



Proiect la Proiectare cu microprocesoare Pusculita Inteligenta

UNIVERSITATEA TEHNICĂ DIN CLUJ-NAPOCA

Autor:
Morar ADELA

Data:
10 ianuarie 2026

Cuprins

1	Introducere: Scop si Motivatie	2
2	Studiu Bibliografic	2
3	Solutia propusa	3
4	Testare si validare	4
5	Concluzii si Directii Viitoare	6

1 Introducere: Scop si Motivatie

Motivatia proiectului Ideea acestui proiect a pornit de la o situatie practica personala: acumularea constanta de monede de dimensiuni mici care, in lipsa unei organizari, raman adesea nefolosite. Desi aceste economii pot deveni semnificative in timp, procesul manual de sortare si numarare este obositor si necesita mult timp. Din acest motiv, am decis sa construiesc o „pusculita inteligenta” care sa automatizeze complet acest proces, transformand colectarea banilor intr-o activitate mult mai eficienta si chiar distractiva.

Scopul urmarit Obiectivul principal a fost realizarea unui dispozitiv capabil sa recunoasca si sa separe monedele romanesti (RON), calculand in acelasi timp suma totala introdusa. Proiectul imbina partea mecanica, responsabila de directionarea fizica a fiecărei monede, cu partea electronica, ce asigura monitorizarea sumei in timp real. Rezultatul final este un sistem care iti ofera control imediat asupra economiilor tale, fara sa mai fie nevoie de o numarare manuala ulterioara.

Abordarea constructiva Desi conceptul de sortator de monede este unul cunoscut, am dorit sa implementez propria varianta, adaptata nevoilor mele. Am analizat diverse solutii mecanice si tehnice folosite in comunitatea open-source pentru a gasi cea mai buna metoda de filtrare. Astfel, constructia fizica a dispozitivului este o adaptare personalizata, optimizata sa functioneze cu dimensiunile specifice ale monedelor noastre.

2 Studiu Bibliografic

Analiza solutiilor existente

In faza de documentare pentru acest proiect, am analizat diverse solutii de sortare a monedelor disponibile in comunitatea open-source, pentru a identifica un echilibru optim intre cost, precizie si complexitatea implementarii. Solutiile identificate pot fi clasificate in doua categorii principale:

1. **Sisteme mecanice simplificate (Cardboard DIY):** Aceste modele [1, 2, 3] utilizeaza materiale accesibile (carton) si o logica de functionare strict mecanica sau bazata pe circuite electrice elementare (motor DC si baterie). Desi sunt extrem de economice, acestea ofera doar sortare fizica, fara posibilitatea de a contoriza valoarea totala a monedelor.
2. **Sisteme avansate cu microcontroler si printare 3D:** Acestea reprezinta solutii complexe [4], care utilizeaza senzori de precizie si carcase realizate la imprimanta 3D. Desi ofera functionalitati complete (sortare si numarare), costurile de productie sunt ridicate, iar procesul de fabricatie este consumator de timp si pretentios din punct de vedere al tolerantelor mecanice.

Comparatia solutiilor si argumentarea alegerii

Proiectul de fata reprezinta o solutie hibrida. Am ales sa utilizez materiale accesibile pentru structura (carton si MDF), inspirat de primele modele analizate, dar am integrat un sistem electronic bazat pe Arduino (senzori IR, motor stepper + driver, LCD) pentru a asigura functionalitatea de numarare. Aceasta abordare a fost preferata deoarece imprimarea 3D a unei machete complete ar fi generat costuri foarte mari doar pentru materialul plastic, in timp ce solutia aleasa a permis realizarea intregului dispozitiv cu un buget de aproximativ 140 RON.

Tabela 1: Comparatie intre solutiile existente si proiectul propus

Criteriu	Sisteme DIY (Carton)	Sisteme 3D + Microproc.	Proiectul Propus
Complexitate	Scazuta	Ridicata	Medie
Cost Materiale	aprox. 20 RON	200 - 300 RON	aprox. 140 RON
Functionalitate	Doar sortare	Sortare + Numarare	Sortare + Numarare
Efort asamblare	Redus	Ridicat (timp printare)	Mediu
Precizie	Medie	Ridicata	Ridicata

Concluzii studiu

In concluzie, am optat pentru o varianta de mijloc care sa maximizeze utilitatea (sa afllu suma totala din pusculita) fara a investi resurse financiare sau timp excesiv in fabricatia carcasei.

3 Solutia propusa

Arhitectura Hardware si Design-ul Mecanic

Sistemul este conceput ca o unitate compacta, realizata din placi MDF si carton, structurata in patru compartimente distincte destinate monedelor de 1 ban, 5 bani, 10 bani si 50 bani. Un al cincilea compartiment este dedicat izolarii componentelor electronice (Arduino Uno, fire de conexiune, breadboard, motor si driver). Elementul central al mecanismului de antrenare este o roata elevatoare actionata de un motor stepper. Incarcarea monedelor se realizeaza printr-un suport extern, de unde sunt preluate de roata si ridicate catre rampa de sortare. Sortarea propriu-zisa este de tip gravitational, monedele alunecand pe rampa si cazand in compartimentul corespunzator diametrului lor.

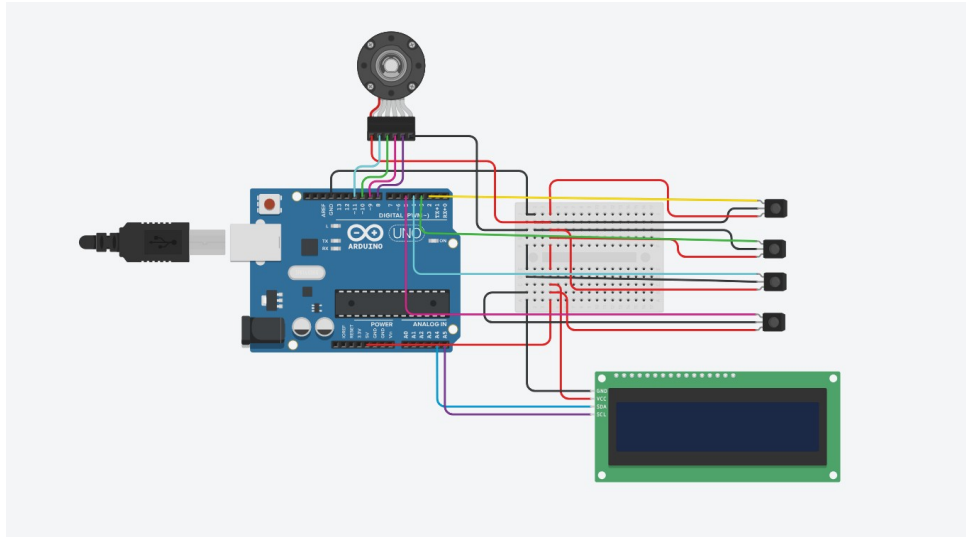


Figura 1: Schema electronica a sistemului de sortare si numarare



Figura 2: Design cutie

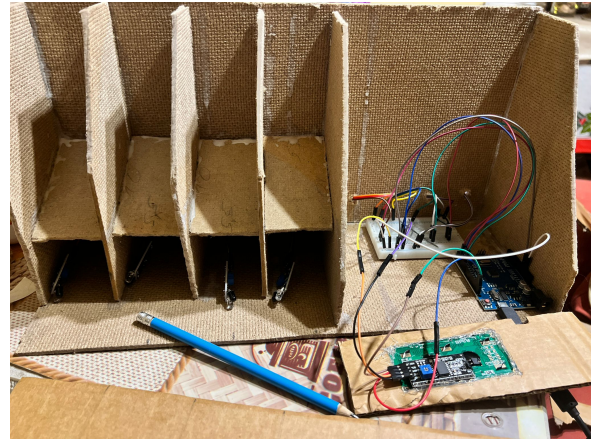


Figura 3: Circuite integrate in cutie

Specificatii privind componentele utilizate

Pentru controlul si monitorizarea sistemului, au fost integrate urmatoarele module:

- **Senzori Infrarosu (IR):** Plasati in fiecare canal de colectare pentru a detecta trecerea monedei.
- **Afisaj LCD cu interfata I2C:** Utilizat pentru vizualizarea sumei totale in timp real, reducand numarul de pini ocupati pe microcontroler.
- **Motor Stepper 28BYJ-48 si Driver ULN2003:** Folosit pentru a putea asigura invartirea rotii.

Implementarea Software

Logica programului se bazeaza pe monitorizarea constanta a pinilor digitali conectati la senzorii IR. Avand in vedere ca sistemul se reseteaza la fiecare alimentare, variabila responsabila pentru suma totala porneste de la zero de fiecare data cand ne legam la o sursa de tensiune. Viteza motorului este setata cu ajutorul bibliotecii *AccelStepper* astfel:

Listing 1: Fragment de cod pentru motor

```
stepper.setMaxSpeed(800.0); // setam viteza maxima
stepper.setSpeed(-500.0); //in sensul invers a acelor de ceasornic
```

Un exemplu simplificat al logicii de calcul este prezentat mai jos:

Listing 2: Fragment de cod pentru detectie si calcul

```
if (digitalRead(senzor50Bani) == LOW) {
    sumaTotala += 0.50;
    actualizeazaLCD();
}
```

Functionarea sistemului

Sistemul este operational imediat dupa conectarea la sursa de alimentare. Motorul stepper incepe rotatia mecanismului de ridicare, iar pe masura ce monedele sunt detectate de senzori, microcontrolerul incrementeaza valoarea corespunzatoare in memorie si actualizeaza informatia pe ecranul LCD. Oprirea dispozitivului prin intreruperea alimentarii asigura resetarea automata a contorului pentru o noua sesiune de utilizare.

4 Testare si validare

Analiza dificultatilor in faza de implementare

Procesul de realizare a prototipului a presupus depasirea unor obstacole semnificative, in special in zona de proiectare mecanica si integrare hardware. Principalele provocari identificate au fost:

- **Precizia dimensionala:** Decuparea fantelor de sortare in materialul suport (carton) a necesitat o precizie milimetrica pentru a evita eroarea de clasificare a monedelor. Abaterile initiale au dus la situatii in care monedele cadeau in compartimente necorespunzatoare.
- **Dinamica:** Unghiul initial al rampei de sortare a fost insuficient, cauzand blocaje prin frecare. Solutia a constat in reclinarea intregului panou frontal pentru a asigura o panta optima.
- **Sistemului de rotatie:** Primele variante ale rotii elevatoare (realizate din carton) prezentau deformari, permitand monedelor sa alunece in spatele mecanismului, blocandu-l. Am incercat sa gasesc o rezolvare incercand sa diminuez greutatea lasata pe carton si am conceput un tunel prin care monedele erau obligate sa ajunga cate una la un moment dat intr-o gaura a rotii, dar aceasta idee s-a demonstrat a fi o alta problema pentru ca monedele tindeau sa se blocheze intre tobogan si roata, blocand intregul mecanism.

Evolutia de la Servomotor la Motor Stepper

Initial, sistemul a fost proiectat sa utilizeze un servomotor SG90 modificat pentru rotatie continua. In ciuda eliminarii opritorului mecanic si a circuitului de control (Figura 4), cuplul generat a fost insuficient pentru a roti ansamblul incarcat cu monede.

Solutii de optimizare si calibrare

Pentru a asigura functionarea corecta a sistemului la parametri optimi, au fost implementate urmatoarele masuri:

1. **Upgrade-ul sistemului de forta:** Servomotorul a fost inlocuit cu un motor de tip *stepper*, acesta oferind un cuplu superior la viteze mici. Totodata, roata elevatoare a fost reproiectata si realizata prin printare 3D, oferind rigiditatea necesara rotirii monedelor fara deformari.
2. **Cresterea preciziei de detectie:** Senzorii IR au fost calibrati prin ajustarea potentiometrelor integrate. Pentru a elimina zgomotul optic si citirile eronate, s-a utilizat un carton negru (non-reflexiv) si bariere de directionare din MDF pentru a forta trecerea monedei prin centrul axei de detectie.



Figura 4: Servomotorul SG90 supus modificarii pentru rotatie continua.

3. **Amortizarea mecanica:** Utilizarea unor elemente de ghidaj realizate din cofraj de oua reciclat (pozitionate inclinat) la gura de evacuare a prevenit detectarea monedelor deja stocate in compartimente de catre senzori.

Analiza performantei senzorilor

In tabelul de mai jos este prezentata eficienta citirilor in functie de calibrarea mecanica a compartimentului:

Tabela 2: Rata de acuratete a senzorilor IR in functie de configuratie

Configuratie compartiment	Viteza moneda	Acuratete detectie
Fara ghidaj lateral	Ridicata	$\approx 50\%$
Cu ghidaj MDF si fundal negru	Optimizata	$\approx 80\%$
Cu amortizare la cadere	Controlata	$\approx 95\%$

Observatii privind consumul energetic

Tranzitia la motorul stepper a influentat direct consumul de curent al sistemului. In timpul operarii simultane a motorului si a senzorilor, s-a observat o cadere de tensiune care poate afecta fluiditatea miscarii daca alimentarea nu este constanta. Aceasta este o diferenta notabila fata de prima varianta functionala, unde consumul era minim, dar performanta mecanica era inacceptabila. Statul final al proiectului reprezinta, asadar, un compromis optim intre putere consumata si fiabilitate mecanica.



Figura 5: Designul final al pusculitei

5 Concluzii si Directii Viitoare

Indeplinirea obiectivelor si procesul de adaptare: Proiectul de fata si-a atins in mare masura obiectivele propuse, reusind sa demonstreze functionalitatea unui sistem automatizat de sortare si contorizare a monedelor. Pe parcursul dezvoltarii, solutia a trecut prin multiple etape de adaptare si testare, esentiale pentru obtinerea unui prototip functional.

Impactul solutiei si transferabilitatea: Solutia propusa abordeaza o problema comuna: gestionarea eficienta a monedelor de mica valoare, oferind un instrument practic de economisire si organizare. Din perspectiva reproductibilitatii, proiectul prezinta un grad de dificultate mediu. In timp ce partea electronica si codul software sunt accesibile, complexitatea asamblarii mecanice si calibrarea senzorilor sunt aspecte care necesita o executie meticuloasa pentru a asigura fiabilitatea sistemului.

Imbunatatiri si perspective de dezvoltare: Desi prototipul este functional, au fost identificate mai multe directii pentru optimizari viitoare:

- **Sistemul de alimentare:** Implementarea unei surse de tensiune externe dedicate motorului (ex. 9V sau 12V separata de logica Arduino) pentru a creste cuplul si a preveni caderile de tensiune in timpul procesarii.
- **Optimizarea fluxului mecanic:** Redimensionarea fantelor de trecere si utilizarea unor materiale cu coeficient de frecare redus (sau eliminarea pragurilor de 5 mm din MDF) pentru a facilita alunecarea monedelor catre senzori fara blocaje intermitente.
- **Precizia detectiei:** Utilizarea unor senzori optici cu o rezolutie mai mare sau implementarea unor filtre software mai avansate (debouncing si calibrare automata a pragului de lumina).
- **Gestiunea stocarii:** Extinderea compartimentelor de colectare si proiectarea unor opritoare mecanice care sa previna evacuarea accidentala a monedelor din dispozitiv.
- **Design industrial si ergonomie:** Integrarea componentelor intr-o carcasa etansa, eliminarea cablajului expus si adaugarea unei usite pentru a permite accesul facil la placuta de dezvoltare in vederea mentenantei sau a actualizarii software-ului.

Bibliografie

- [1] Mini Gear, *How to Make Coin Sorting Machine from Cardboard*, disponibil la: <https://youtu.be/ykvUE8Ad8Ls>
- [2] RCMakerLab, *DIY Full Automatic Coin Sorting Machine V3*, disponibil la: <https://youtu.be/KpQLxx-xVjE>
- [3] Daniele Tartaglia, *Coin counter Machine DIY - Conta monete fai da te a vibrazione*, disponibil la: <https://youtu.be/yvIyf5E1BDY>
- [4] Make It Smart, *DIY Arduino Coin Sorting and Counting Machine V2*, disponibil la: <https://youtu.be/EQvX0trU3Vk>