

SHOES FOR MONITORING PRESSURE ON THE SOLE AT JOGGING RUNNING

ÎNCĂLȚAMINTE PENTRU MONITORIZAREA PRESIUNII PE TALPĂ LA ALERGAREA DE TIP JOGGING

DUMITRU Alexandru, CHIOVEANU Mihai, BARBU Diana ȘI STĂNICĂ Diana
Facultatea: F.I.I.R, Specializarea: I.N.P.N, Anul de studii: 2, e-mail: chioveanu_mihai@yahoo.com

Conducător științific: Prof.univ.Dr.Ing. GHICULESCU Daniel

ABSTRACT: The presented paper proposes the study of the implementation of pressure sensors on the sole of a sports shoe, in order to monitor different parameters (speed of movement, number of steps and walking defects of users). To see if the product would have a market, we went through several stages of analysis and research. Following these, it is found that the product would meet the current needs of customers through the quality and accuracy of the components, fulfilling the required functions..

CUVINTE CHEIE: pantof, presiune, matriță, senzor, alergare.

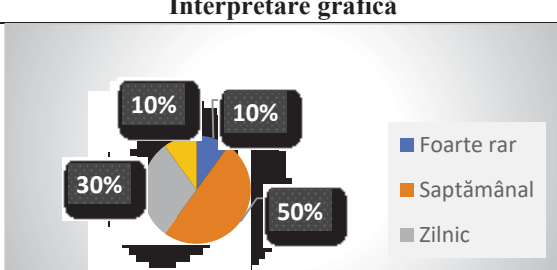
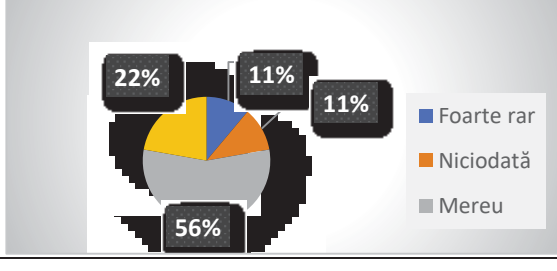
1. Introducere

În prezent, România reprezintă un nume important când vine vorba de industria de încălțăminte. Este în topul primilor 15 țări ce fac cele mai multe exporturi. Cunoscută ca fiind una dintre cele mai mari producătoare de încălțăminte de orice fel, țara noastră se alătură țărilor cu tradiție în ceea ce privește domeniul, precum Italia [1].

2. Marketing strategic al produsului

Pentru identificarea nevoilor clienților se folosește interviul. Ghidul de interviu uzilizat în culegerea datelor brute urmărește obținerea de răspunsuri pentru următoarele întrebări din tabelul 2.1, fiind intervievați un număr de 10 persoane:

Tabelul 2.1. Interviu clienți

Întrebări	Interpretare grafică										
1. Cât de des mergeți la alergat?	 <table border="1"><thead><tr><th>Frecvență</th><th>Procent</th></tr></thead><tbody><tr><td>Foarte rar</td><td>10%</td></tr><tr><td>Saptămânal</td><td>30%</td></tr><tr><td>Zilnic</td><td>50%</td></tr><tr><td>Niciodată</td><td>10%</td></tr></tbody></table>	Frecvență	Procent	Foarte rar	10%	Saptămânal	30%	Zilnic	50%	Niciodată	10%
Frecvență	Procent										
Foarte rar	10%										
Saptămânal	30%										
Zilnic	50%										
Niciodată	10%										
2. Obișnuiți să vă măsurați distanța parcursă în timpul alergării?	 <table border="1"><thead><tr><th>Frecvență</th><th>Procent</th></tr></thead><tbody><tr><td>Foarte rar</td><td>11%</td></tr><tr><td>Niciodată</td><td>22%</td></tr><tr><td>Mereu</td><td>56%</td></tr><tr><td>Uneori</td><td>11%</td></tr></tbody></table>	Frecvență	Procent	Foarte rar	11%	Niciodată	22%	Mereu	56%	Uneori	11%
Frecvență	Procent										
Foarte rar	11%										
Niciodată	22%										
Mereu	56%										
Uneori	11%										

Până în prezent, au fost realizate studii privind nevoile clienților, piața de desfacere pe care urmează să o întâlnească produsul și articole de specialitate privind produsele concurente. În urma analizei făcute în tabelul 2.1. se constată că produsul ar satisface nevoile clienților.

3. Managementul proiectului

În acest proiect este vorba despre realizarea unei perechi de pantofi sport inteligenți care au inserat, în talpă, un număr de șase senzori, cu funcții diferite (doi dintre aceștia măsoară viteza de deplasare a utilizatorului, iar ceilalți patru informează, cu ajutorul unei conexiuni de tip Bluetooth la un Laptop sau Aplicație pe telefonul mobil, dacă pășirea în timpul alergării a fost corectă).

3.1. Planificarea activităților proiectului

Planificarea activităților proiectului s-a realizat cu ajutorul instrumentului software-ului Primavera P6. (figura 3.1).



Fig. 3.1. Planificarea activităților proiectului

În urma planificării s-a stabilit durata proiectului 130 de zile, iar investiția inițială se ridică la 3227 lei. Proiectul are 21 de resurse, iar pentru fiecare resursa s-a elaborat programul de lucru, eliminând-se supraîncărcările.

4. Proiectare conceptuală

Pornind de la nevoia identificată, s-a stabilit că funcția generală a produsului dezvoltat este protecția și monitorizarea piciorului în timpul alergării. S-au făcut cercetari și s-a studiat literatura de specialitate, în urma cărora s-au elaborat 5 concepte de pantofi sport inteligenți. Folodind metoda trierii a rezultat un concept care se poate realiza și care satisface nevoile clienților, prezent în figura 4.1.

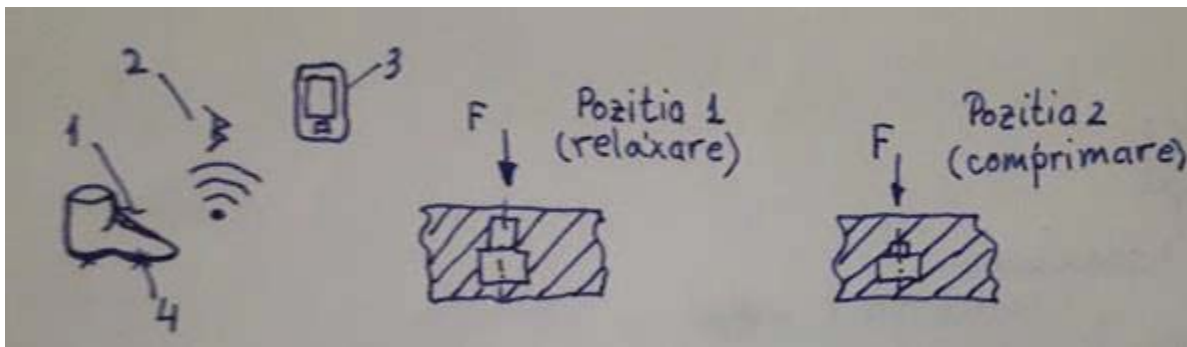


Fig. 4.1. Conceptul optim

Pantofii se fixează pe talpa piciorului cu ajutorul șireturilor (1). Talpa acestora este din cauciuc, având impregnați 2 senzori care trimit semnale bluetooth (2) telefonului mobil (3). Senzorii se află în două poziții:

- Poziția 1, când piciorul este în repaus, iar senzorul nu se comprimă (relaxare).
- Poziția 2, când senzorul se comprimă datorită forței de apăsare, transmițând semnale telefonului mobil.

5. Proiectare detaliată

Pentru realizarea unei analize cât mai detaliate, în vederea dezvoltării produsului propus, a fost nevoie de consultarea articolelor de specialitate: medicală, electronică, marketing și analiză economică. Astfel, produsul, prin complexitatea sa, satisface cu rigurozitate nevoile clienților. Proporția produsului s-a făcut în funcție de o dimensiune universală, a piciorului uman.

S-a ales ca forma produsului să fie una simetrică. Alegerea unei forme simetrice conduce și la ușurința la proiectare, realizare, asamblare și utilizare a produsului.

De asemenea, implicarea design-ului de calitate în orice domeniu a însemnat un factor de progres, contribuind la umanizarea produselor, activității și vieții. Iar proiectarea estetică a produsului concomitent cu proiectarea sa tehnică este o modalitate care conferă obiectului calități estetice inerente.

Forma obiectului apare în acest caz determinată de funcționalitatea la care acesta trebuie să răspundă.

Procesul de selecție al materialelor trebuie să țină cont de anumiți factori cum ar fi: proprietăți, preț, rost, disponibilitate [2].

Pentru branșul pantofilor s-a folosit ca și material siliconul, acesta fiind un compus macromolecular cu structura analoagă corpurilor organice, alcătuit din lanțuri de atomi de siliciu care alternează regulat cu atomi de oxigen. Lanțurile astfel formate mai au valențe libere care pot fi completate cu hidrogen sau radicali organici, astfel că siliconii îmbină caracteristicile dielectrice ale materialelor organice cu stabilitatea chimică și termică a materialelor anorganice [3]. În tabelul 5.1 se găsesc caracteristicile fizice și mecanice ale siliconului

Tabelul 5.1. Caracteristicile mecanice ale siliconului [2]

Tipul	Cod ISO 1043	Caracteristici mecanice			
		Rezistența la tracțiune [N/mm ²]	Modulul de elasticitate [N/mm ²]	Alungirea la rupere [%]	Duritatea Shore [°Shore]
Silicon	Si	5,5-7	6200	100	40-45

Având în vedere desenul de execuție al matriței (fig.5.1) și modelul 3D (fig.5.2) al acesteia și a altor activități necesare, s-a elaborat o versiune simplificată a procesului tehnologic, în urma căreia se va fabrica produsul.

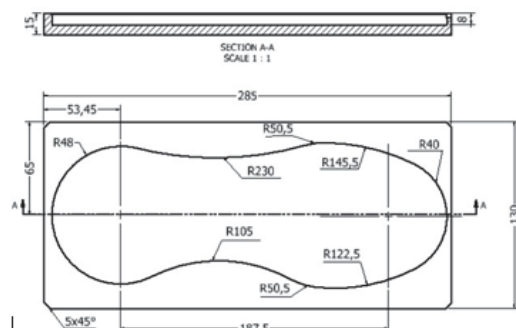


Fig. 5.1. Desenul de execuție al matriței

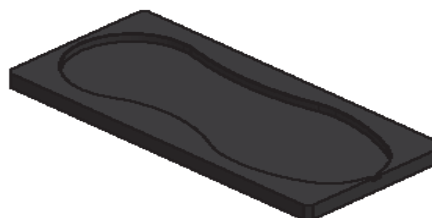


Fig. 5.2. Modelul 3D al matriței

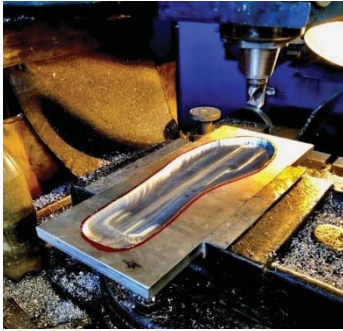


Fig. 5.3. Frezarea matriței

Matrița din figura 5.3. a fost obținută prin frezare, pe o Mașină de frezat universală, Marca Marghita FUS-32, iar ca sculă aschietoare s-a folosit o freza cilindro-frontala cu 2 taișuri și diametrul de 20 mm. După finalizarea procesului de prelucrare, placa se supune unui proces de lustruire și degresare.

Cu ajutorul soft-ware-ului GrabCAD am ales modelul de pantof sport, destinat alergării, în care se va introduce branțul siliconic. Modelul 3D al pantofului sport se prezintă în figura 5.4.



Fig. 5.4. Modelul 3D al pantofului sport

6. Elemente de execuției și testare

6.1. Turnarea materialului siliconic în matriță

După mai multe încercări de turnare eșuate, s-a dovedit ca cea mai potrivită, pentru realizarea branțului, ar fi turnarea siliconului clasic transparent (fig. 6.1.)



Fig. 6.1. Materialul siliconic turnat în matriță



Fig. 6.2. Branțul siliconic

După turnarea siliconului în matriță, acesta a avut nevoie de 24 de ore, pentru a se solidifica și copia forma matriței. La finalul celor 24 de ore, branțul siliconic a fost extras

6.2. Montarea și testarea senzorului inserat în locașul branțului siliconic

În urma realizării branțului siliconic a fost realizat modelul 3D al ansamblului privind montarea și testarea senzorilor. Acesta se prezintă în figura 6.3:

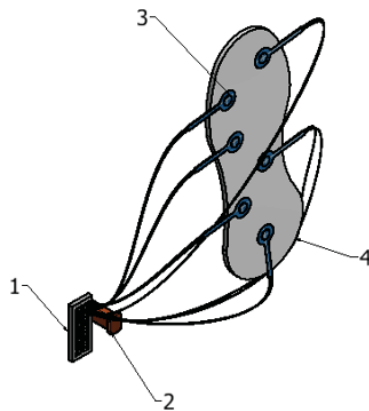


Fig. 6.3. Modelul 3D al ansamblului

Modul de funcționare: Senzorul de presiune FSR (3) se atașează pe branțul siliconic (4) acesta fiind prevăzută cu locașuri care copiază forma senzorului. Cu ajutorul conectorilor se realizează legătura dintre senzorii (3) și placa de circuite (1). Acestea sunt alimentate de bateria (4).

Rezistorul sensibil la forță sau FSR este un senzor care permite detectarea presiunii fizice, strângerea și greutatea. Acesta este un rezistor care își schimbă valoarea rezistivă (ohmi Ω) în funcție de cât de mult este presat. Conectați la o placă de bază Arduino, aceasta preia informația de la senzori, o procesează și o transmite către o gamă largă de device-uri. Ansamblul conectării senzorului la placa Arduino se prezintă în figura 6.5.

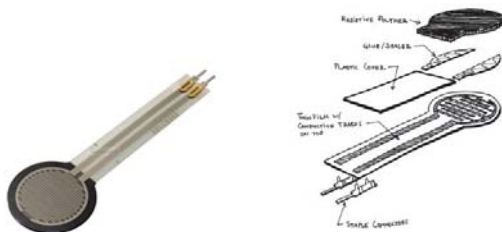


Fig.6.4. Senzor FSR

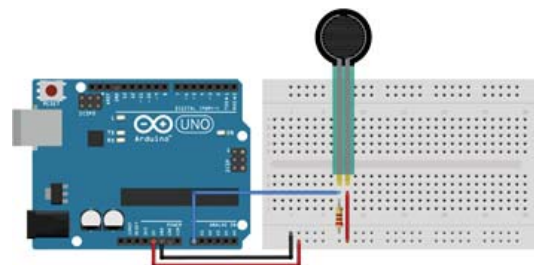


Fig.6.5 Ansamblul placa Arduino-senzor FSR

În cazul de față, informația va fi transmisă către un smartphone, care cu ajutorul unei aplicații mobile, va monitoriza viteza de deplasare, numărul de pași, date privind repartizarea presiunii pe talpa piciorului, poziția și biomecanica utilizatorului.

6.3. Testarea senzorului FSR în funcție de presiunea exercitată

Senzorul FSR a fost poziționat pe brânțul siliconic, fiind conectat la placa Arduino pentru a testa presiunea și modul de afișare în programul de dezvoltare (fig. 6.6).

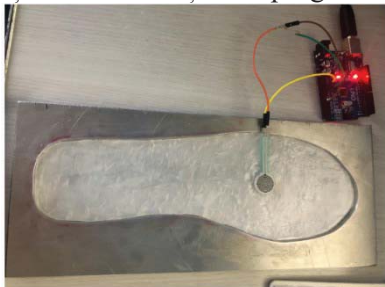


Fig.6.6. Poziționarea senzorului

A fost creat un Cod în programul de dezvoltare Arduino care ajută la interpretarea rezultatelor privind Presiunea exercitată asupra senzorului, prezentat în figura.5.6. Acest Cod oferă informații despre Tensiunea curentului transmis [V], Rezistența senzorului FSR [Ohm], Conductanță electrică a curentului ce strabate conductorii [microMhos] și Forța de apasare [N].

În figura 6.7. sunt reprezentate rezultatele măsurătorilor, senzorul fiind solicitat prin apasare cu anumite valori ale forței de greutate.

```
COM5
Resistența FSR in ohmi = 2150
Conductanța in microMhos: 465
Forța in Newton: 5
-----
Citire analogică = 873
Citire voltaj in mV = 4266
Resistența FSR in ohmi = 1720
Conductanța in microMhos: 581
Forța in Newton: 7
-----
```

Fig.6.7 Afișajul parametrilor la acționarea senzorului FSR

```
sketch_apr06a | Arduino 1.8.12 (Windows Store 1.8.33.0)
Fișier Editare Schiță Instrumente Ajutor

sketch_apr06a.g

void loop() {
  int reading = analogRead(A0);
  Serial.println("Citire analogică = ");
  Serial.println(reading);

  float voltage = map(reading, 0, 1023, 0, 5000);
  Serial.println("Citire voltaj in mV = ");
  Serial.println(voltage);

  if (voltage == 0) {
    Serial.println("Forța greutatea");
  } else {
    float resistance = 5000 - voltage;
    float resistance /= 10000;
    float resistance /= voltage;
    Serial.println("Resistența FSR in ohmi = ");
    Serial.println(resistance);

    float conductance = 1000000;
    float conductance /= resistance;
    Serial.println("Conductanța in microMhos: ");
    Serial.println(conductance);

    if (conductance <= 1000) {
      float force = conductance / 80;
      pressure = force / 0.0002;

      Serial.print("Forța in Newton: ");
      Serial.println(force);
      Serial.print("Presiunea in Pa: ");
      Serial.println(pressure);
    } else {
      float force = conductance - 1000;
      force /= 30;
      pressure = force / 0.0002;

      Serial.print("Forța in Newton: ");
      Serial.println(force);
      Serial.print("Presiunea in Pa: ");
      Serial.println(pressure);
    }

    Serial.print("Forța in Newton: ");
    Serial.println(force);
    Serial.print("Presiunea in Pa: ");
    Serial.println(pressure);
  }
}
```

Fig.6.8. Inserare „Calcul Presiune” în Cod program Arduino

```

16:58:58.261 -> Citire analogica = 879
16:58:58.261 -> Citire voltaj in mV = 4296
16:58:58.296 -> Rezistenta FSR in ohmi = 1638
16:58:58.331 -> Conductanta in microMhos: 610
16:58:58.365 -> Forta in Newton: 7
16:58:58.400 -> Presiunea in Pa: 35000
16:58:58.400 -> -----
16:58:59.378 -> Citire analogica = 912
16:58:59.378 -> Citire voltaj in mV = 4457
16:58:59.413 -> Rezistenta FSR in ohmi = 1218
16:58:59.448 -> Conductanta in microMhos: 821
16:58:59.483 -> Forta in Newton: 10
16:58:59.518 -> Presiunea in Pa: 50000

```

Fig. 6.9. Rezultatul presiuni în Pascali

În urma inserării formulei de calcul pentru presiune, a fost făcută o nouă simulare, acționându-se asupra senzorului cu diferite valori ale forței F . Rezultatele simulării se prezintă în figura 6.9.

7. Analiza economică

Analiza economico-financiară constituie un instrument definitoriu în cadrul managementului modern al firmei, astfel că necesitatea utilizării acesteia derivă din următoarele funcții:

- utilizarea și mobilizarea resurselor interne;
- creșterea autonomiei economico-financiare și a eficienței economice;
- diagnoza și reglarea activității firmei.

Concomitent, funcțiile analizei economice fundamentează activitatea managerilă la nivelul firmei, rezultând obiectivul principal al utilizării analizei economico-financiare și anume folosirea rezultatelor la actul decizional [3].

Punctul de pornire în vederea realizării unei analize economice cât mai detaliate este nivelul microeconomic, care se desfășoară la scara întreprinderii și a elementelor acesteia, abordată ca sistem. Astfel, pentru a putea realiza produsul și a rezista pe piața actuală a industriei ușoare, în concordanță cu domeniul IT, s-a realizat o analiză a costurilor după cum urmează:

- costul elementelor componente;
- costuri de fabricație;
- costuri de întreținere.

Compania va încheia un contract cu firma S.C. Roumasport S.R.L, deținătoarea lanțului de magazine Decathlon prin care se comercializează încălțăminte sport pentru alergare Kalenji. Pentru primul an de fabricare și lansare a produsului nostru, HipeRun Smart Shoes, brand-ul Kalenji va furniza un stoc de 2000 de perechi de încălțăminte destinate alergării de tip jogging, conform modelului proiectat de noi. Ulterior, compania va realiza activitățile de producție necesare, prin care va integra tălpică de silicon și echipamentele componente necesare pentru a lansa pe piață produsul dorit.

Printr-o analiză a costurilor de pe piața articolelor sportive, am constatat că produsul poate fi realizat, elementele acestuia fiind achiziționate de la diverși furnizori sau din magazine de specialitate. Cele două valori limită de minimum și de maximum contribuie la o creștere a calității elementelor componente și, implicit, a calității produsului. Astfel, cu cât costul acestor elemente este mai mare, va crește și prețul de vânzare a pantofilor sport [4]. În tabelul 7.1. sunt prezentate elementele componente ale produsului și costul fiecărui element în parte.

Tabelul. 7.1. Costul elementelor componente

Costuri elemente componente			
Componentă	Cantitate	Cost / Componentă [RON]	Cost total [RON]
Placă de bază de Arduino	2	250	500
Senzor presiune FSR402	12	20	240
Set conectori	1	5	5
Materiale electrice (12 bucăți/set)	1	5	5
Acumulator	2	15	30
Branț	2	30	60
Încălțăminte alergare	1	60	60
Σ	-	-	900

Elementele componente sunt achiziționate de la furnizori din China, acestea având un cost cu circa 90% mai mic decât celelalte piețe concurente. În funcție de numărul de bucăți comandate, se pot obține reduceri considerabile.

Produsul ce urmează a fi fabricat nu prezintă activități speciale de întreținere și mentenanță. Acesta se comportă precum încălțăminte sport obișnuită, neimplicând produse sau substanțe costisitoare. În Tabelul 7.2 sunt evidențiate produsele necesare pentru a afla costul total de întreținere.

Tabelul.7.2. Costul elementelor de întreținere

Costuri elemente de întreținere			
Componentă	Cantitate	Cost / Componentă [RON]	Cost total [RON]
Servetele	3	3	9
Detergenți	2	15	30
Spray de contacte	1	20	20
Uscator	1	45	45
Σ	-	-	104

Pentru o utilizare frecventă a pantofilor sport, timp de o lună, aceste produse reprezintă necesarul de cantitate menționat mai sus. Dacă utilizatorul folosește într-un interval mai redus de timp, de circa 1-2 ori pe lună, aceste produse pot fi folosite pentru mai mult de 10 întrețineri. Însă aceste cantități sunt influențate de gravitatea problemei de curățare și mentenanță.

8. Concluzii

În concluzie, până în prezent s-a proiectat și analizat modelului 3D al matriței de turnare, iar după mai multe încercări de turnare eșuate, s-a dovedit ca cea mai potrivită, pentru realizarea branțului, ar fi turnarea siliconului clasic transparent.

Testul, privind monitorizarea presiunii pe talpa piciorului, a fost făcut pentru un singur, acesta fiind poziționat pe branțul siliconic, urmând ca apoi să se implementeze și ceilalți senzori (fig.6.3).

Pentru a vedea dacă produsul ar avea piață de desfacere, am trecut prin mai multe etape de analiză și cercetare. În urma acestora se constată că produsul ar satisface nevoile actuale ale clienților prin calitatea și precizia elementelor componente, îndeplinind funcțiile cerute.

9. Bibliografie

- [1] Anton, N., Industria de incaltaminte in Romania si piata de consum, Smile Media, ISSN: 6235-8144, p. 2-4, 2017.
- [2] Codrin T, Retele siliconice si siliconorganice electroactive, INSTITUTUL DE CHIMIE MACROMOLECULARA "PETRU PONI", IASI
- [3] Lipsey, R., Chrystal A., Economia pozitivă, ISBN: 973-590-088-2, Editura Economica, București, 1999.
- [4] Vereș B.R., Analiza economico-financiară a companiei, Universitatea „Lucian Blaga Sibiu – Facultatea de Științe Economice, România, 2017.