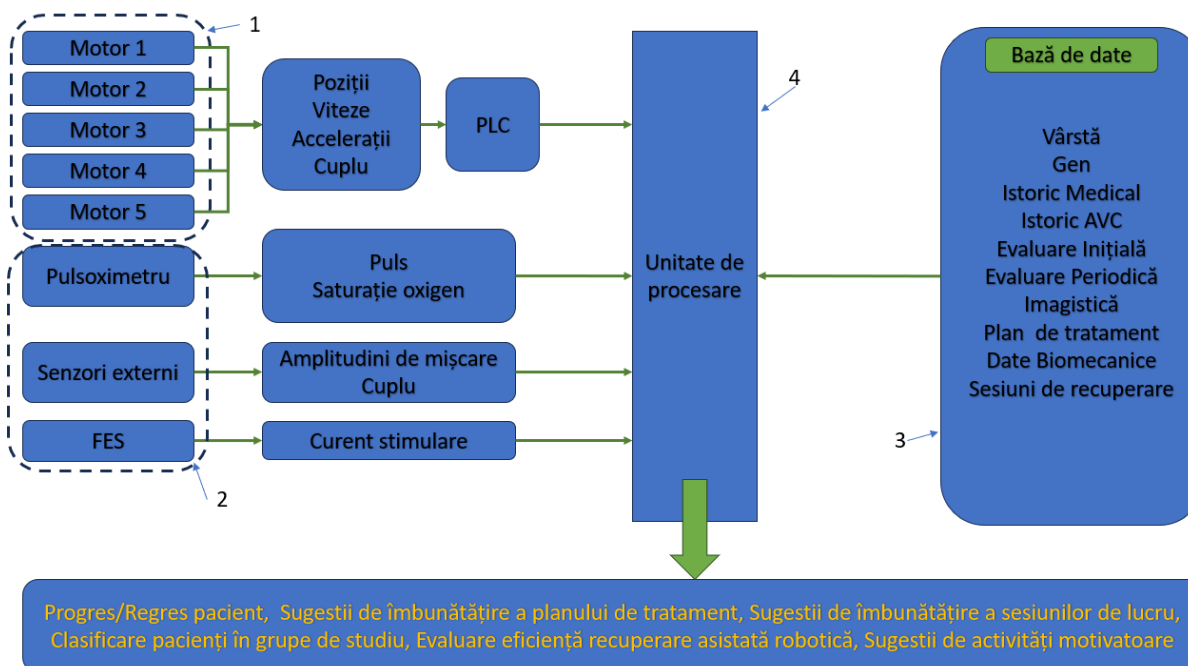


## Livrabil 2.2. Sistem de senzori extern montat pe corpul pacientului

În figura 1 este prezentată schema de funcționare a modului de învățare dezvoltat pentru sistemul de recuperare medicală asistată robotic a membrului inferior. Modulul este compus din 4 mari subsisteme care la rândul lor conțin mai multe componente:

- Primul modul (1) este reprezentat de datele furnizate de structura robotică prin intermediul servomotoarelor și a caracteristicilor acestora. Astfel de la cele 5 servomotoare care deservește structura mecanică pot fi extrase date referitoare la amplitudinile de mișcare impuse, vitezele de mișcare, accelerațiile pe durata mișcării și cuplul necesar și cel exercitat pe durata mișcării. Tot prin intermediul acestui modul este transmis și modul de interacțiune dintre pacient și structură robotică prin monitorizarea cuplului necesar și acționare conform modalităților de interacțiune descrise în capitolul 3.
- Modulul 2 conține totalitate senzori externi montați pe pacient care pot furniza diferite date:
  - Pulsoximetrul este montat pe unul dintre degetele pacientului la nivelul mâini și oferă date despre starea pacientului pe durata procedurii de recuperare. Pe lângă înregistrarea semnelor vitale pe durata recuperării și transmiterea acestora spre baza de date cu pacienți, prin intermediul unui sistem de monitorizare de tip fuzzy logic datele vitale sunt analizate și în cazul identificării unor neconformități este cerută intervenția personalului medical în timp ce sistemul robotic apelează la funcțiile de siguranță an dezvoltate cu ajutorul experților medicali.
  - Senzori externi sunt reprezentați de un sistem integrat montat la mâna pacientului care este capabil să monitorizeze semnele vitale ale pacientului și să ofere o dublă validare a datelor primite de la pulsoximetru. În același timp pacientul are montat la nivelul membrului inferior un sistem de măsurare a amplitudinilor de mișcare pentru validarea amplitudinilor impuse prin controlul robotului.
  - Sistemul de tip FES transmite unității de procesare curentii folosiți pentru electro-stimularea musculară pe parcursul procedurii de recuperare medicală.
- Cel de al 3-lea modul este reprezentat de baza de date dezvoltată anterior de unde sunt preluate detaliile personale ale pacientului precum vârstă, gen, istoric medical, istoric AVC, evaluarea inițială, evaluarea periodică, analiza de la imagistică, planul de tratament impus de către medic, datele biomecanice și orarul sesiunilor de recuperare.
- Cel de al 4-lea modul este reprezentat de către unitatea de procesare care folosind datele provenite de la celelalte 3 module poate să ofere informații în ceea ce privește progresul sau regresul pacientului, poate să ofere sugestii de îmbunătățire a planului de tratament, poate să ofere sugestii de îmbunătățire a sesiunilor de lucru, poate să facă o clasificare a tuturor pacienților în grupe de studiu, poate să facă o evaluare în ceea ce privește eficiența recuperării asistată robotic și poate să facă sugestii pentru activități motivatoare pentru fiecare pacient care să îmbunătățească rezultatele recuperării.



**Figura 1.** Componentele modulului de învățare

Sistemul de senzori extern montat pe corpul pacientului este compus din următoarele componente:

**Pulsoximetru CONTEC CMS60D poate** fi utilizat pentru măsurarea nivelului de SpO2 și a pulsului din deget. Produsul este potrivit pentru a fi utilizat în familie, spital, asistența medicală comunitară. Conține senzor pentru adulți. Pentru pediatrie și neonatal senzorii se achiziționează separat.

#### Caracteristici:

- Dimensiune mică, ușor și convenabil la transport.
- Funcționarea produsului este simplă, cu un consum redus de energie.
- Meniu de operare pentru setarea funcției.
- Afișare valoare SpO2.
- Afișarea valorii ratei impulsurilor, afișarea graficului de bare.
- Afișarea formei de undă a impulsurilor.
- Luminozitatea ecranului poate fi modificată.
- Indicarea sunetului ratei pulsului.
- Cu funcție de revizuire.
- Cu funcție de ceas.
- Cu limite măsurate de depășire a datelor și funcție de alarmă de joasă tensiune.
- Indicarea capacității bateriei.
- Indicație de joasă tensiune: indicatorul de joasă tensiune, apare înainte de a lucra anormal, care se datorează tensiunii joase și cu funcția de alarmă.
- Valoarea SpO2 și valoarea pulsului, pot fi încărcate pe computer.
- Datele în timp real pot fi transmise către computer.
- Conectat cu o sonda oximetru externă.
- Alarmer sonore și vizuale cu limite reglabile pentru SpO2 și puls.

### **Performanta principala:**

- Mod de afișare: Afișaj color de 1,8 inch.
- Rezoluție ecran: 160 \* 128.
- Interval de măsurare SpO2 : 0% ~ 100% (rezoluția este de 1%).
- Precizie: 70% ~ 100%: ± 2%, sub 70% nespecificat.
- Domeniul de măsurare PR: 30bpm ~ 250bpm, (rezoluția este 1bpm).
- Precizie: ± 2bpm sau ± 2% .
- Performanta de măsurare in condiții de umplere slaba: SpO2 si rata pulsului pot fi afișate corect atunci când raportul de umplere a impulsurilor este de 0,4%. Eroarea SpO2 este de ± 4%, eroarea frecvenței pulsului este de ± 2 bpm sau ± 2%.
- Rezistenta la lumina înconjurătoare: Abaterea dintre valoarea măsurata in condițiile luminii artificiale sau a luminii naturale de interior si a camerei întunecate este mai mica de ± 1%.
- Consum de energie: sub 100mA.
- Tensiune: DC 2.6V ~ 3.6V.
- Alimentare: baterie (2AA).
- Durata bateriei: 44 de ore.
- Tipul de siguranța: baterie interioara, tip BF.

### **Accesorii:**

- Software pentru PC.
- Sonda oximetrica.
- Dimensiune: 110 (L) × 60 (W) × 23 (H) mm.
- Greutate: aproximativ 120g (cu baterie alcalină (2AA)).

### **Pentru măsurarea amplitudinilor de mișcare se folosește sistemul de măsurare BIOMETRICS validat în cadrul proiectului de dezvoltare a protipului robotului RAISE.**

Măsurătorile au fost efectuate pe un eșanțion de 5 persoane care nu au prezentat niciun fel de afecțiune a membrului investigat. Fiecare subiect a semnat un formular de consimțământ. Măsurătorile au fost efectuate cu un sistem de senzori medicali facilitat de către Biometrics Ltd care respectă normele impuse de Comisia Europeană (marcaj CE), conform standardelor de siguranță IEC 60601-1:2005 + a1:2012 și 2007/47/EC. Mișcările la nivelul articulațiilor membrului inferior sunt realizate pe baza recomandărilor și a demonstrațiilor realizate de specialiști în domeniul kinetoterapiei, fiind efectuate următoarele măsurători [:

- a. În cazul mișcărilor de reabilitare ale articulațiilor șoldului și a genunchiului (modulul pentru recuperarea șoldului și a genunchiului):

Toate măsurătorile au fost realizate pornind de la poziția de repaus (Figura 2).

Măsurarea amplitudinii mișcării de flexie-extensie a șoldului (Figura 3) s-a realizat cu ajutorul unui electrogoniometru cu două axe SG150 plasat pe planul perpendicular pe planul de rotație al articulației șoldului.

Măsurarea amplitudinilor mișcării de flexie-extensie a genunchiului (Figura 4) s-a realizat cu ajutorul unui electrogoniometru pe două axe SG150.

- b. În cazul mișcărilor de reabilitare ale articulației gleznei (modulul pentru recuperarea încheieturii piciorului):

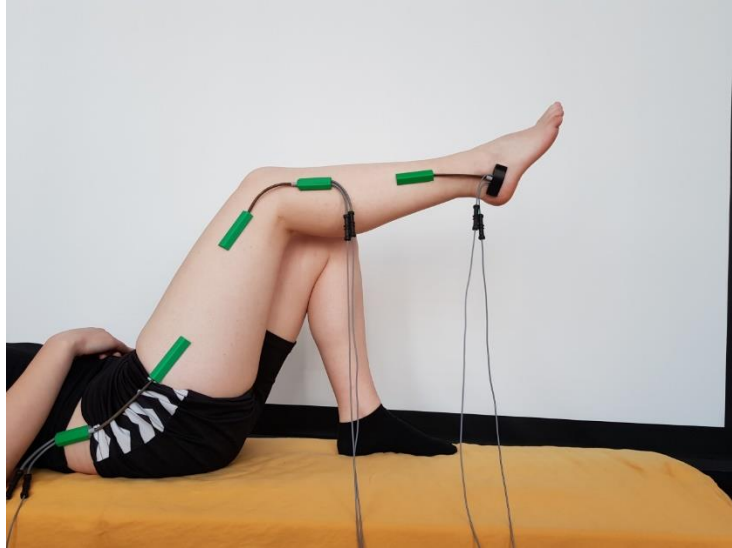
Măsurarea amplitudinii mișcării de flexie-extensie (Figura 5), respectiv a mișcării de abducție-adducție a încheieturii piciorului (Figura 6) s-a realizat cu ajutorul unui electrogoniometru pe două axe de tipul SG110A.



**Figura 2.** Poziția de repaus (de start)



**Figura 3.** Mișcarea de flexie-extensie a șoldului



**Figura 4.** Mișcarea de flexie-extensie a genunchiului



**Figura 5.** Mișcarea de flexie-extensie a încheieturii piciorului



**Figura 6.** Mișcarea de adducție-abducție a încheieturii piciorului

Prof. dr. ing. Calin VAIDA