

A63B 24/00 (2006.01);

H01M 8/04 (2006.01)

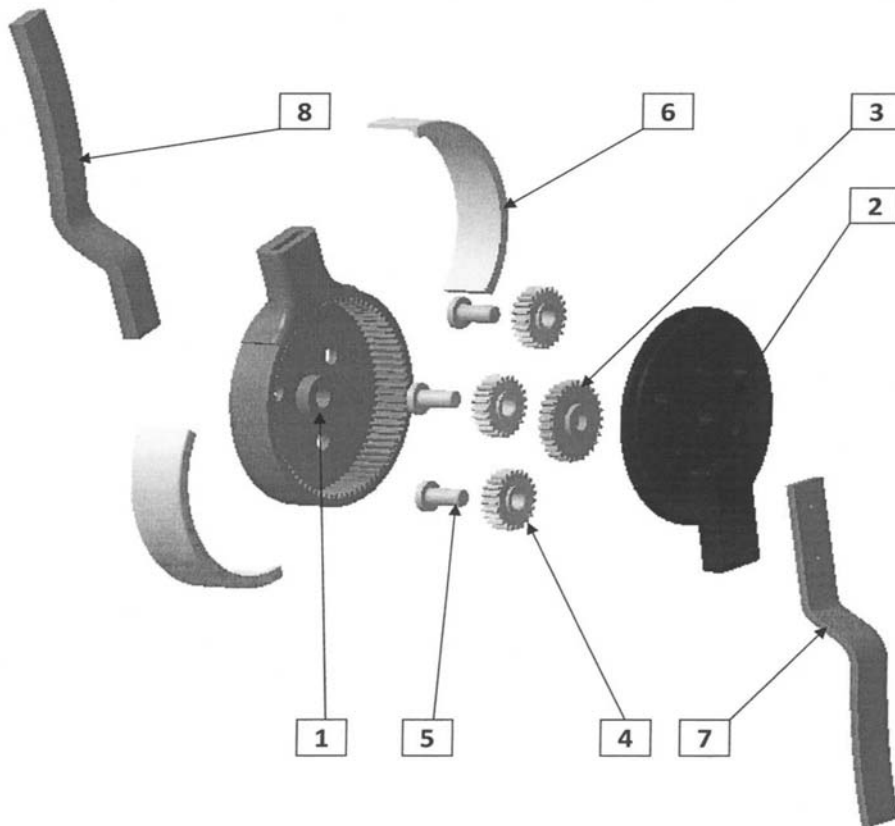
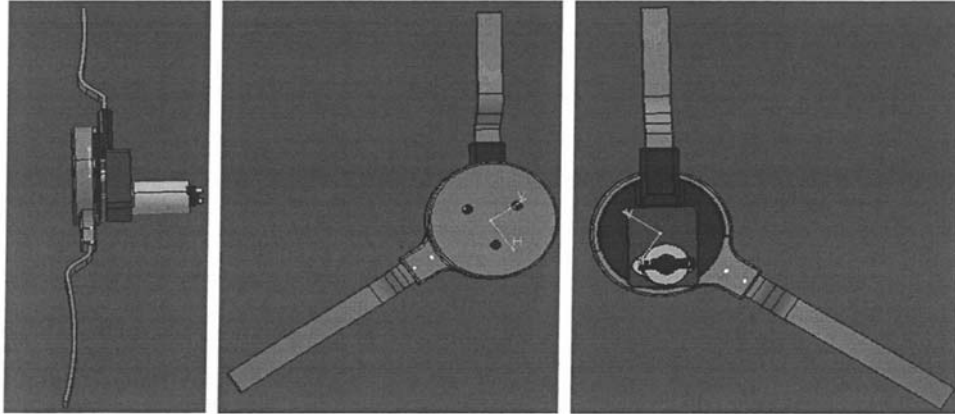


Fig. 2

(51) Int.Cl.

A63B 23/04 (2006.01);

A63B 24/00 (2006.01);

H01M 8/04 (2006.01)

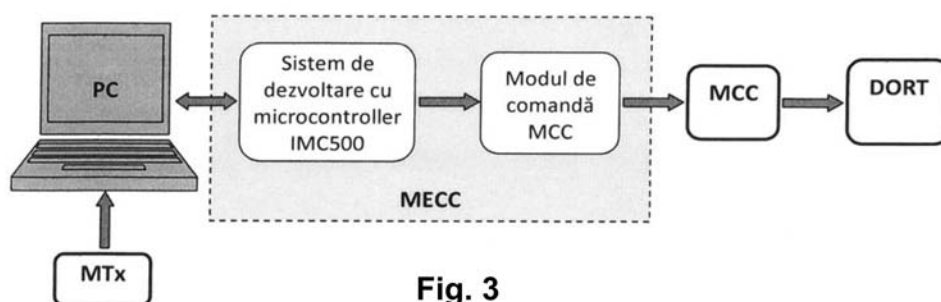


Fig. 3

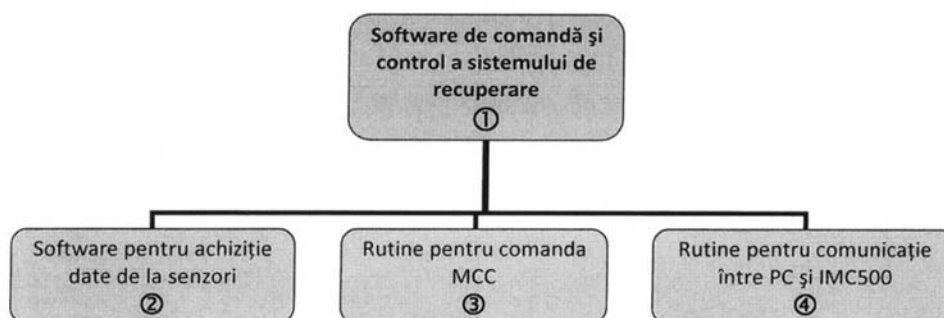


Fig. 4

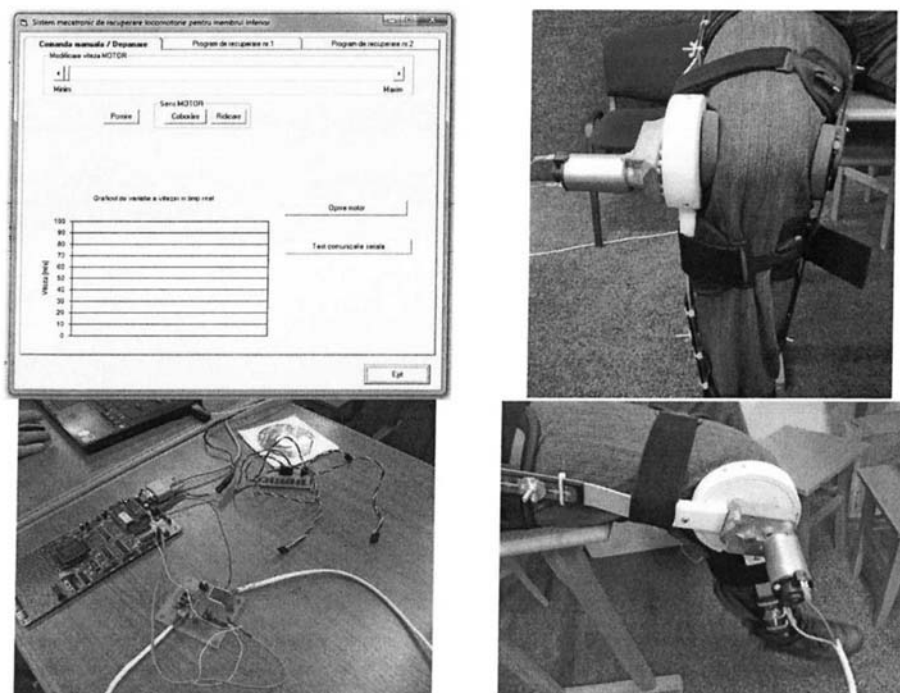


Fig. 5

