

## POSTURE CORRECTION USING HARDWARE SYSTEM

BUCĂ Andrei - Alexandru, MIREA Andreea

Facultatea: IIR Specializarea: IMST, Anul de studii: I, e-mail:mireaandreadna@gmail.com

Conducător științific: Ș.I. Dr. Ing. Liviu - Marian Ungureanu

*REZUMAT: : With this project we have made a device which is used to detect the change of posture in the human body. The applicability of this project is in correcting the posture during several months and maintaining a sustainable healthy lifestyle. Back pain affects a large amount of people around the world, impacting the health of the spine and leading to many health problems (negative impacts on the quality of life, sleep disorders, respiratory problems).*

*Half of back pains are caused by improper posture and could therefore been prevented and cured by correcting the posture. The main requirement of this project is to detect a bad posture and getting attention by vibration impulse.*

*CUVINTE CHEIE: corectarea posturii, senzor flexibil, motor cu vibrații, echipament hardware*

### 1. Introducere

De-a lungul istoriei, oamenii au încercat să găsească semnificația calității vieții. O definiție generală este aceea că menținerea unui corp sănătos este esențială pentru a îmbunătăți calitatea vieții, iar unul dintre factorii esențiali este menținerea unei posturi adecvate.

Oamenii conștienți de sănătatea lor sunt neliniștiți de ideea că “ar trebui” să-și corecteze postura, și mulți luptă împotriva problemelor comune prin diferite metode de autocorecție.

La nivel mondial, durerea de spate este principală cauză a dizabilității, împiedicând multe persoane să se implice în muncă, precum și alte activități de zi cu zi.

Experții estimează că 80% din populație vor întâmpina o problemă de spate la un moment dat în viața (American Chiropractic Association, 2015). Majoritatea oamenilor sunt conștienți de acest lucru, dar nu sunt capabili să ia măsuri, în consecință pentru a remedia problema de sanatate. [1]

Din cauza efectelor negative a posturii incorecte, expuse mai sus, am fost motivați să proiectăm acest sistem, întrucât această problemă este întâlnită pe scară largă, la nivel mondial, provocând efecte negative unui număr din ce în ce mai mare de persoane. Surprinzător este faptul că numărul persoanelor ce suferă de durere de spate se află într-o continuă creștere. Postura incorectă este un pericol aparent nesemnificativ pentru sănătatea zilnică, dar atunci când continuă, poate duce la probleme grave de sănătate. Cele mai des întâlnite probleme datorate unei posturi neadecvate sunt următoarele: durerile de cap, tensiunea, respirație diminuată, oboseală, durerile de spate sau chiar leziunile interne.

Scopul acestei lucrări constă în realizarea unui dispozitiv care să vină în sprijinul utilizatorilor pentru a-și corecta postura și pentru a menține un stil de viață sănătos.

Sistemul hardware este un dispozitiv pe care l-am putea folosi în activitățile noastre zilnice pentru a combate problemele comune. Acesta este alcătuit dintr-un microcontroller, un senzor flexibil și un motor cu vibrații. Plăcuța Arduino Nano utilizează ieșirea senzorului flexibil pentru a determina dacă utilizatorul se află într-o poziție nefavorabilă și transmite o comandă către motorul cu vibrații.

Senzorul flexibil este conectat la microcontroller-ul Arduino printr-un pin de intrare analogic A0, iar motorul de vibrație este conectat la pinul digital D3.

Următorii pași sunt pentru a crea un senzor de postură pentru a face utilizatorii mai conștienți de postura lor. Când utilizatorul trebuie să își regleze postura, va simți o vibrație din partea sistemului. Acest senzor de postură este un mod eficient de a înregistra cazuri de postură incorectă putând fi utilizat atât pe termen scurt cât și pe termen lung. Prin intermediul vibrațiilor sistemul atenționează utilizatorul că postura acestuia nu este corectă. Ca și efect pozitiv asupra purtării acestui dispozitiv se numără

îmbunătățirea posturii, ulterior utilizatorul putând se renunțe la purtarea acestuia, întrucât a reușit să dobândească o postură corectă. Pe de altă parte, postura incorectă, a fost asociată cu disconfortul și durerile de spate, iar riscul este mai mare atunci când este menținută pentru perioade îndelungate de timp.

## **2. Stadiul actual**

Coloana vertebrală are un rol crucial în funcționarea corectă a organismului. Aceasta protejează măduva spinării, asigură echilibrul întregului corp și contribuie la funcționarea corespunzătoare a aparatului locomotor. Astfel, este de înțeles că o postură viciată a coloanei poate cauza o serie de probleme de sănătate, care se vor manifesta la nivelul întregului corp. Printre cele mai serioase probleme cauzate de postura incorectă se numără disfuncțiile locomotorii. Persoanele care se confruntă cu această afecțiune experimentează dureri la membrele inferioare de fiecare dată când se deplasează. Dacă este lăsată netratată, postura incorectă se va agrava odată cu înaintarea în vârstă, cauzând probleme permanente de sănătate.

O postură incorectă menținută pentru o perioadă mare de timp va pune presiune pe coloana vertebrală, lucru care poate duce la apariția herniei de disc. Această afecțiune poate cauza dureri de spate constante și, în funcție de gravitate, poate fi tratată doar printr-o intervenție chirurgicală. Dacă petreci foarte mult timp la calculator și nu ai o poziție corectă la birou, te-ai putea confrunța cu tulburări de vedere, cauzate de deviația coloanei vertebrale, care vor dispărea odată ce îți vei îmbunătăți postura. Deși este comun la femeile cu vârste cuprinse între 50 și 60 de ani, în zilele noastre, tot mai mulți tineri se confruntă cu sindromul de tunel carpian. Afecțiunea se manifestă prin dureri la nivelul mâinilor, amorteala antebrațelor și a membrelor superioare, apărând foarte des la persoanele care au poziții vicioase la birou sau al căror loc de muncă presupune mișcări repetitive. O poziție vicioasă a coloanei vertebrale se poate manifesta și la nivelul capului și poate produce grețuri, o stare generală de iritabilitate sau amețeli. De asemenea, durerile cauzate de inflamarea mușchilor coloanei vertebrale pot radia și înspre zona capului, cauzând migrene constante. [2]

Se regăsesc numeroase dispozitive pe piață ce ajută la corectarea posturii însă acestea sunt destul de scumpe. Printre dispozitivele regăsite pe piață se enumeră UPRIGHT - senzorul de postură eficient pentru reeducarea obișnuinței posturii. Un instrument excelent de dimensiuni mici, discret ce nu se va afișa sub majoritatea hainelor. UPRIGHT are două moduri: antrenament și urmărire. În modul de antrenament, dispozitivul vibrează ușor de fiecare dată când postura nu este cea corectă. Se poate ajusta sensibilitatea și vibrațiile din aplicație. Modul de urmărire dezactivează alertele de vibrații și păstrează statistici precise despre postura pe tot parcursul zilei, folosind o tehnologie îmbunătățită, cu mai mulți senzori. Este ușor de utilizat și ajută la îmbunătățirea sănătății, echilibrului și concentrare prin menținerea unei alinieri mai bune a corpului. [3]

## **3. Studiu de caz**

În acest capitol se va face detalierea sistemului implementat, a montajului practic realizat, precum și a echipamentelor individuale folosite. Astfel, sunt prezentate date legate de senzorul utilizat, de microcontroller și de motorul cu vibrații.

### 3.1 Proiectare hardware

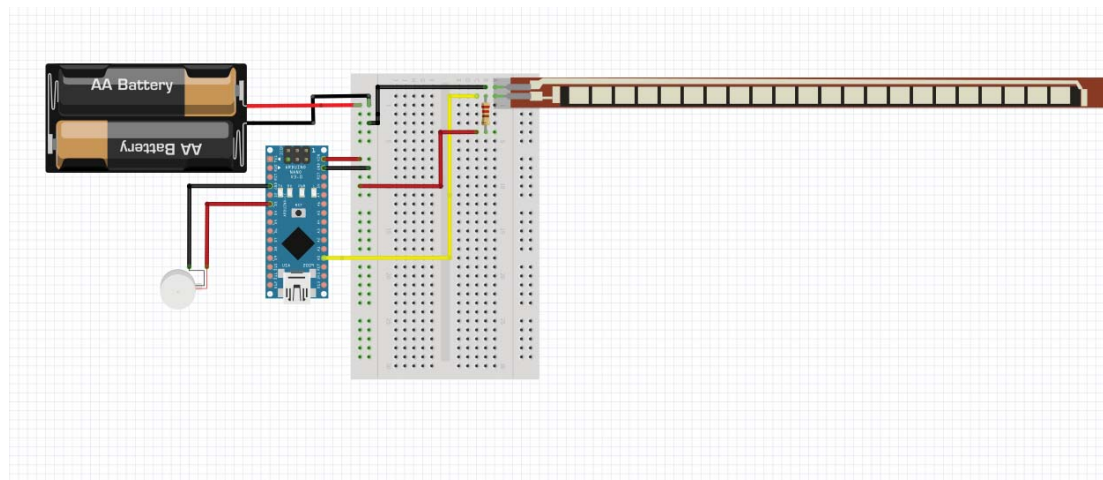


Fig. 1. Schema de montaj

Sistemul hardware de corectare a posturii este alcătuit după cum urmează: senzorul flexibil 4.5" ce este conectat la microcontroller Arduino NANO V3 ATmega328p printr-un pin de intrare analogic A0, microcontrollerul folosește această citire pentru a comuta motorul de vibrație în funcție de pragul stabilit după calibrare, iar motorul de vibrații este conectat la Arduino printr-o ieșire la pinul D3.

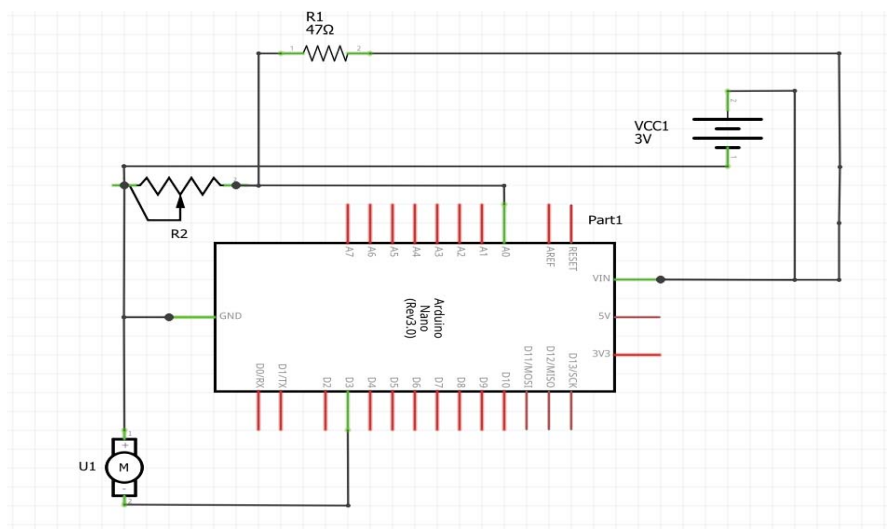


Fig. 2. Schema de montaj

Caracteristici generale:

- sistem hardware de corectare a posturii;
- ușurință în utilizare;

### 3.2 Descrierea detaliată a componentelor

În cele ce urmează se vor prezenta componentele utilizate și funcționalitatea acestora. Programul ce se regăsește în secțiunea 3.2.2 reprezintă codul sursă al componentei hardware.

### 3.2.1 Senzorul flexibil 4.5"

În cadrul sistemului dezvoltat, s-a folosit pentru achiziția datelor un senzor flexibil de 4.5", ales în concordanță cu microcontroller-ul, dar și cu cerințele specificate. Acest senzor transmite date microcontroller-ului, care la rândul lui este însărcinat cu filtrarea acestora și luarea deciziilor de comandă. Senzorul flexibil are timp de răspuns scurt și sensibilitate ridicată, pe măsură ce senzorul se îndoaie, rezistența peste senzor crește. Senzorul va fi plasat vertical pe partea inferioară a spatelui de-a lungul coloanei vertebrale a utilizatorului.

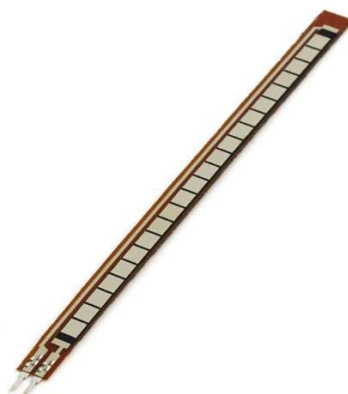


Fig. 3. Senzorul flexibil<sup>1</sup>

### 3.2.2 Microcontroller

Multitudinea de tipuri de microcontrollere face grea alegere unuia care să se potrivească aplicației. În cazul de față s-a optat pentru unul din gama Arduino, și anume Arduino NANO V3 ATmega328p.

Arduino oferă:

- cost și dimensiuni reduse;
- un software open-source ;
- comunicație prin USB;
- Tensiune de funcționare: 5 V;
- Pini intrare/ieșire digitali: 14;
- Pini analogici de intrare: 8;
- comunitate largă de utilizatori și aplicații;
- Memorial Flash 32 KB;
- Dimensiuni: 0,73" x 1.70"; [4]



Fig. 4. Plăcuța Arduino NANO

<sup>1</sup> Optimus Digital, "Senzor Flex 4.5'", online: [https://www.optimusdigital.ro/ro/senzori/3400-senzor-flex-45-.html?search\\_query=senzor+flex&results=10](https://www.optimusdigital.ro/ro/senzori/3400-senzor-flex-45-.html?search_query=senzor+flex&results=10), 2020

Arduino NANO V3 ATmega328p este o placă de dezvoltare bazată pe microcontrollerul ATmega328p. Tensiunea de operare este de 5V, acesta poate fi alimentat direct de la calculator, de la portul USB, sau prin intermediul unei baterii. Frecvența de funcționare a microcontrollerului este de 16 MHz.

În cazul de față, Arduino NANO V3 este folosit pentru a implementa următoarele funcționalități ale proiectului:



Fig. 5. Schema de montaj

Programul ce se regăsește mai jos reprezintă codul sursă al sistemului. Toate variabilele sunt declarate la început, iar în setup se face inițializarea comunicației seriale și inițializarea variabilelor. În loop se realizează bucla în care se fac citirile succesive ale datelor de la senzori, filtrarea și comanda.

```
const int flexpin = A0;
const int motorPin = D3;
int value;
void setup() {
  Serial.begin(9600);
  Serial.println("Hello Sensor Flex!!");
  Serial.println("Read analog flexpin!!");
  Serial.println("Save analog value!!");
  pinMode (motorPin, OUTPUT);
}

void loop() {
  value = analogRead (flexpin);
  Serial.println(value);
  if (value > 901/* || value < 897*/) {
    int i = 0;
    while (i < 3) {
      digitalWrite (motorPin, HIGH); //vibrate
      delay(150);
      digitalWrite(motorPin, LOW);
      delay(250);
      i++;
    }
  }
  delay (1000);
}
```

### 3.2.3 Motor de vibrații

Motorul cu vibrații este special proiectat pentru a avea dimensiuni mici, conform imaginii atașate, putând fi inclus cu ușurință în aplicații mobile. Motorul trebuie să fie alimentat la valori între 1.5 și 3.7V și consumă maxim 10mA. Am folosit acest motor ca o modalitate de a semnaliza utilizatorului că acesta se află într-o postură incorectă. [4]



Fig. 6. Motorul cu vibrații

Am atașat motorul deasupra senzorului flexibil și de-a lungul coloanei vertebrale, ceea ce îi oferă utilizatorului o senzație inconfortabilă, determinând astfel utilizatorul să revină la o bună postură.

În alegerea sursei de alimentare al sistemului propus, s-au considerat ca fiind importante următoarele criterii: domeniul de aplicație, sursa de tensiune constantă cât și forma constructivă. Tensiunea la nivelul sursei de alimentare este de 3V, iar motorul cu vibrații trebuie să fie alimentat între 1.5 și 3.7V având consum maxim de 10mA.

### 3.3 Cercetare biologică și plasare mecanică a senzorului

În timpul finalizării acestui proiect, s-au efectuat cercetări biologice asupra diferitelor tipuri de posturi precare, pentru a înțelege mai bine locul unde ar trebui amplasat senzorul. Există trei tipuri de postură defectuoasă: lordoză, cifoză, scolioză. Corpul uman, în poziție ortostatică, are predispoziția de înclinare spre înainte. Sub influența forței gravitaționale, curbările fiziologice ale coloanei au tendința de a se accentua. Însă corpul rămâne în echilibru și curbările își păstrează forma și mărimea grație, jocului și tonicității musculare, a elasticității ligamentelor, a discurilor intervertebrale, cât și a îmbinării anatomice a celor 24 de vertebre. [4]



Fig. 7. Posturi defectuoase

În cele din urmă am confirmat că postura inferioară a spatelui influențează puternic poziția atât a spatelui, cât și a gâtului, astfel am decis plasarea senzorului flexibil de 4,5” pe partea inferioară a spatelui fiind suficient pentru a ajuta un utilizator în menținerea unei posturi corecte.

#### 4. Proiectarea echipamentului de protecție al microcontrollerului

Sistemele integrate CAD/CAM/CAE/PDM reprezintă instrumente de lucru eficiente în activitățile de proiectare în diverse domenii, cu ajutorul căruia se pot realiza produse performante. Pentru a realiza echipamentul de protecție al plăcuței Arduino s-a avut în vedere executarea fiecărui element în parte, iar apoi asamblarea acestora.

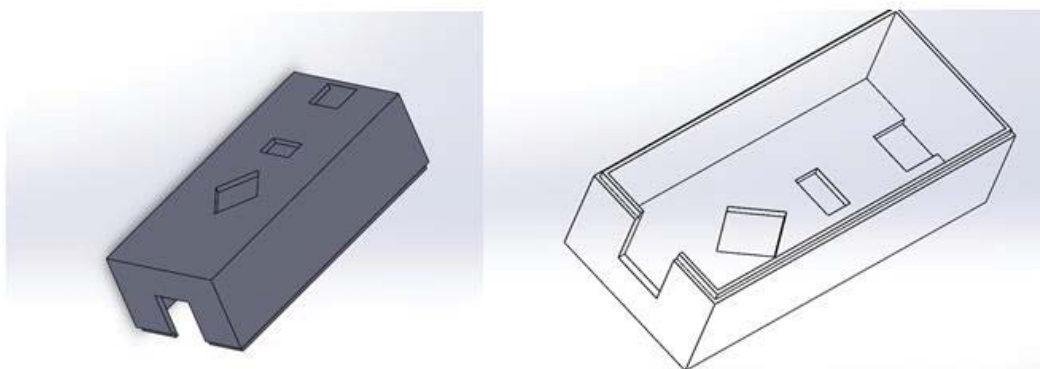


Fig. 8. Componentă carcasa

Carcasa reprezintă "casa" microcontrollerului, cea care adăpostește toate componentele. Carcasa are ca rol principal asigurarea protecției componentelor, iar ca roluri secundare pe acelea de izolare și de participare la răcirea componentelor. Prin urmare am considerat ca fiind necesară proiectarea acesteia utilizând interfața grafică SOLIDWORKS în scopul printării 3D.

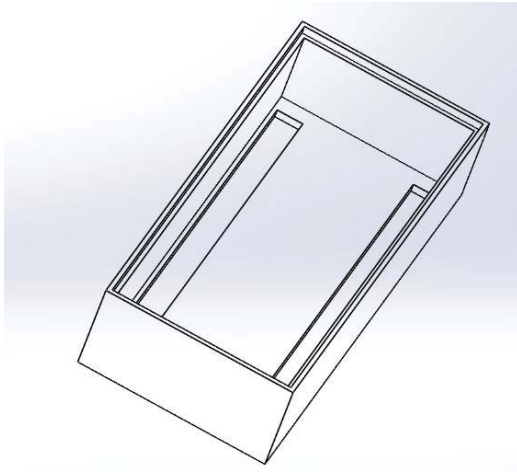


Fig. 9. Componentă carcasa baza

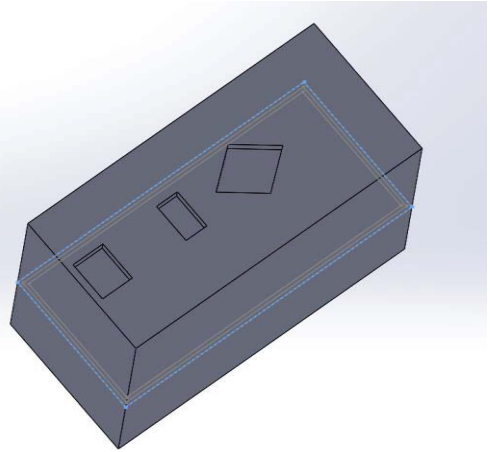


Fig. 10. Asamblarea carcasei

## 5. Realizarea efectiva a sistemului hardware

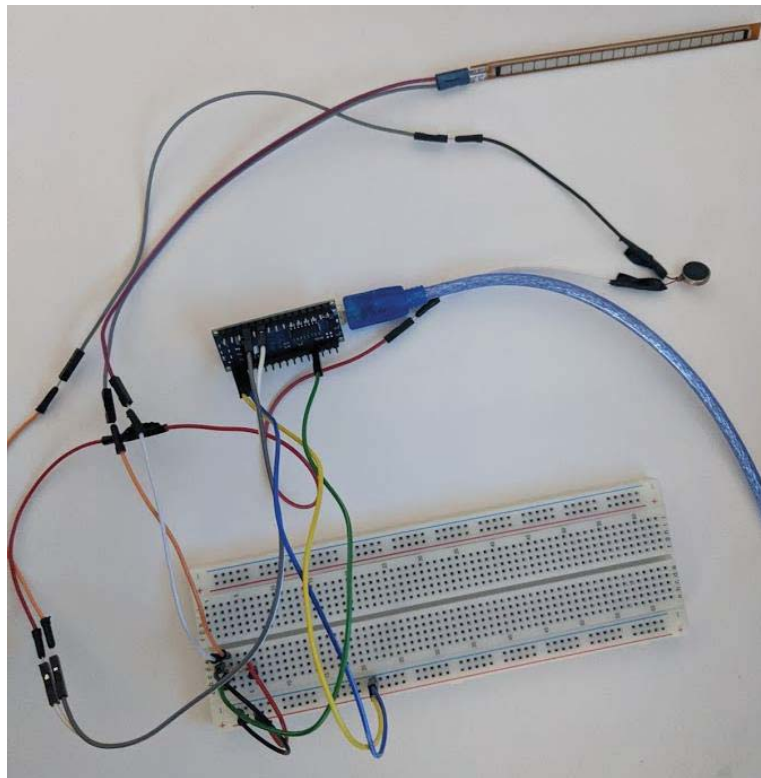


Fig. 11. Sistem hardware



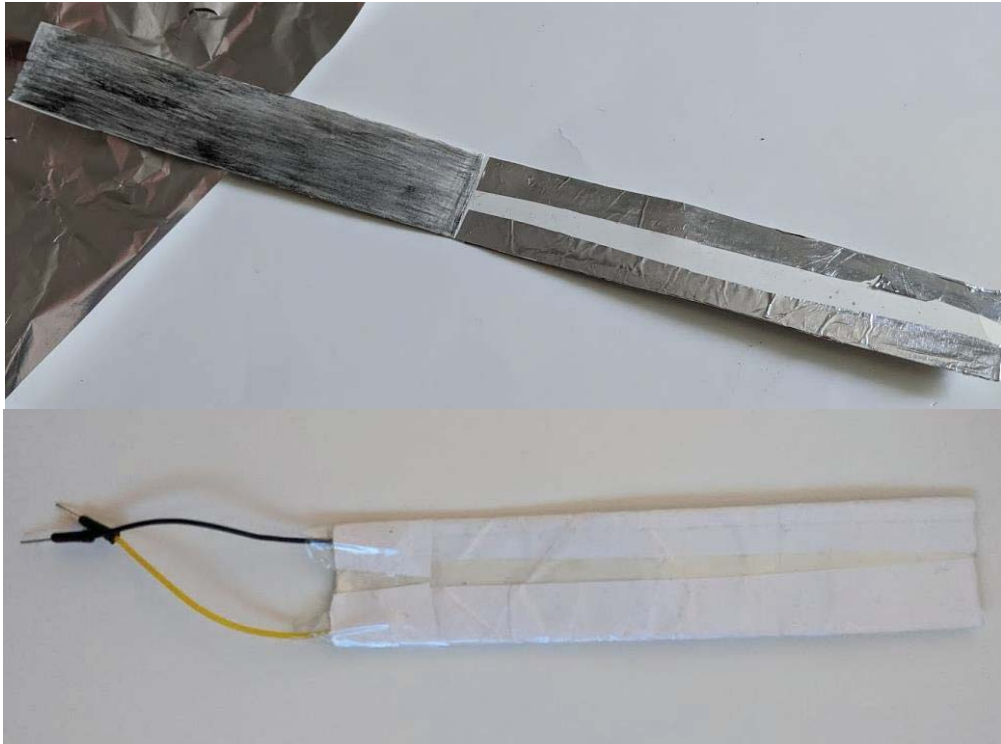


Fig. 12. Senzor flexibil



Fig. 13. Corectorul de postură

## 6. Concluzii

În această parte vor fi prezentate concluziile asupra variantei finale a sistemului, precum și o retrospectivă a obiectivelor ce au fost atinse. Tot aici se vor enumera o serie de posibilități de dezvoltare ulterioară a sistemului și viitoare cercetări în domeniu.

Primul obiectiv principal a fost cercetarea biologică și înțelegerea procesului de corectare a posturii.

Al doilea obiectiv principal a presupus definirea și proiectarea sistemului, iar ultimul obiectiv finalizat, a fost realizarea sistemului care te anunță prin vibrații când postura este incorectă și aceasta ar trebuie să fie corectată.

Din categoria contribuțiilor personale fac parte expunerea contextului problemei și poziționarea ei într-un domeniu actual precum și procesarea în timp real a datelor prin utilizarea plăcuței Arduino.

Deși o mare parte din obiectivele propuse au fost îndeplinite, există un obiectiv pe care îl plănuim a-l dezvolta și anume crearea unei aplicații mobile pe care să-o integrăm cu sistemul hardware printr-un modul Bluetooth.

Majoritatea oamenilor își corectează postura, atunci când sunt capabili să se vadă. Problema este că nu ne putem privi încontinuu, așa că sfârșim uitând să păstrăm o postură corectă. De aceea am considerat ca fiind utilă o aplicație mobilă, prin intermediul căreia să-ți poți vizualiza în timp real postura, și să poți vizualiza statistici cu numărul de ore în care s-a păstrat o poziție incorectă cât și numărul de ore în care s-a păstrat o poziție corectă.

O altă îmbunătățire poate fi considerată implementarea unui sistem de notificare în cadrul aplicației mobile, responsabil cu notificarea utilizatorului atunci când acesta ar trebui să ia pauze de odihnă pentru a-și relaxa musculatura.

Aplicația mobilă ar fi o oglindă a obiceiurilor și acțiunilor utilizatorilor.

## 7. Bibliografie

- [1] „Hands Down Better,” 2020. [Interactiv]. Available: <https://www.acatoday.org/Patients/What-is-Chiropractic/Back-Pain-Facts-and-Statistics>).
- [2] „Artro Sport Clinic 2019,” 2019. [Interactiv]. Available: <https://artrosport.ro/2019/11/10/postura-incorrecta-a-corpului-cauze-tratament-preventie/>.
- [3] „UPRIGHT,” 2019. [Interactiv]. Available: <https://www.uprightpose.com/how-it-works/>.
- [4] „Active Life România,” 2018. [Interactiv]. Available: <https://activelife.ro/activelife/totul-despre-coloana-vertebrala-si-postura-corporala-corecta/>.

## 8. Notații

Următoarele simboluri sunt utilizate în cadrul lucrării:

V - Volt;

KB - Kilobyte;

mA-miliAmperi;

MHz-megaHertz;