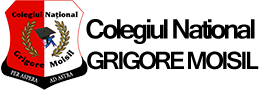
****

**Documentație V-Defender 2.0**

**Proiect realizat de:**

**Danciu Tudor Gabriel**

**Trandafir Daniel Tudor**

**Cuprins:**

1. **Utilitate Practică**
2. **Mecanică**
3. **Electronică**
4. **Software**
5. **Design industrial**
6. **Utilitate Practică:**

V-Defender este un robot inteligent care are drept scop protejarea spațiilor urbane și rurale de o problemă care a devenit din ce în ce mai gravă în ultimul timp: coborârea urșilor din păduri în zonele locuite de oameni în căutarea hranei. Acesta este echipat cu un lansator electromagnetic cu mobilitate biaxială, care propulsează un cilindru metalic în scopul incapacitării animalelor sălbatice ce pun în pericol siguranța umană. Robotul folosește multipli senzori împreună cu inteligența artificială pentru a determina prezența și locația urșilor. Acesta comunică de la distanță, oferind multiple informații.

Principalele funcții ale robotului V-Defender 2.0 sunt:

* Monitorizarea zonelor locuite de oameni/ cu un grad ridicat de risc în regim autonom cu ajutorul camerelor de zi și de noapte pentru placa Raspberry Pi 5;
* Identificarea și localizarea urșilor folosindu-ne de senzorul de distanță și de camerele menționate anterior, care comunică cu placa dotată cu inteligență artificială;
* Încărcarea, țintirea și lansarea unui proiectil metalic cu ajutorul unui lansator electromagnetic;

|  |
| --- |
| **Figura 1: V-Defender** |

Principala problemă pe care am identificat-o și care a condus la dezvoltarea acestui dispozitiv este agresiunea prezentată de urși, mai ales de cei cu pui, față de oameni. În ultimele luni, au avut loc numeroase atacuri, unele chiar rezultând în decesul celor afectați. Modalitatea prin care am ales să reducem frecvența acestor incidente este instalarea în zone cheie a dispozitivelor V-Defender pentru protejarea localităților. În puțin timp, urșii vor învăța să se ferească de aceste zone, soluția noastră fiind mai sigură pentru oameni decât, de exemplu, gardurile electrice, care, dacă nu sunt alimentate la tensiuni mari, nici nu îi vor afecta pe urși, fiind mai degrabă periculoase pentru oameni.

Suntem conștienți că problema este cauzată de factori ce au persistat de-a lungul a mai multe decenii, principal cauzați de lipsa de informare a publicului larg, dar și de modificarea a mai multor legi. Defrișarea combinată cu încetarea hrănirii periodice a urșilor a condus la animale imprevizibile, care nu mai sunt speriate de sunete puternice sau ultrasunete și sunt în căutare constantă de mâncare. Ilegalizarea vânătorii a cauzat creșterea sporită a populației urșilor, astfel accentuând problema lipsei de hrană. Peste toate acestea, lipsa campaniilor de informare a dus la turiști care nu realizează cât de periculos este un urs înfometat și care se apropie, necunoscând imprevizibilitatea acestuia.

Revitalizarea pădurilor din România poate dura decenii, iar încercarea unei astfel de campanii nu va rezolva problema tăierilor ilegale, statul neavând oricum interes în a readuce codrul la starea sa naturală, în a opri defrișările ilegale sau în a implementa hrănirea obligatorie a urșilor. Legalizarea vânătorii va conduce la o rată mare de braconaj, iar, cum noi nu încercăm să ducem specia la extincție, aceasta putând cauza chiar probleme mai mari ecosistemului pădurilor din România, nu o considerăm pe aceasta drept soluție viabilă. Informarea turiștilor va rezolva doar jumătate din problemă, căci urșii violenți îi pot ataca chiar și pe cei care respectă toate precauțiile. Considerând toate aceste soluții, am ajuns la concluzia că, noi, drept ingineri aspiranți, putem ajuta la rezolvarea problemelor prin construirea acestui dispozitiv, pe care în considerăm drept cel mai eficient și ușor de implementat în contextul actual.

Robotul este flexibil și ușor de produs, putând fi implementat în diferite spații, fiind nevoie doar de prezența unei prize conectate la un stâlp electric din apropiere. Acesta este autonom, nefiind nevoie de ajutorul oamenilor pentru a funcționa. El este eficient energetic și ecologic, intrând în modul de funcționare doar când simte prezența unei ființe vii cu ajutorul senzorului PIR, care este alimentat cu ajutorul unui panou solar.

V-Defender a evoluat semnificativ de la prima sa iterație, care se folosea doar de o placă Arduino UNO și de un senzor ultrasonic pentru scanarea mediului înconjurător, iar lansatorul său se baza pe un sistem de roți zimțate și un arc.

Ultimul model folosește un ansamblu de diferite plăci, microcontrolere și multipli senzori acționați de inteligența artificială, iar lansatorul său se bazează pe un ansamblu electronic ce folosește de bobine alimentate la tensiuni înalte, care acționează drept electromagneți pentru a accelera proiectilul.

|  |
| --- |
| **Figurile 2-4: Lansator, sistem de roți zimțate și corp V-Defender 1.0** |

1. **Mecanică:**

Robotul prezintă 3 motoare, un Micro Servo sg90 care controlează clapa magaziei ce ține proiectilele lansatorului și două steppere Pulsivo (unul Nema 17HS4401, cu un cuplu de 40 Ncm, folosit pentru mobilitatea pe plan orizontal și unul Nema 17HS8401S, cu cuplu de 59 Ncm), vitezele și cuplul acestora fiind adaptat pentru momentul forței pe care trebuie să îl suporte și pentru agilitatea pe care o dorim de la componentele mobile ale robotului. Pe lângă acestea, ansamblul conține și 4 motoare DC ce acționează două ventilatoare alimentate la 5V, pentru răcirea celor două steppere, și alte două ventilatoare alimentate la 12V, folosite pentru răcirea plăcii Raspberry Pi 5. Acesta capabil de mobilitate la 360 de grade în jurul planului orizontal, iar unghiul la care țintește lansatorul poate fi ajustat cu 20 de grade, ceea ce ne permite să monitorizăm o zonă destul de largă, iar totodată, să menținem robotul cât mai compact.

Robotul poate fi împărțit în 3 ansamble principale:

* partea de jos, care ia forma unui paralelipiped dreptunghic, are rolul de a menține robotul în echilibru și de a servi drept carcasă pentru stepperul care îl rotește pe plan orizontal;
* partea de sus, care arată tot ca un cuboid, doar că mai înalt și cu o bază mai mică, este conectată cu cea de jos printr-un rulment „lazy susan” și are rolul de a găzdui lansatorul, placa Raspberry Pi 5 și majoritatea electronicelor;
* lansatorul este un ansamblu electric, acoperit de o carcasă protectoare, ce are scopul de a accelera un proiectil metalic folosindu-se de bobine care se comportă drept electromagneți;
* **Partea de jos:**

|  |
| --- |
| **Figura 5: Partea de jos** |

Structura întregului robot este construită din plăci de policarbonat de 4 mm grosime, pentru a oferi acestuia stabilitate și rezistență la hazarde cum ar fi furtunile sau loviturile. Acestea sunt conectate printre ele, pe fiecare latură a paralelipipedului, cu profile pătratice din aluminiu cu latura de 10 mm. Atât plăcile de policarbonat, cât și profilele au fost tăiate și găurite pentru a putea fi asamblate etanș. Partea de jos are 36 cm lungime, 30 cm lățime și 5 cm înălțime, cu scopul ca axul motorului stepper să poată pătrunde în cutia superioară.

Componentele care mai sunt înmagazinate în partea de jos sunt:

* motorul stepper, care rotește partea de sus;
* modulul Bluetooth HC-05, care comunică cu o placă Raspberry Pi care se află în partea de sus;
* un buzzer, care alertează oamenii din jur de apariția unui urs, dar este și o primă tentativă de a îndepărta ursul, fiind o metodă prietenoasă și ce nu afectează fizic ursii;
* placa Arduino UNO, cu rolul de a controla toate componentele din cadrul părții de jos;
* un breadboard dotat cu un modul de alimentare la 5V;
* **Partea de sus:**

|  |
| --- |
| **Figura 6: Partea de sus** |

Precum partea inferioară a robotului, partea de sus este, structural, alcătuită din profile de aluminiu și plăci de policarbonat cu o grosime de 4 mm, însă mărimea diferă, aceasta având o dimensiune de 26 x 20 x 10 cm. Scheletul de aluminiu al acestui ansamblu este incomplet; am optat pentru montarea unei balamale care conectează placa de sus de restul structurii, pentru a putea să avem acces ușor în interiorul acesteia. Placa care reprezintă fața robotului, împreună cu profilele de aluminiu montate pe lungimea cutiei, au fost tăiate mai scurt decât cele din spatele acestuia, pentru a îi oferi lansatorului mai mult loc pentru mobilitate sus-jos.

Aceasta găzduiește placa Raspberry Pi 5, la care sunt conectate două camere, una pentru a monitoriza în timpul zilei și una în timpul nopții, un senzor PIR, care îi permite ansamblului să funcționeze doar când acesta detectează prezența une ființe vi și un senzor ultrasonic, care calculează distanța până la obiectul din fața acestuia.

Plăcii Raspberry Pi îi sunt subordonate 2 plăci Arduino UNO, acestea fiind dotate cu drivere de motoare pentru a controla cele 2 steppere și servoul. Placa Arduino care se află în partea inferioară a robotului comunică cu Raspberry-ul printr-un modul Bluetooth HC-05, aceasta controlând doar motorul de la baza robotului, iar cea din partea superioară este conectată direct prin fir, aceasta fiind dotată cu un shield L293D pentru a facilita mobilitatea sus-jos a lansatorului prin intermediul unui stepper și încărcarea acestuia prin intermediului unui Micro Servo sg90.

Fiecare motor pas cu pas dispune de câte un ventilator alimentat la 5V care le menține temperatura constantă, iar placa Raspberry Pi are la dispoziție un circuit format din două ventilatoare alimentate la 12V, acestea, ghidând curenții de aer în jurul plăcii.

Ne-am decis să minimizăm pierderile de energie prin oprirea folosirii camerei de filmat atunci când aceasta nu este folosită, astfel, în loc ca robotul să se afle într-o stare constantă de supraveghere, așa cum era planificat pentru iterațiile anterioare, acesta consumă energie suplimentară doar când o creatură vie se află în proximitatea sa. El detectează prezența unei viețuitoare printr-un senzor PIR, care este alimentat de un panou solar obținut din dezasamblarea unei lămpi de grădină.

|  |
| --- |
| **Figura 7: Piesă de cuplaj 1** |

Motorul care rotește robotul pe plan orizontal este prins de cutia superioară cu ajutorul unei piese de cuplaj printate 3D. Aceasta prezintă un canal central, fix pe dimensiunea axului stepperului, la mijlocul acestui canal aflându-se o gaură în care poate fi introdus un șurub care menține motorul stabil prin frecare cu partea plată a axului. Piesa are formă de X, iar cele două „picioare” ale sale sunt făcute să intre în două profile de aluminiu în formă de U, care sunt prinse cu șuruburi de cutia superioară pentru a garanta stabilitatea robotului. Ulterior, am făcut 4 găuri cu bormașina în extremitățile piesei pentru a o prinde de baza părții superioare a robotului.

* **Lansatorul:**

|  |
| --- |
| **Figura 8: Lansatorul** |

Lansatorul este compus dintr-o țeavă rotundă de aluminiu cu diametru extern de 8 mm și intern de 6 mm. La un capăt, aceasta este tăiată sub forma unui semicerc pentru a permite magaziei să încarce proiectile. Pe parcursul ei sunt plasate 3 bobine (cu diametru interior de 8 mm, exterior de 21 mm și lungime de 28 mm), care acționează drept electromagneți, fiecare având și un condensator de 680 μF care să le încarce la o tensiune înaltă de 300 V. Electromagneții sunt activați succesiv pentru a accelera proiectilul feros. La ieșirea din fiecare bobină țeava este găurită pentru a fi montat un ansamblu emițător-receptor de raze infraroșii, care, atunci când este blocat de proiectil, dezactivează electromagnetul din care a ieșit și îl activează pe următorul.

Toate electronicele sunt plasate pe un PCB fabricat pe comandă, cu o lungime de 15 cm și o lățime de 5 cm. Acestea sunt acoperite de două carcase din policarbonat în formă de U. Cea de jos are lungimea de 40 cm, aceasta servind drept punct de prindere pentru motorul pas cu pas care ajustează unghiul de tragere al lansatorului. În cadrul ei se află magazia și un booster de tensiune, care ne permite să ajungem la tensiuni atât de înalte. Cea de sus are o lungime de doar 20 cm, scopul ei fiind de a acoperi electronicele, garantând astfel siguranța celor care lucrează cu ele, căci astfel de tensiuni se pot dovedi mortale când sunt manevrate necorespunzător. Ambele carcase au lățimea de 5,5 cm, pentru ca PCB-urile să se încadreze ușor în ele, și înălțimea de 5 cm, împreună oferind destul loc ansamblului electronic.

|  |
| --- |
| **Figura 9: Piesă de cuplaj 2** |

Pentru a fi atașat de lansator, stepperul din partea superioară a robotului, care este suspendat cu ajutorul a două profile de aluminiu în formă de U, are nevoie și el de o piesă de cuplaj, pe care am decis să o modelăm și printăm 3D. Acesta are o gaură centrală în formă de hexagon în care este introdusă o piesă metalică cu două capete: unul hexagonal și unul rotund cu o gaură la mijloc, prin care poate fi prinsă aceasta de ax cu ajutorul unui șurub.

|  |
| --- |
| **Figura 10: Cap de stepper** |

Piesa printată 3D prezintă 3 picioare groase, cu câte o gaură la extremitatea fiecăruia pentru a fi fixată în policarbonat; pe lângă acestea 3, piesa va fi fixată cu un al patrulea șurub care intră în capul de stepper. Pe cealaltă parte a carcasei inferioare am plasat un rulment „lazy susan” care îi oferă lansatorului stabilitate, menținându-l drept pe plan orizontal, și minimizează pierderea de energie din cauza forțelor de frecare.

|  |
| --- |
| **Figura 11: Cele două piese care alcătuiesc magazia** |

Pentru ca lansatorul să nu trebuiască să fie reîncărcat periodic, am găsit prezența unei magazii drept necesară și am decis să o proiectăm în CAD pentru a fi printată 3D. Aceasta a trecut prin mai multe iterații și, în final, ne-am decis să o printăm în două bucăți și să reducem din tavanul părții superioare, astfel suportul necesar printării acesteia este minim și piesa este uniformă.

|  |
| --- |
| **Figura 12: Magazia asamblată** |

Cele două componente ale magaziei sunt unite prin 4 șuruburi lungi. Piesa de jos prezintă două picioare de lungime 5 cm, în care am dat ulterior găuri pentru a o fixa în carcasa lansatorului. Aceasta permite țevii să fie introdusă la baza rampei poziționate la 15 grade față de orizontală, pe aceasta fiind poziționate proiectilele, iar, pe cealaltă parte a țevii am plasat un perete care să nu le lase pe acestea să cadă. Piesa de sus este cea pe care este prins Micro Servoul sg90, capul acestuia fiind poziționat la centrul magaziei; acesta ține proiectilele înăuntru cu ajutorul unui braț mic și precis, pentru a permite trecerea a doar câte un proiectil o dată. Culoarul pe care se află încărcătura are o lungime de 2,1 cm, iar aceasta are lungimea de 2 cm și diametrul de 5,5 mm, astfel încât să se poată deplasa cu ușurință pe țeavă. Proiectilele au fost tăiate și șlefuite din cuie fabricate din material feros, care poate fi atras de electromagneți.

1. **Electronică:**

Electronica proiectului poate fi împărțită în două: cea ușoară (a sistemului de control) și electronica de putere (a lansatorului).

* **Electronica ușoară:**

| Nume piesă: | Imagine: | Descriere: |
| --- | --- | --- |
| Raspberry Pi 5 |  | Aceasta este o placă de control ce ia forma unui calculator. Se află în partea superioară a robotului, iar rolul ei este de a fi „creierul” ansamblului. Aceasta are în subordine două plăci Arduino UNO, una conectată prin Bluetooth și alta conectată prin fir. Am ales să o folosim deoarece oferă o capacitate de procesare mare, folositoare mai ales în concepția inteligenței artificiale și construirea unui proiect cu un nivel de complexitate mare. |
| Arduino UNO x2 |  | Ele sunt plăci cu microcontroler ce pot acționa numeroase electronice. Le folosim pentru acționarea motoarelor cu ajutorul unor drivere specifice. Acestea sunt plasate în ambele nivele ale robotului, controlând și alte subcomponente ale ansamblului, cum ar fi buzzerul și părți din tun. Am ales să o folosim pe aceasta pentru controlul subcomponentelor deoarece este eficientă, simplu de folosit și are un preț accesibil. |
| HC-05 |  | Acesta este un modul cu funcții Bluetooth, ce poate acționa drept emițător și receptor. El facilitează conexiunea între Arduino UNO-ul din partea inferioară și Raspberry Pi. |
| Breadboard |  | Aceasta este o carcasă cu linii de cupru înăuntru, astfel permițând alimentarea a mai multe componente dintr-un singur fir. |
| Modul power supply |  | Modulul sursă de alimentare oferă breadboard-ului curent de 5 sau 3.3 v pe care îl preia și transformă de la nivelul unei prize. |
| Driver pentru de motor L293D |  | Acesta este un driver compact ce poate fi folosit la acționarea unui motor pas cu pas. Am ales să-l utilizăm, deoarece simplifică codul, electronica și prezintă găuri pentru fire cu prindere prin înșurubare. |
| Shield HW 130 |  | Acesta este un modul ce se pune deasupra plăcii Arduino UNO aflată în partea superioară. Îl folosim pentru acționarea unui motor pas cu pas și unui servo. L-am ales, deoarece simplifică codul, electronica și permite motorului să funcționeze în patru moduri diferite (pași simpli, dubli, intercalați sau micropași). |
| Motoarele pas cu pas Nema 17HS4401 și Nema 17HS8401S |  | Acestea sunt motoare puternice, pe care le-am ales pentru a mișca componente grele (tunul și partea superioară). |
| Micro Servo sg90 |  | Acesta este un motor de tip servo montat pe magazia lansatorului. El este compact și cu consum mic de energie, precizia sa ne permite să lăsăm doar un proiectil să treacă de brațul acestuia când încărcăm lansatorul. |
| Buzzer |  | Aceasta este o componentă mică care emite sunete când este alimentat. |
| Camere pentru Raspberry Pi V3 |  | Acestea sunt camere compacte, una fiind adaptată pentru vederea pe lumină și alta pe întuneric. Le folosim pentru detecția urșilor cu ajutorul inteligenței artificiale. |
| Senzor ultrasonic HC-SR04 |  | Modulul ultrasonic HC-SR04 este folosit pentru a înregistra distanța dintre acesta și un obiect adiacent. Îl folosim pentru a calcula distanța până la ținta lansatorului pentru a îi ajusta acestuia unghiul de tragere. |
| Senzor PIR |  | Acesta este un senzor ce detectează prezența căldurii, noi îl folosim pentru a minimiza risipa de energie electrică. El este alimentat de un panou solar, iar când acesta nu a detectat căldura unei ființe vii pentru ceva timp, oprește alimentarea plăcii Raspberry Pi. |
| Panou solar 5,5 V 130 mA |  | Acesta este un panou solar mic obținut dintr-o lampă de grădină. El îi oferă senzorului PIR energia necesară pentru a funcționa. |
| Ventilatoare 5 V/12 V |  | Acestea, când alimentate, răcesc placa Raspberry Pi și motoarele pas cu pas. |

* **Electronica de putere:**

|  |
| --- |
| **Figura 13: Principiul de funcționare al lansatorului electromagnetic (credit:** [**LINK**](https://www.youtube.com/watch?v=id90kjYh-Qw)**)** |

Bobina, când este alimentată, acționează drept magnet, atrăgând orice este magnetic către centrul ei. Noi o alimentăm la tensiuni ridicate de 300 V cu ajutorul unui booster de voltaj pentru a putea să atragă proiectilul la viteze mari. Acesta, de îndată ce ajunge la centru, începe să oscileze în jurul punctului central până când ajunge la echilibru. Pentru a lansa proiectilul, avem nevoie să oprim alimentarea bobinei de îndată ce glonțul trece de centru, pentru a nu fi atras înapoi, de aceea, am montat la intrarea în bobină un emițător și receptor infraroșu, care, când între ele apare un obstacol, receptorul trimite un semnal unui tiristor, ce pornește alimentarea bobinei doar pentru perioada în care proiectilul se află înaintea acesteia. Pentru a accelera proiectilul, am montat în serie 3 astfel de ansamble.

Pentru alimentarea bobinelor am folosit condensatoare de 680 μF, cu o limită de 450 V, acestea formând o diferență de potențial electric între cele două plăci ale sale, aceasta putând fi descărcată în bobine când i se permite să facă circuit. Am optat pentru condensatoare în loc de surse, deoarece acestea pot fi descărcate rapid, pe când sursele nu pot să alimenteze la astfel de tensiuni aproape instant.

|  |
| --- |
| **Figura 14: Schema electronicelor lansatorului (credit:** [**LINK**](https://electronoobs.com/eng_circuitos_tut87_sch1.php)**)** |

Primul modul al lansatorului este diferit de toate celelalte, care sunt identice, deoarece acesta nu necesită inputul unui receptor infraroșu pentru a porni. Pentru a menține siguranța, pe acesta l-am conectat la un buton, care trebuie apăsat doar o fracțiune de secundă pentru a pune ansamblul în mișcare; robotul, când ar fi montat în teren, în locul butonului s-ar afla două fire de conexiune cu placa Raspberry Pi, care ar declanșa ea lansarea.

În stânga schemei de sus se pot observa locurile de conexiune ale boosterului de voltaj, care în cazul nostru alimentează ansamblul la 300 V (acesta este alimentat separat la 12 V) și intrarea pentru alimentarea la 12 V, care pune în funcțiune electronicele logistice. Ansamblul din dreapta primului modul este exact la fel ca cel ce se află în toate celelalte module, doar că la acesta este conectat și un voltmetru (DISPLAY2) care smăsoară tensiunea din condensator. În calea condensatorului (C1) este pusă o diodă (D2), pentru ca acesta să se poată încărca pasiv, dar descărca doar la comandă. Aflat în paralel cu condensatorul, se află un led albastru (LED1 BLUE) în serie cu un rezistor (R1), care ne indică dacă condensatorul este încărcat, această ramură servind drept punctul unde este conectat și voltmetrul, care este alimentat la 12 V. Pe ramura cu bobina, între extremitățile acesteia, este montată o altă diodă (D1), care îi permite curentului să circule doar într-un sens, cel în care se descarcă condensatorul, astfel încât să nu fie alimentat la 300 V direct din sursă în timpul în care butonul este apăsat. Când acesta este apăsat, activează puntea tiristorului (T1), condensatorul făcând circuit prin bobină și se descarcându-se rapid, lansând proiectilul.

La toate celelalte module, butonul a fost înlocuit de ansamblul din dreapta-jos, care prezintă un emițător infraroșu (LED4) pe o ramură și un receptor (FQ1), pe alta. Atunci când între cele două nu se face contact, puntea tranzistorului (Q1) este activată, aprinzând ledul roșu (LED3), pe cel alb și activând descărcarea condensatorului.

Acest circuit este reprodus pe un PCB, schematicile căruia le-am descărcat de pe site-ul de unde am găsit și schema circuitului ([LINK](https://electronoobs.com/eng_circuitos_tut87_gerbers1.php)).

* **Componentele electronice:**

| Nume piesă: | Imagine: | Descriere: |
| --- | --- | --- |
| Booster de voltaj |  | El este încărcat cu o tensiune de 12 V, pe care o poate crește la una între 45 și 390 V. |
| Buton |  | Acesta permite curentului să treacă când este apăsat. |
| Voltmetru digital |  | Acesta, când este conectat în paralel, afișează tensiunea circuitului. El poate fi alimentat de la un pin separat și nu se arde la tensiuni înalte. |
| Bobine cu diametru exterior de 21 mm |  | Ele se comportă drept electromagneți când sunt alimentate, câmpul electric fiind în formă de spirală, iar cel magnetic drept, prin jurul lungimii acesteia. |
| Tiristoare 70TPS12 |  | Acestea funcționează ca un tranzistor, stabilind o conexiune între doi dintre pinii săi dacă al treilea este alimentat. |
| Condensatoare 450 V 680 μF |  | Ele au înăuntrul lor două plăci neconectate între ele între care se formează diferență de potențial, care poate să fie descărcată mai târziu. |
| Rezistoare de 100, 2K, 10K și 5.6M Ω |  | Acestea scad intensitatea circuitului. |
| Pereche de emițător și detector infraroșu |  | Cel transparent este emițătorul, care emite raze infraroșii când este alimentat, iar cel negru este receptorul, acționând drept un semiconductor care permite curentului să treacă doar când detectează destulă radiație infraroșie. |
| Diode 6A10 și FR607G |  | Acestea permit curentului să parcurgă doar într-un sens. |
| Tranzistoare S8050 NPN |  | Ele permit curentului să parcurgă doi dintre pinii săi doar când al treilea este alimentat. |
| Leduri de diferite culori |  | Luminează când sunt alimentate. |

1. **Software:**

Programul folosește biblioteca COCO, dar și librării mai cunoscute precum OpenCV, TensorFlow, PiCamera 2 și Numpy pentru a detecta urși prin intermediul camerei. Acestea ajută Raspberry Pi-ul să identifice urșii apoi în funcție de poziția nasului acestuia camera ghidează robotul pentru a alinia lansatorul spre acea poziție. Pentru a putea facilita această funcție Raspberry Pi-ul comunică (atât prin bluetooth, dar și prin fire) cu doua plăci arduino ce mobilizează două motoare.

Programele de arduino sunt foarte similare, unul dintre acestea mișcând motorul cu numărul de pași primiți de la Raspberry Pi, iar celălalt în urma comenziilor (Stânga și Dreapta) primite de la placa principală, mută motorul cu 10 pași în acea direcție.

1. **Design industrial:**

Robotul a fost realizat din materiale de structură simple, cu preț rezonabil, care pot fi tăiate ușor pe dimensiuni exacte de către o mașină/ produse industrial. Pentru producerea industrială, am opta pentru un material metalic nemagnetic, cum ar fi aluminiul, izolat cu plastic la suprafață, în loc de policarbonat, care a fost folosit în cadrul acestui model pentru a fi vizibil interiorul.

Componentele electronice și de logică electrică sunt simplu de conectat și ușor de găsit, iar piesele printate cu imprimanta 3D au design-uri simple, dar eficiente, care pot fi produse la viteză mare.