

METODĂ ȘI DISPOZITIV PENTRU CONTROLUL FORȚEI ÎN CAZUL RECUPERĂRILOR POSTTRAUMATICE ȘI POSTOPERATORII

CHIRIAC Cristian-Ionuț¹, JIGHIR Cătălin², PREDA Adrian-Daniel³

Conducători științifici: Prof.dr.ing. **Gheorghe SINDILĂ**
Prof. dr. medic **Mihai BERTEANU**
Ing. **Nicolae CĂPAȚĂNĂ**

REZUMAT:

Dispozitivul pentru controlul forței în cazul recuperărilor posttraumatice și postoperatorii se utilizează în procesele de recuperare posttraumatice și postoperatorii ale membrului inferior și permite o dozare precisă a sprijinului pe membrul aflat în convalescență.

Acesta rezolvă problema dozării sprijinului pe membrul inferior, cel afectat, în funcție de etapa de recuperare a afecțiunii osteo-articulare a pacientului.

Dispozitivul realizat rezolvă problema și poate fi montat în interiorul cârjelor ortopedice cu sprijin deasupra cotului acestea fiind realizate dintr-o țeavă din aliaj de aluminiu, care pot fi reglabile sau fixe, în care se montează un sensor de greutate, aflat în contact cu microcontroler (Arduino Leonardo) conectat la o placa de extensie.

CUVINTE CHEIE: dispozitiv, sprijin, membru, cârjă, încărcare

1 INTRODUCERE

Prin prezenta lucrare, ne propunem să realizăm o variantă constructivă îmbunătățită a unui dispozitiv pentru controlul forței în cazul recuperărilor posttraumatice și postoperatorii.

Soluția constructivă actuală este prezentată prin brevetul de invenție RO 116945. Mecanismul se folosește pentru recuperările posttraumatice și postoperatorii.

1.1 Recuperarea posttraumatică

Obiectivul principal al recuperării posttraumatice se îndreaptă spre următorul scop: să faciliteze vindecarea printr-un tratament complex și activ, conștientizat prin:

- pastrarea integrității funcționale la valori normale a părților neafectate (sănătoase) după traumatism și după eventualele intervenții ortopedico-chirurgicale;

- facilitarea regenerării țesuturilor afectate de traumatism (osos, muscular, cutanat, ligamentar, tendinos, capsular, vascular, etc)
- reînnoirea la funcționarea globală a corpului, a segmentelor afectate, etc.

Principalele tipuri lezionale care beneficiază de recuperare posttraumatică sunt: umărul posttraumatic, cotul posttraumatic, mâna posttraumatică, șoldul posttraumatic, genunchiul posttraumatic, piciorul posttraumatic, etc.

În traumatologie, recuperarea medicală prin kinetoterapie- terapia prin mișcare și fizioterapie, reprezintă problema principală de abordat și începe imediat după tratamentul ortopedic sau chirurgical.

În recuperarea posttraumatică, kinetoterapia își propune următoarele obiective:

- combaterea durerii și a procesului inflamator;
- ameliorarea tonusului muscular;
- recuperarea forței musculaturii afectate cu menținerea forței musculaturii neafectate;
- asuplizarea țesuturilor moi.

1 Specializarea Ingineria Proiectării și Fabricării Produselor, Facultatea IMST;

E-mail: cristi.chiriac91@yahoo.com;

2 Specializarea Ingineria Proiectării și Fabricării Produselor, Facultatea IMST;

3 Specializarea Ingineria Proiectării și Fabricării Produselor, Facultatea IMST;

METODĂ ȘI DISPOZITIV PENTRU CONTROLUL FORȚEI ÎN CAZUL RECUPERĂRILOR POSTTRAUMATICE ȘI POSTOPERATORII

2 STADIUL ACTUAL

Bastioanele ortopedice (fig.1) sunt destinate să ofere siguranță și sprijin la mers, persoanelor care au dizabilități locomotorii.

Bastioanele pot fi folosite atât de persoanele care sunt în faza de recuperare medicală după suferirea unei intervenții chirurgicale, a unui accident ori au unui membru inferior imobilizat în gips, cât și de persoanele care din cauza handicapului locomotor permanent de care sufera au nevoie de sprijin pentru a se putea deplasa.

Sisteme ortopedice oferă o gamă variată de bastioane medicale confecționate din lemn sau din aluminiu. Atât variantele din lemn cât și cele din aluminiu sunt foarte ușor de utilizat.

Bastioanele ortopedice pot fi reglate în funcție de înălțimea utilizatorului, pot fi folosite atât cu mana dreaptă cât și cu mana stângă (în funcție de membrul inferior afectat) și pot fi folosite atât în interiorul cât și în exteriorul locuinței.

Dispozitivul medical, cărja ortopedică cu sprijin pe antebraț, confecționată din aluminiu tratat electrochimic (eloxat) împotriva coroziunii, este ușor de utilizat, este comodă, putându-se ajusta în funcție de dimensiunea anatomică a utilizatorului.

Pentru realizarea acestui reglaj, se apasă cu două degete, opritorii metalici până când tija de sprijin se eliberează, apoi se poziționează la înălțimea dorită, după care se eliberează opritorii metalici, tija de sprijin fixându-se automat la înălțimea dorită.

Cârja ortopedică, are un sistem de blocare după reglarea la înălțimea dorită. Funcție de varianta constructivă, aceasta poate fi de forma unui colier cu un șurub de fixare sau colier cu pătrundere între cele două părți ale tije. Cârja ortopedică cu sprijin, are un pufer de cauciuc la partea inferioară. Puferul împiedică alunecarea cărjei ortopedice și acționează și ca un amortizor de zgomot. După utilizarea cărjei ortopedice, o perioadă lungă de timp, acest pufer de cauciuc se poate uza.

De aceea, se recomandă verificarea periodică a gradului de uzură a acestui pufer de cauciuc în vederea înlocuirii cu unul nou.

Nu se recomandă utilizarea cărjei ortopedice cu sprijin pe antebraț cu puferul de cauciuc uzat sau lipsă, acest aspect conducând la pierderea aderenței, instabilitate.

Bastioanele sunt articole ortopedice concepute astfel încât să ofere sprijin, siguranța și independența persoanei care îl folosește. Cu ajutorul bastonului medical utilizatorul va avea mai multă libertate putând să se deplaseze singur, să meargă la cumpărături, la plimbare ori la serviciu. Toate acestea reprezintă soluții simple pentru recuperarea medicală a membrilor inferioare. Se dorește realizarea uneia automate care să vină în ajutorul utilizatorului, astfel încât timpul de recuperare să fie minim.

Mecanismul va trebui prevăzut cu un sistem automat în care se poate seta greutatea maximă de sprijin. Atunci când această valoare este atinsă, utilizatorul va fi anunțat prin intermediul unui semnal acustic.



Fig. 1. Soluții constructive pentru dispozitive de sprijin

3 COMPONENTELE DISPOZITIVULUI PENTRU CONTROLUL FORȚEI

Dispozitivul, are înglobate în structură un senzor de greutate (fig 2), un microcontroler Arduino Leonardo (fig 4), un buzzer piezoelectric (fig 5) și acumulatori.

Senzorul de greutate (fig. 3), dispune de o lamelă, pe care se va aplica forța și aceasta este formată din două metale diferite. Când se aplică o forță pe lamelă, aceasta se îndoaie imperceptibil.

Metalul de dedesubt se va comprima, iar cel de deasupra se va alungi. Acest lucru va duce la o modificare corespunzătoare a rezistenței interioare.



Fig. 2. Senzor de greutate

Această modificare a rezistenței este foarte mică și nu poate fi măsurată cu un aparat de măsură. Pentru aceasta, se realizează o punte de rezistențe care amplifică chiar și o mică schimbare de valoare la oricare din cele 4 rezistențe ce compun puntea.

Senzorul are trei fire, unul este **gnd** (firul albastru), unul este **vcc** (firul roșu) și unul este ieșirea de la senzor (firul alb). Firul alb este legat în senzor la vcc, printr-o rezistență de 1KOhm.

Rezistența internă a senzorului, împreună cu alte 3 rezistențe, vor crea o punte Wheatstone pentru a putea amplifica semnalul.

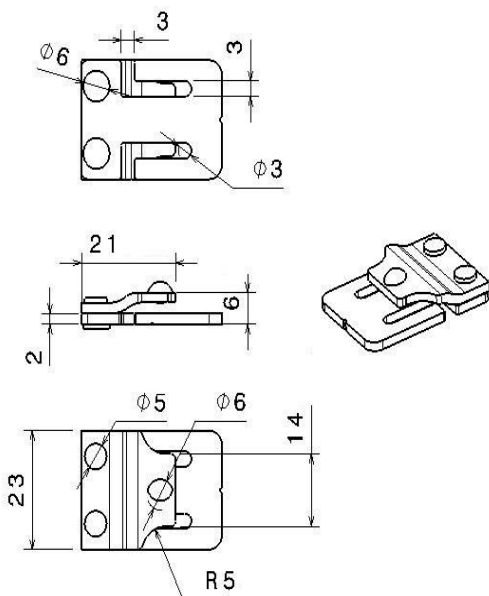


Fig. 3. Senzor de greutate

Arduino Leonardo, este o placă de dezvoltare bazată pe microcontrolerul ATmega32u4. Aceasta, are 20 de intrări/ieșiri digitale (din care 7 pot fi utilizate ca ieșiri PWM și 12 ca intrări analogice), un oscilator de 16 MHz, o microconexiune USB, o mufă de alimentare, un mufă ICSP și un buton de resetare.

Pentru a începe programarea plăcii de dezvoltare, pur și simplu se conectează la un computer cu un cablu USB sau cu un adaptor pentru alimentare C-C sau baterie.



Fig. 4. Arduino Leonardo vedere frontală



Fig. 4.1. Arduino Leonardo vedere din spate

Specificații tehnice:

- Microcontroler: ATmega32u4;
- Tensiune de operare: 5V;
- Tensiune de intrare (recomandată): 7-12V;
- Tensiune de intrare (limite): 6-20V;
- Pini digitali I/O: 20;
- Canale PWM: 7;
- Canale intrări pe analog: 12;
- Curent DC pe pini I/O: 40mA;
- Curent DC pe pinul 3.3V: 50mA;
- Memorie Flash: 32 KB (ATmega32u4) din care 4 KB folosiți de bootloader.

METODĂ ȘI DISPOZITIV PENTRU CONTROLUL FORȚEI ÎN CAZUL RECUPERĂRILOR POSTTRAUMATICE ȘI POSTOPERATORI

Un "piezo buzzer", este practic un mic difuzor care se poate conecta direct la un Arduino.

Proprietate a unor cristale ionice de a se polariza electric sub acțiunea unei deformări mecanice sau de a se deforma sub acțiunea unui câmp electric exterior. Aplicând un semnal electric la frecvența potrivită, cristalul poate scoate un sunet.



Fig. 5. Buzzer piezoelectric

Caracteristici:

- Simbol original: BMT1212H09;
- Producător: BESTAR;
- Grupa: Semnalizator acustic electromagnetic fără generator;
- Specificații tehnice;
- Tip traductor sunet : electromagnetic;
- Caracteristici : fără generator încorporat;
- Montare : THT;
- Frecvența rezonantă : 2.4kHz;
- Curent de lucru : 40mA ;
- Temperatura de lucru : -25C / 85C;
- Diametru : 12mm ;
- Înălțime : 9mm;
- Tensiune de lucru : 12V AC;
- Domeniul tensiunii de lucru : 7...16 V AC;
- Rezistență bobină: 140Ω;
- Toleranța rezistenței bobinei : +/- 14Ω;
- Nivel acustic: 85dB;
- Raster terminale : 6.5mm.

4. FUNȚIONALITATE DISPOZITIV PENTRU CONTROLUL FORȚEI

Pentru a putea fi funcțională achiziția de date, și stabilirea limitelor senzorului de greutate (F_{\min} și F_{\max}), microcontrolerul Arduino Leonardo, va fi conectat la o placă de extensie (fig. 7).

Buzzerul piezoelectric, se va conecta direct la arduino leonardo, iar senzorul de greutate la placa de extensie. Pentru a citi valorile cu exactitate se va folosi un amplificator.

Microcontrolerul, conectat la un PC prin intermediul USB, permite utilizatorilor să scrie programe pentru Arduino, folosind programul Arduino (fig. 8), C, C ++, LabVIEW etc.

Programul care urmeaza sa fie creat, ne permite să stabilim limite de greutate și să generam sunete tip PWM. Acesta, este un semnal care se mișcă foarte rapid între 5V și 0V, astfel încât membrana difuzorului este și ea mișcată la fel de rapid.

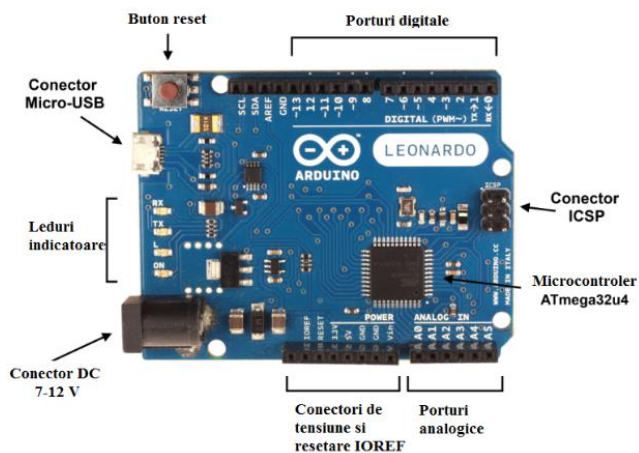


Fig. 6. Arduino Leonardo

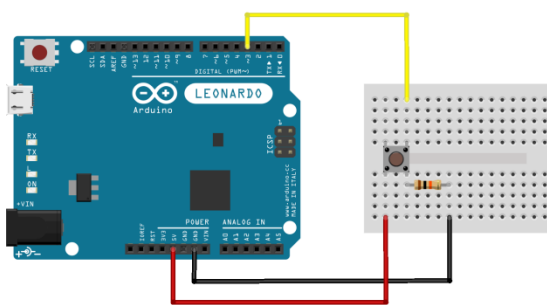


Fig. 7. Arduino Leonardo conectat la o placă de extensie

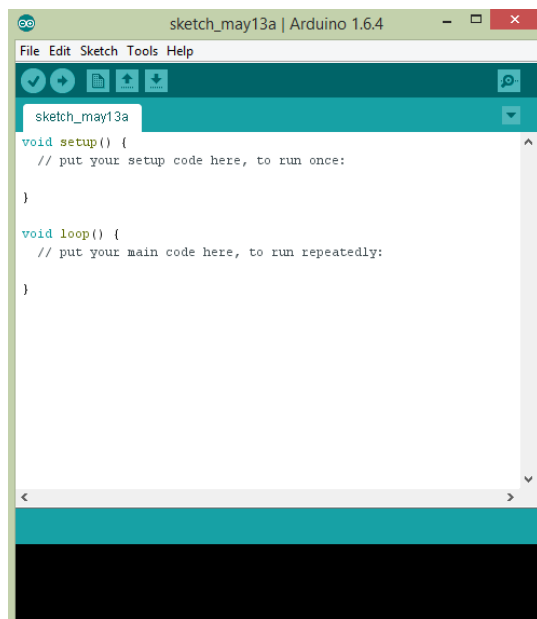


Fig. 8. Exemplu programare arduino

Pentru programarea senzorului de greutate, se face în conformitate cu limitele F_{\min} și F_{\max} , acestea fiind stabilite de medic.

Din punct de vedere al funcționării, un astfel de senzor, poate fi văzut ca un potențiomtru rezistiv, care își schimbă valoarea proporțional cu forța care este aplicată asupra lui.

Din cauză ca modificarea rezistenței este foarte mică, pentru a putea citi cu precizie, se va folosi un montaj denumit Bridge Current Amplifier.

Conform specificațiilor, cu cât sunt mai mari R4 și R5, cu atât va crește amplificarea, așadar vom vedea diferențe mai mari la aplicarea unor forțe egale la voltajul de la ieșire.

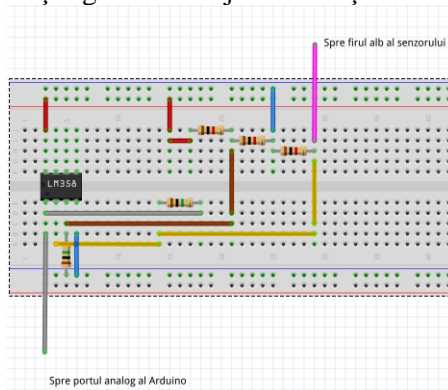


Fig. 9. Diagrama Fritzing

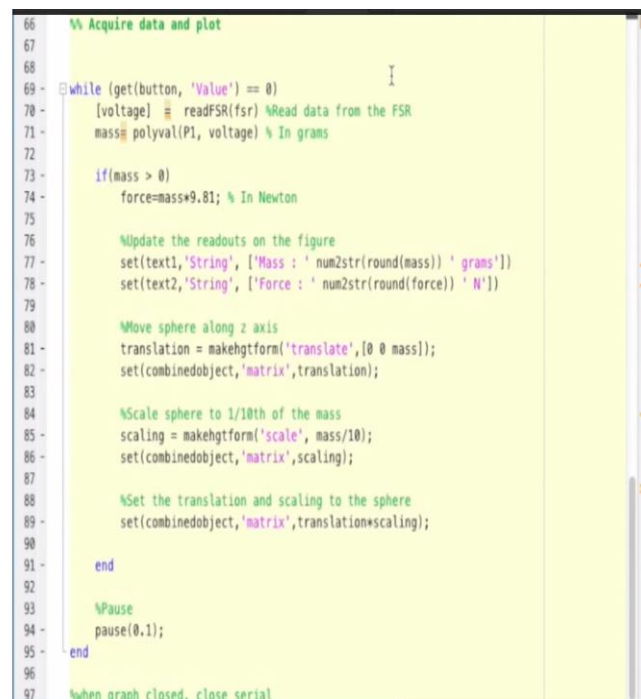


Fig. 10. Programare senzor de greutate

Pentru programarea buzzerului piezoelectric, acesta primește ca parametri, pinul la care este conectat difuzorul și frecvența sunetului (variabila i).

Variabila i, se modifică între 1500 de Hertzi și 4000 de Hertzi. Efectul obținut este cel de sirena. Ca să oprești sunetul complet, instrucțiunea este noTone(<pin>).

În cazul de mai sus, noTone(11) oprește complet sunetul.

Programare buzzer:

```
void setup() {
  pinMode(11, OUTPUT);
}

void loop()
  for (int i = 1500; i < 4000; i++) {
    tone(11, i);
    delay(10);
  }
  for (int i = 4000; i > 1500; i--) {
    tone(11, i);
    delay(10);
  }
}
```

ARDUINO permite scrierea programului pe calculator, care este format dintr-un set de instrucțiuni pas cu pas, pe care le încarci apoi în ARDUINO program.

METODĂ ȘI DISPOZITIV PENTRU CONTROLUL FORȚEI ÎN CAZUL RECUPERĂRILOR POSTTRAUMATICE ȘI POSTOPERATORII

După încărcarea programului propriu-zis pe placa de dezvoltare, ARDUINO va efectua instrucțiunile date și va interacționa obiectele aflate în contact. ARDUINO numește aceste programe "Sketches" (schițe). Orice program Arduino, are două secțiuni. Secțiunea "setup", care este rulată doar o singură dată, atunci când placa este alimentată (sau este apasat butonul "Reset"), și secțiunea "loop", care este rulată în ciclu, atât timp cât este alimentată placa.

```
void setup() {  
  //codul scris aici ruleaza o singură dată  
}  
void loop() {  
  //codul scris aici ruleaza tot timpul  
}
```

4.1 Debug Serial

Permite deconectarea completă Arduino de la calculator, și alimentându-l cu o baterie (fig. 11), programul urmând să ruleze independent.

Sunt situații când vrei să afli rezultatele rulării programului. Programul rulând independent, cu ajutorul unui memory stick, acesta poate înregistra datele prelucrate de program.

Cablul USB de conectare la calculator, pe lângă alimentarea și programarea Arduino, poate citi și afișa date către arduino. Acest lucru este extrem de util pentru a vizualiza pe PC valorile din programul care rulează pe Arduino.

Se scrie programul, se încarcă pe Arduino intermediul cablul USB, se conectează memory stick, se preiau datele, apoi valorile citite de senzorul de greutate, pot fi vizualizate și înregistrate pe PC.

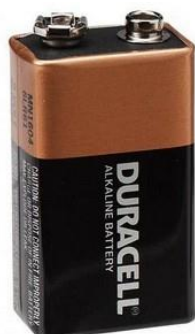


Fig. 11. Baterie

5. STRUCTURA DISPOZITIVULUI PENTRU CONTROLUL FORȚEI

Dispozitivul pentru controlul forței în cazul recuperărilor posttraumatice și postoperatorii (fig. 12), rezolvă problema dozării sprijinului pe membrul inferior afectat, în funcție de etapa de recuperare a afecțiunii osteo-articulare a pacientului.

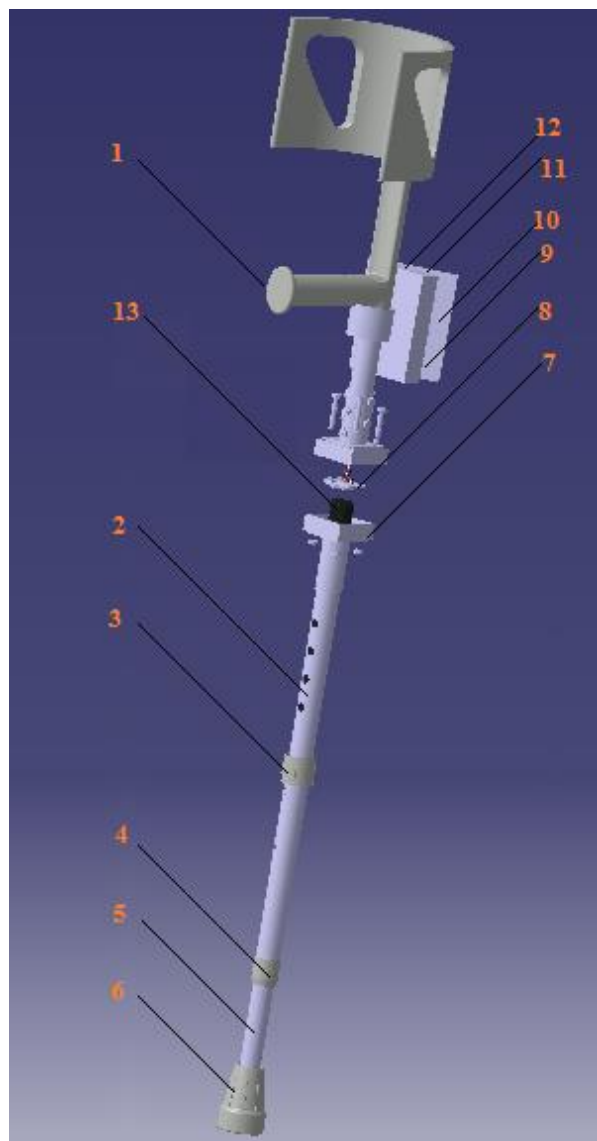


Fig. 12. Dispozitiv pentru controlul forței în cazul recuperărilor posttraumatice și postoperatorii

Mecanismul ortopedic, pentru controlul forței, este compus dintr-un mâner cârjă 1, continuat cu o tijă 2, care se termină cu un inel de blocare 3.

Acest inel 3, are în apropiere colierul 4, care are rolul de a prelua jocul, fiind montat pe o tijă

scurtă **5**, care are în partea inferioară un amortizor elastic **6**, care intră în contact cu solul.

Tija **2**, a fost debitată și a fost introdus un dispozitiv de protecție **7** (carcasa), pentru senzorul de greutate **8**, acesta fiind în contact cu un dispozitiv microcontroler + placă de extensie **9**, alimentat de la o sursă de alimentare (baterie) **10**.

Sursa de alimentare **10** și dispozitivul acustic de avertizare **12**, sunt conectate direct la microcontroler, numai senzorul de greutate intrând în contact cu placa de extensie. Toate legăturile se fac cu firele **11**. În tija **2**, se va monta un element de acționare **13**, între aceasta și tija scurtă **5** pentru a prelua forța și a o transmite la senzorul de greutate **8**.

Reglarea intervalului de încărcare cu ajutorul senzorului la anumite valori, se va face ulterior, ca procent din masa corporală a utilizatorului.

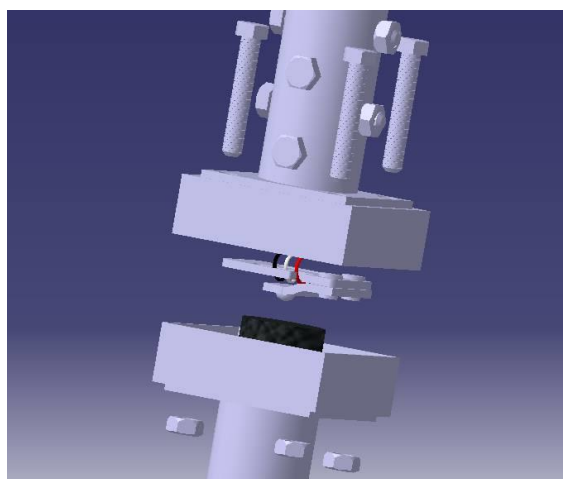


Fig. 13. Detaliu dispozitiv pentru controlul forței în cazul recuperărilor posttraumatice și postoperatorii

Avantajele construirii unui dispozitiv pentru controlul forței în cazul recuperărilor posttraumatice și postoperatorii:

- Îmbunătățirea echilibrului și stabilității în cazuri de instabilitate parțială sau severă în mers;
- Redistribuirea și creșterea suprafeței de sprijin și îmbunătățirea bazei de suport și stabilitatea laterală;

- Sprijin la mers deficitar, sau condiție fizică precară;
- Descarcarea de greutate a unui membru inferior postoperatorie sau de alta natură;
- Atenționarea depășirii limitei de greutate, decât cea recomandată de medic, printr-un semnal acustic;
- Supravegherea constantă asupra pacienților, care folosesc dispozitivul prin preluarea de date din microcontroler;
- Îmbunătățiri considerabile a membrului inferior afectat, dacă se respectă indicațiile și prescripțiile medicului.

6 CONCLUZII

În concluzie, contribuțiile originale din cadrul lucrării, au fost aduse asupra modului de așezare și gândire a dispozitivului pentru controlul forței în cazul recuperărilor posttraumatice și postoperatorii, desenul de execuție cu detaliile aferente produsului și modul de preluare, achiziție de date, monitorizare dar și stabilirea parametrilor senzorului de forță și a buzzerului piezoelectric.

BIBLIOGRAFIE

- [1].Armeanu A., Notițe curs și laborator;
- [2].ro.wikipedia.org; Accesat la data: 12.05.2011;
- [3].Berteanu Mihai, Stanculescu Dumitr, Nicolescu Mihai, Farcas Mircea Dan, Brevet de inventie nr.116945; Accesat la data: 10.05.2011;
- [4].<http://www.adelaida.ro/> Accesat la data: 11.05.2011;
- [5].<http://www.echipamenteortopedice.ro/> Accesat la data: 13.05.2011;
- [6].<http://www.jola.ro/>; Accesat la data: 13.05.2011;
- [7].[http:// www.robofun.ro](http://www.robofun.ro). Accesat la data: 13.05.2011.