

STUDY ON THE DEVELOPMENT OF AN INTELLIGENT T-SHIRT PACKING SYSTEM

BUCĂ Lavinia, VIZIREANU Cosmin

Facultatea: FIIR, Specializarea: IAAC, Anul de studii: II, e-mail: vizireanu.cosmin96@gmail.com

Conducător științific: Conf.dr.ing. **Bogdan Felician ABAZA**

ABSTRACT: This paper refers to a project developed during the master's program. In this paper, references will be made to the developments carried out during the second semester, from the second year of the master's program. The project is based on the conclusions of previous works on the development of the intelligent device for packing T-shirts.

CUVINTE CHEIE: Modelare CAD, Simulare, Transmitere de date, Prototipare, Stocare date

1. Introducere

Această lucrare a fost dedicată dezvoltării, inovării și prototipării fizice în variantă preliminară a produsului. Pentru această etapă au fost atinse următoarele puncte:

- parte din subansamble au fost realizate prin fabricație aditivă;
- s-a încercat prototiparea subsistemului electric, inclusiv cu submodulele de transmitere a datelor;
- actualizarea arhitecturii electrice a dispozitivului, respectiv arhitectura mecanică;
- realizarea simulării cinematice a modelului numeric în variantă preliminară;
- validarea scenariului de utilizare ales pe baza testelor fizice și virtuale realizate
- actualizarea necesarului de componente electrice și mecanice;

Proiectul “Sistem inteligent de împachetat tricouri” este un proiect prin intermediul caruia satisfacem nevoia de a împacheta corect și rapid tricourile acasă.

Prin urmare în această lucrare se prezintă procesul de prototipare și actualizare al întregului concept de produs în variantă preliminară ținând seamă de problemele întâmpinate la realizarea fizică a acestuia

2. Proces împăturire tricou

Nevoia de a împături tricourile a apărut de la faptul că majoritatea persoanelor utilizează zilnic sau aproape zilnic câte un tricou. S-a avut în vedere dorința persoanelor de a rezolva această problemă rapid și eficient. Pentru a îndeplini cerințele identificate pe piață am dezvoltat un dispozitiv simplu, rapid și ușor de folosit. Este foarte ușor de întreținut, nu ocupă mult spațiu și poate fi folosit indiferent de vârstă.

Astfel proiectul nostru propune un produs casnic. Datele de intrare pentru acest proces de realizare a împachetării tricourilor le reprezintă tricourile și semnalele luminoase transmise de către senzori. Datele de ieșire sunt tricourile deja împachetate și stocate.

Conform scenariului de utilizare optim, a fost identificat următorul mod de funcționare al dispozitivului inteligent de împachetat tricouri:

1. Poziționarea dispozitivului (pe masa, pe masa de calcat, jos pe parchet/pardoseala)
2. Punerea sub tensiune a acestuia; (operator)
3. Initializarea (se verifică ca toate componentele să fie corect conectate la sistem); (activare led eroare în cazul în care este ceva lipsă din sistem, etc. – sistemul se oprește până se remediază problema)

4. Poziționare elemente mobile în poziție de "deschis" prin apăsarea butonului de inițializare; (homing)
5. Modul de așteptare poziționare tricou;
6. Start asistare poziționare tricou (așezarea tricoului, conform schiței de pe elementele mobile ale dispozitivului); (operator)
 - (- Se observă culoarea ledurilor de verificare a corectitudinii așezării:
 - a) Dacă sunt aprinse toate cele 4 leduri de culoare VERDE, se continuă cu pasul 6;
 - b) Dacă unul dintre leduri este de culoare ROȘU, se va relua pasul 4);
7. Modul de lucru – Împăturirea. Se apasă butonul roșu (de împăturire) care va inițializa elementele mobile, ce vor realiza împachetarea tricoului. După împachetare, se intră în modul 5.
8. Se verifică dacă tricoul a fost împachetat corect; (operator)
 - a) Dacă este împachetat corect se continua cu pasul 9;
 - b) Dacă NU este împachetat corect, se va relua procesul de la pasul 5;
9. Tricoul este împachetat și se poate depozita; (operator)
10. Modul de închidere al sistemului prin apăsarea butonului; (brațele se vor poziționa în variantă pliată)
11. Scoaterea de sub tensiune a dispozitivului;
12. Îndepărtarea dispozitivului .

3. Dezvoltarea conceptului tehnic de prototip. Subsistem mecanic. Subsistem electric. Subsistem software. Simulări

Pornind de la propunerea de prototip inițial, prezentată în lucrarea precedent, au fost realizate actualizări cu subsisteme adaptabile, unice pentru produs care arată și îmbunătățesc funcționalitatea acestuia. Prototiparea are ca scop confirmarea și generarea unui concept final de produs a cărei soluție tehnică să fie validate și îmbunătățită în baza testelor prototipului. În imaginea de mai jos este prezentat propunerea inițială de prototip.

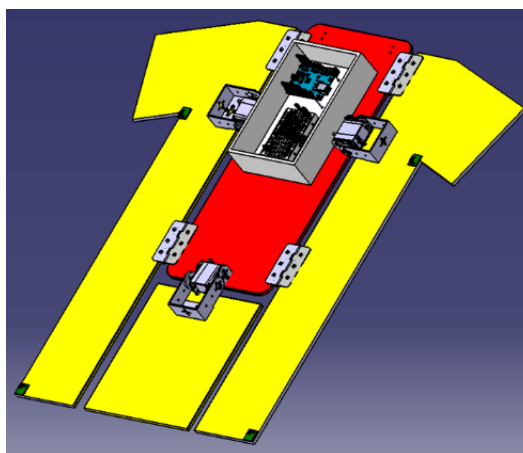


Fig. 1. Propunere concept inițial

Arhitectura mecanică inițială a dispozitivului inteligent de împachetat tricouri era alcătuită din 3 plăci PVC de diferite dimensiuni, o bandă metalică care este prevăzută cu 2 magneți care are rolul de a menține fixă poziția tricoului la nivelul gulerului, 4 balamale, 3 subansamble cu servomotor și 4 senzori fotosensibili. Aceste subansamble sunt cele care asigură mișcarea de rotație a plăcilor și efectuează împăturirea tricoului. Deasemenea, dispozitivul este prevăzut și cu

organe de asamblare ce orientează și fixează toate aceste componente pentru îndeplinirea corectă a funcționalității produsului.

În urma realizării simularilor cinematice ale modelului numeric s-a constatat că soluția inițială a balamalelor nu este una potrivită pentru a efectua mișcarea de rotație în jurul plăcii fixe, necesară împăturirii tricoului deoarece axa de rotație a subansamblului servomotorului nu coincide cu axa de rotație a balamalelor, lucru care nu necesită o altă abordare a subsistemului față de cea pe care noi ne-am propus să o utilizăm în varianta preliminară.

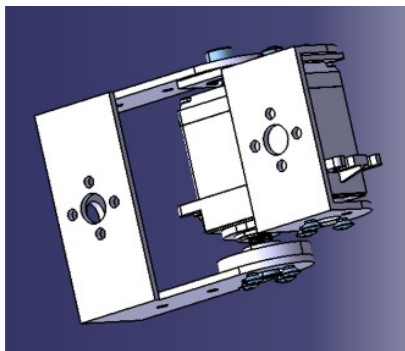


Fig. 2 Detaliu subansamblu inițial servomotor

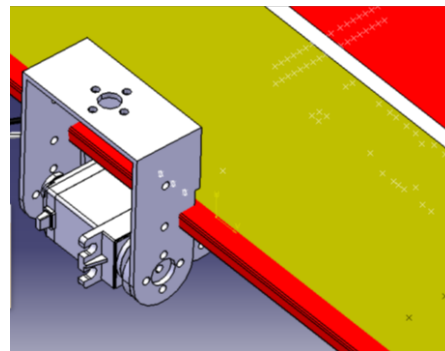


Fig. 3 Detaliu evidențiere intercalarea componentelor în timpul simulării

În vederea actualizării prinderii servomotoarelor și execuția rotației corecte în sensul împachetării s-a decis poziționarea servomotoarelor astfel încât axa balamalei să coincidă cu axa servomotorului iar prinderea acestora să fie realizată direct pe plăcile decupate cu ajutorul unui braț. În imaginile de mai jos este prezentată o versiune actualizată de prototip.

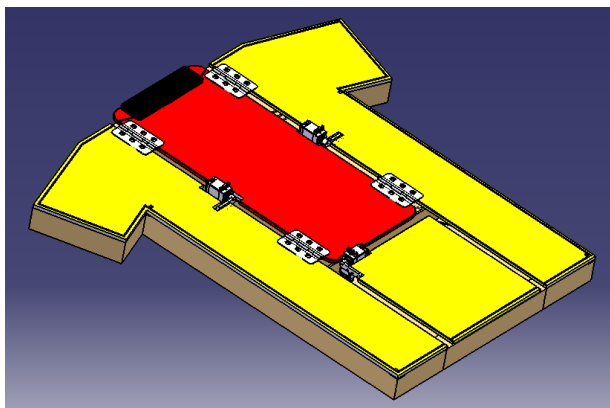


Fig.3 Vedere izometrică a modelului actualizat de prototip

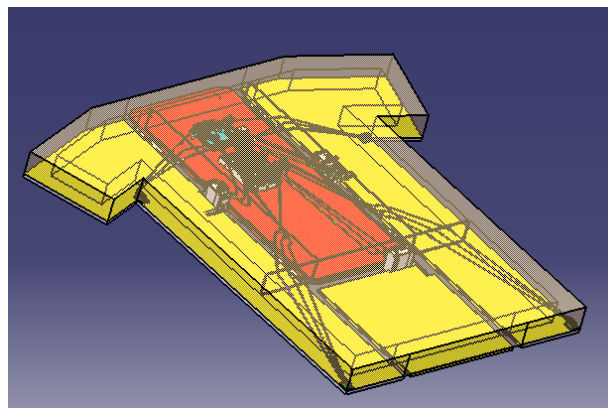


Fig. 4 Vedere din spate a modelului actualizat de prototip

Această versiune actualizată a prototipului constă în: modificarea subansamblui servomotoarelor, modificarea geometriei plăcilor pentru angrenarea și împachetarea corectă a plăcilor și remodelarea întregului sistem de susținere care rigidizează întreg ansamblul.

Principalele componente:

1. Senzori fotosensibili KY-018– validează corectitudinea poziției tricoului așezat pe placile PVC.
2. Servomotoarele SG90, 180 de grade – cu ajutorul cărora se realizează împăturirea efectivă a hainelor prin rotirea plăcilor mobile la 180 de grade.
3. Balamale inox;
4. Placi FOREX;

5. Controller de tipul Arduino Uno.
6. Fire Dupont mama-mama și fire Dupont tata-tata;
7. Modul buzzer;
8. Led-uri de culoare verde și roșie;
9. Placă breadbord 400;
10. Placă de dezvoltare UNO R3 compatibil Arduino;

Subsistemul electric.

În imaginea de mai jos este prezentată arhitectura electrică inițială.

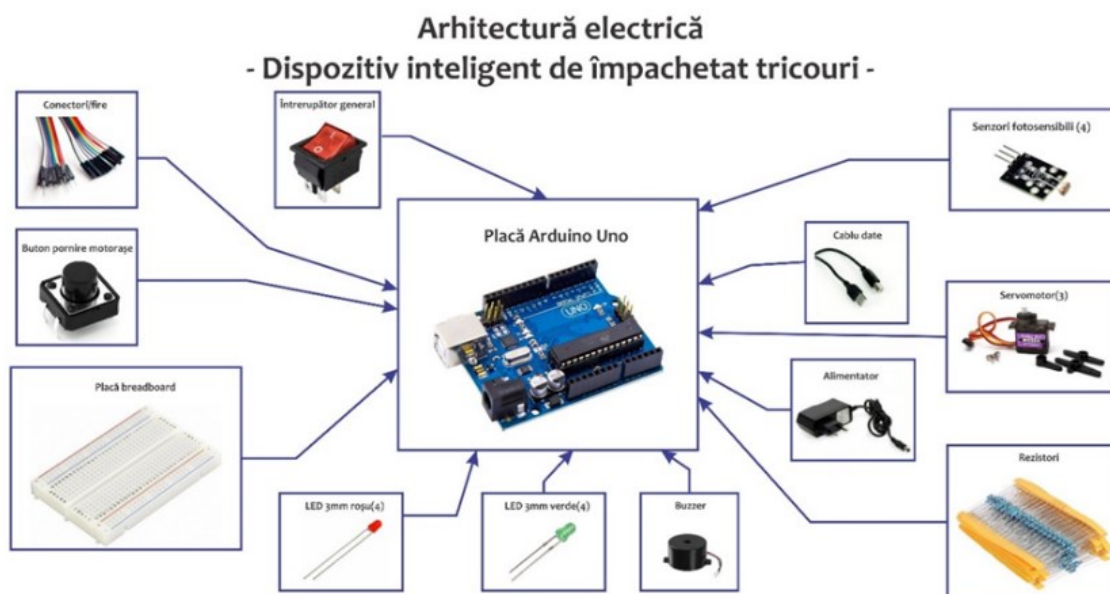


Fig. 7 Arhitectură electrică inițială a prototipului

Pe parcursul proiectului s-a realizat o serie de teste și simulări independente.

S-au efectuat o serie de simulări cu ajutorul programului TinkerCad ce au avut ca scop observarea funcționării servomotoarelor în ordinea stabilită, cu mișcările de înainte înapoi astfel încât să nu existe ciocniri ale laturilor sau alte interferențe. Ulterior au fost adăugați senzorii de lumină ce vor transmite date către modulul Arduino care le va interpreta și va aprinde câte un LED de culoare verde sau roșie, în funcție de corectitudinea poziționării tricoului. În acest capitol s-a intervenit cu teste privind monitorizarea și transmiterea datelor la distanță precum poziția servomotorului în grade și puterea consumată în volți.

Următoarea etapă a fost o altă serie de simulări care au fost determinate, cele fizice în perspectiva componentelor electrice (Arduino, servomotoare SG90, senzori fotosensibili KY-018, etc.) simulate virtual anterior cu ajutorul TINKERCAD-ului iar experimentările de conectare individuală a acestor componente a dus la modificarea arhitecturii electrice întregului dispozitiv ca în final să fie validată arhitectura electrică actuală, prezentată mai jos.

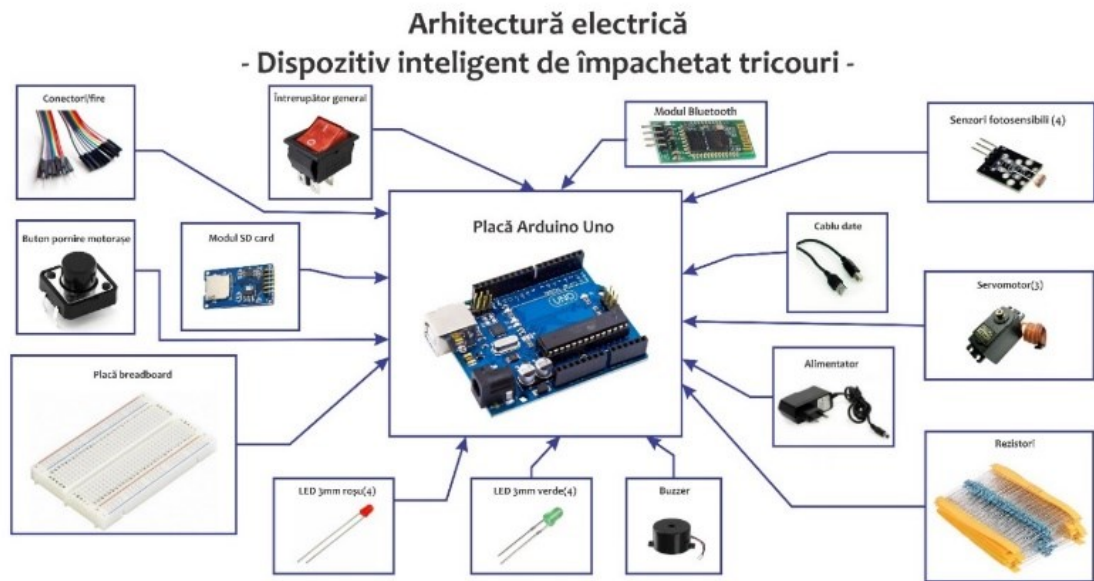


Fig. 8 Arhitectura electrică actuală a prototipului

Modificările aduse arhitecturii electrice au fost minime, datorită faptului că majoritatea componentelor principale alese inițial au fost cele potrivite realizării conceptului propus.

Se menționează faptul că pentru varianta preliminară a prototipului au fost aduse următoarele modificări:

- S-au făcut modificări la servomotor, alegându-se un alt model care să aibă cuplul necesar angrenării placilor mobile;
- Sistemul submodul de comunicație a permis transmiterea datelor;
- Sistemul SD card care să realizeze stocarea datelor intern.

Pentru acest prototip ne-am propus să facem posibilă interacțiunea dintre componentele mecanice, electrice și digitale, care pot fi centralizate sau distribuite și conferă diverse funcții de control, comunicație, calcul determinând astfel caracterul SMART al produsului nostru.

Caracterul SMART va fi definit prin funcționalități: stochează, comunică și va permite schimbul de informații cu aplicația. Va oferi capacități de asistare a utilizatorului.

Prototiparea are ca scop confirmarea și generarea unui concept final de produs a cărei soluție tehnică să fie capabilă să facă împăturirea și să fie validat și îmbunătățit pe baza testelor prototipului. Subsistemul transfer de date – presupune preluarea informațiilor din modulul Arduino, scrierea acestora pe un card SD și transmiterea lor în format interpretat către utilizator, prin bluetooth sau altă tehnologie similară, astfel încât acesta să primească informații precum: numărul de împachetări efectuate, probleme întâmpinate la împachetare și eventual controlul sistemului prin bluetooth.

Simulări

Modelul numeric al prototipului și simulările cinematice ale acestuia au fost realizate cu ajutorul instrumentului software CATIA V5R21.

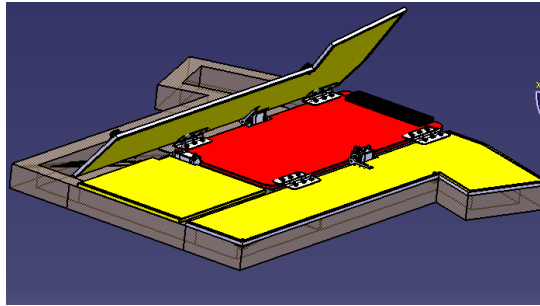


Fig.10 Mișcarea de rotație a plăci mobile din stanga care realizează împăturirea laterală a tricoului

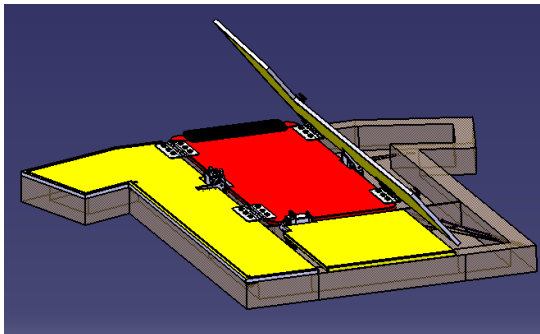


Fig.11 Mișcarea de rotație a plăci mobile din dreapta care realizează împăturirea lateral a tricoului

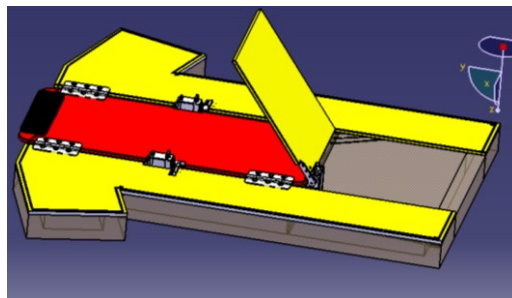


Fig.12 Placa mică care realizează mișcarea de rotație pentru împachetarea finală a tricoului

Au fost realizate mai multe simulări cu ajutorul platformei TinkerCad, atât cu fiecare subsistem în parte cât și cu mai multe sisteme grupate într-un singur program.

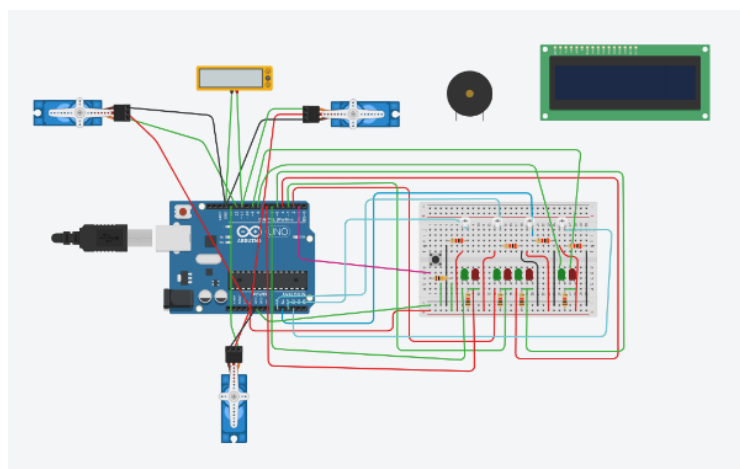


Fig.13 Simulare TinkerCad actualizat

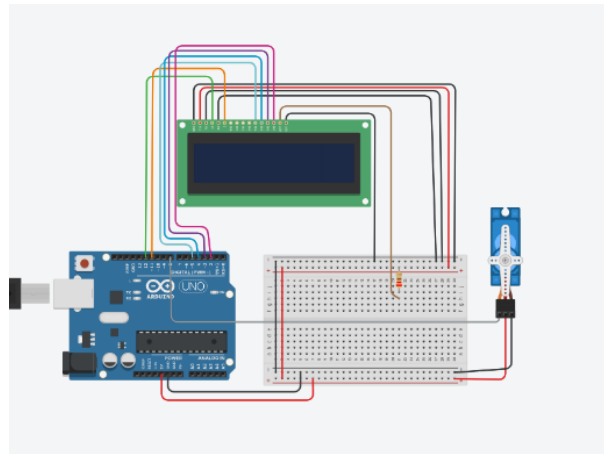


Fig.14 Arhitectura actualizată cu modul de transmitere de date

În figura de mai sus a fost evidențiată îmbunătățirea legată de transmiterea datelor. În prezent s-a reușit afișarea acestora pe un display LCD și ne propunem să le stocăm pe un card SD și apoi culese pe un telefon mobil cu ajutorul unui modul Bluetooth.

4. Rezultate parțiale ale testelor actuale

Acest capitol este dedicat părții de experimentare a unor subsisteme.



Fig. 15 Detaliu prindere servomotor

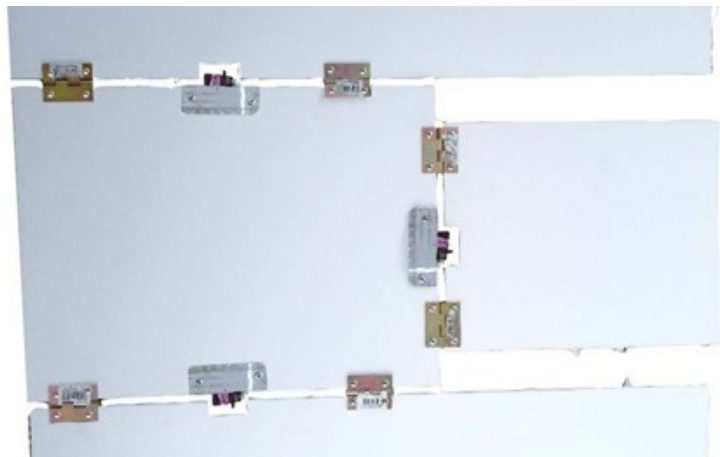


Fig. 16 Sistem împachetare tricouri

În stadiul actual s-a reușit achiziționarea următoarelor componente: Forex de 5mm grosime pentru fabricarea plăcilor produsului; 2 balamale inox cu rotație 180 grade pentru teste; șuruburi autoforante; servomotoare SG90 (nu au cuplul necesar și se vor înlocui ulterior-constatare în momentul simulării prototipului fizic); fire pentru Arduino și senzori; senzori fotosensibili; placă Arduino și Breadboard; rezistori; Led-uri.

Urmează să realizăm alte componente, prin fabricație aditivă, sau să le cumpărăm:

- sistem de susținere a dispozitivului;
- 4 balamale inox cu rotație 180 de grade;

Până în acest moment s-a realizat asamblarea fizică a unui set de balamale și servomotor în ceea ce privește asamblare mecanică. Din punct de vedere electric, a fost realizat fizic tot modulul conform schemei TinkerCad: Placă Arduino, senzori, leduri, rezistori, fire și breadboard.

Iar în perioada care urmează se va realiza finalizarea întregului subsistem mecanic și ulterior îi va fi asociat tot subsistemul electric.

5. Concluzii

Proiectul prezentat în această lucrare reprezintă o dezvoltare din mai multe semestre care s-au parcurs pe rand etape ale dezvoltării unui produs, de la idee până la prototiparea unui concept funcțional. În această lucrare s-a prezentat stadiul dezvoltărilor din ultima parte când se trece de la conceptul produsului inițial la conceptul prototipului funcțional și din care s-au reusit următoarele lucruri :

- S-a modificat modelul CAD al prototipului astfel încât să fie funcțional. Această activitate a presupus redimensionarea zonelor de balamale - a presupus adaptarea acestora astfel încât să poată fi funcțional prototipul. S-a remodelat zona de cablaje a prototipului și s-a remodelat sistemul de susținere a întregului concept oferindu-i astfel o rigidizare mult mai bună.
- În ceea ce privește partea de experimentare s-au reusit primele teste inițiale și s-a constatat că conform estimărilor, servomotorul v-a trebui înlocuit cu un al model ce are cuplu mai mare.

În momentul de față se vizează realizarea unui prototip funcțional care va fi capabil să facă împaturirea tricourilor în mod corect . Sistemul va fi capabil să stocheze datele din timpul funcționării printr-un sistem de monitorizare a tuturor parametrilor de funcționare, (ai motoarelor, ai senzorilor) pe care le va stoca local folosind SD card și prin modulul va fi capabil să transmită următorii parametri:

- către o aplicație să comande de la distanță sistemul,
- conectarea la aplicație și să descarce date, informații din ce s-a făcut și să genereze rapoarte statistice legate de cât s-a împaturit și performanță.
- asistare cu informații despre postprocesare a datelor (exp : au fost împaturite x tricouri de mărimea x, predominante tricouri de mărimea x)

6. Bibliografie

- [1]. Note de curs Sisteme avansate de fabricație
- [2]. <https://www.tinkercad.com/things/6L5ixYsspVE-senzor-lumina>
- [3]. https://www.bplans.com/custom_printed_t-shirts_business_plan/financial_plan_fc.php
- [4]. <https://osim.ro/e-osim/attachment/espacenet-2/>
- [5]. goBILDA
- [6]. GrabCAD: Design Community, CAD Library, 3D Printing Softwa