



UNIVERSITATEA TEHNICĂ
DIN CLUJ-NAPOCA

Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca
Facultatea de Automatică și Calculatoare
Domeniul: Calculatoare și Tehnologia Informației
Grupa: 30239

ROBOT DE COMPANIE

Boncea Natalia Georgiana

14 ianuarie 2024



CUPRINS

| | |
|--|----|
| Capitolul 1 – INTRODUCERE | 2 |
| 1.1. Context | 2 |
| 1.2. Soluția propusă | 2 |
| 1.2.1. Cerința problemei | 2 |
| 1.2.2. Decizii de proiectare | 2 |
| 1.2.3. Reacțiile robotului | 3 |
| Capitolul 2 – STUDIUL BIBLIOGRAFIC | 4 |
| 2.1. Prezentare generală | 4 |
| 2.2. Roboțelul EMO – Scurtă prezentare | 4 |
| 2.3. Roboțelul EMO – Funcționalități | 5 |
| 2.4. Comparatie dintre roboțelul EMO și robotul proiectat de noi | 6 |
| Capitolul 3 – ANALIZĂ | 7 |
| 3.1. Prezentare generală | 7 |
| 3.2. Placa Arduino UNO | 7 |
| 3.2.1. Caracteristici principale | 8 |
| 3.2.2. Funcționalități: | 8 |
| 3.2.3. Porturi | 8 |
| 3.3. Ecran TFT LCD | 9 |
| 3.4. Fotorezistor | 9 |
| 3.5. Senzor de înclinație | 10 |
| 3.6. Senzor ultrasonic | 11 |
| 3.7. Servo – motor | 11 |
| Capitolul 4 – PROIECTARE | 13 |
| 4.1. Schema hardware | 13 |
| Capitolul 5 – IMPLEMENTARE | 14 |
| Capitolul 6 – TESTARE & VALIDARE | 15 |
| Capitolul 7 – CONCLUZII | 15 |
| BIBLIOGRAFIE | 16 |



Capitolul 1 – INTRODUCERE

1.1. Context

Robotul de companie reprezintă o alternativă a animalului de companie, dar care nu presupune atât de multă atenție, responsabilitate sau alte resurse precum hrană sau apă. Acest robot își poate exprima emoțiile asemenea unui om, în funcție de diverși stimuli din mediul înconjurător. Prin multitudinea de reacții pe care le poate exterioriza și modul acestuia de a interacționa cu factorii externi, robotul de companie reușește să combată plictiseala și prezintă o formă de amuzament perfectă pentru persoanele care și-ar dori un animal de companie, însă nu vor să își asume atâta responsabilitate.

Există multe exemple de roboți de companie disponibili pe piață, ca de exemplu EMO sau Vector, însă acest gen de roboți sunt și destul de costisitori. Cu aceste exemple în minte, am decis să creez un astfel de robot, simplificat, dar cu costuri mult reduse.

1.2. Soluția propusă

1.2.1. Cerința problemei

Realizează un robot care își exprimă emoțiile pe un mic display, în funcție de factori externi (distanța față de un obiect, mișcarea unei persoane în fața lui, parametrii de aer etc.)

1.2.2. Decizii de proiectare

Înainte de a începe descrierea fazei de proiectare și implementare, trebuie stabilite câteva decizii privind particularitățile de funcționare ale robotului. Acestea ne vor ajuta să avem un obiectiv clar în minte, ceea ce va rezulta într-un plan de proiect riguros și elocvent.

Decizii de proiectare:

1. Se va folosi o placă Arduino UNO;
2. Robotul va fi prevăzut cu 3 senzori: un senzor de înclinație, un fotorezistor și un senzor ultrasonic pentru distanță;
3. Robotul va avea un ecran lcd pe care vor fi afișate emoțiile lui. Pe acest ecran vor fi desenați ochii robotului, care își vor modifica poziția sau forma în funcție de starea provocată de factorii externi;
4. Robotul va mai avea, de asemenea, un servo-motor care va acționa mișcarea unei mânuțe;
5. Pentru a fi mai interactiv și pentru a aduce reacțiile robotului cât mai apropiate de cele ale unei persoane, o parte din emoții vor fi animate



1.2.3. Reacțiile robotului

1. **Neutru** – va consta într-o privire neutră, animată de clipirea periodică și de mutarea privirii dintr-o parte în alta. Această stare va avea loc atunci când robotul se află în condițiile potrivite și când are pe cineva în preajma lui sau nu este lăsat pentru prea mult timp singur;
2. **Furie** – va fi provocată atunci când robotul nu se mai află în poziție verticală. Privirea încruntată va fi asistată de mișcarea alertă a mâinii pentru a atrage atenția utilizatorului că are nevoie de ajutor;
3. **Bucurie** – atunci când robotul primește atenție și vede că ești foarte aproape de el, privirea lui va exprima încântare;
4. **Supărare** – robotului nu îi place să rămână prea mult timp singur, așa că după o anumită perioadă de timp în singurătate, privirea lui îți va semnala că are nevoie de atenție;
5. **Spaimă** – robotului nu îi plac mișcările prea bruște, așadar o mișcare mult prea rapidă sau o apariție neprevăzută prea aproape de el îl va speria;
6. **Somn** – dacă robotul se află într-o încăpere întunecoasă, după scurt timp va adormi;
7. **Somnolență** – este starea care anticipează adormirea robotului;
8. **Încruntare (orbire)** – este provocată de o lumină prea puternică și are 2 reprezentări, în funcție de intensitatea luminii.

Capitolul 2 – STUDIUL BIBLIOGRAFIC

2.1. Prezentare generală

În acest capitol, voi prezenta unul dintre roboții de companie existenți pe piață și voi face o scurtă comparație cu robotul pe care îmi propun să îl proiectez. Am ales să fac acest studiu pe roboțul EMO, deoarece proiectarea, design-ul și funcționalitățile lui mi se par cele mai atranctive.

2.2. Roboțul EMO – Scurtă prezentare

Construit cu mai mulți senzori și tehnologii de ultimă generație, Emo este un animal de companie robot cu inteligență artificială cu caracter, care poate explora singur lumea și reacționa cu peste 1000 de fețe și mișcări.

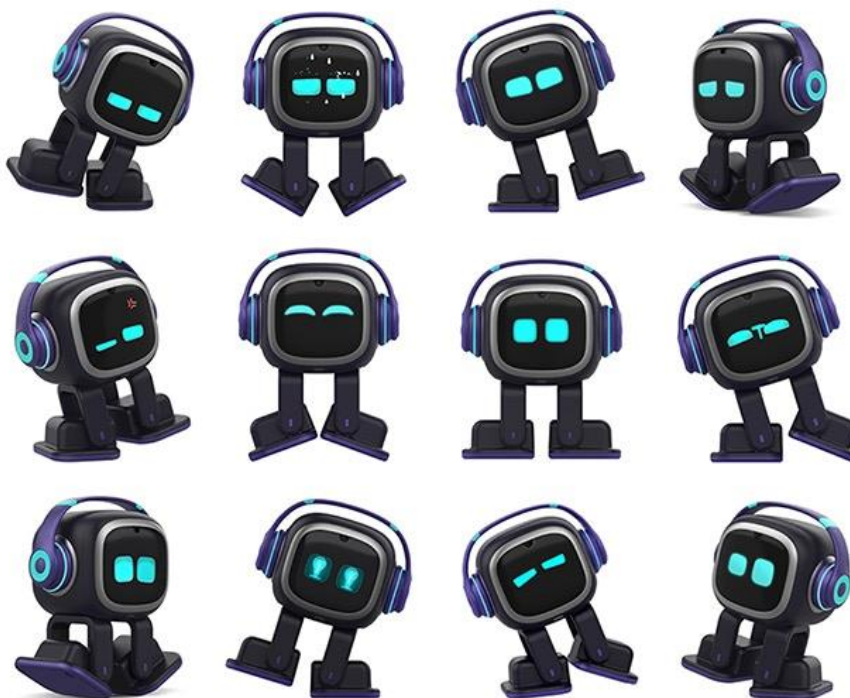


Ca un prieten loial, Emo vă înveselește cu muzică, mișcări de dans și jocuri online. Emo este, de asemenea, un ajutor grozav care vă trezește, aprinde lumina, face fotografii și răspunde la întrebările dvs. pentru un animal de companie cu adevărat realist pe desktop!

Emo este curios și iscoditor cu privire la lumea din jurul său. El se mișcă independent pentru a explora singur mediul înconjurător. El urmărește sunetele, recunoaște oamenii (până la 10 persoane) și obiectele și navighează cu pricepere pe masa dumneavoastră, fără să cadă vreodată.

Emo ia decizii de unul singur, iar personalitatea sa evoluează în funcție de mediul înconjurător și de interacțiunile dumneavoastră. Dacă încercați să întrerupeți ceea ce face, s-ar putea chiar să se enerveze puțin.

Dacă interacționați cu Emo, el vă va răspunde în mod natural prin expresii și mișcări. Construit cu cel mai recent sistem Emotion Engine, Emo este capabil de peste 1000 de expresii și acțiuni. El își arată starea de spirit și sentimentele în mod direct prin animații expresive pe față și cu ajutorul limbajului corpului. Fie că este entuziasmat, plictisit, dezamăgit, fericit sau trist, Emo reacționează la tine cu emoții și acțiuni realiste.



2.3. Roboțelul EMO – Funcționalități

- **Vede:** Emo dispune de o cameră HD cu recunoaștere facială care vă poate ține minte pe dumneavoastră și pe membrii familiei. Ajunge să vă cunoască văzându-vă în fiecare zi.
- **Ascultă:** Emo este prevăzut cu 4 microfoane care pot capta sunetele și localiza instantaneu direcția sursei. Dacă aveți nevoie de el, spuneți doar "Hei, Emo!".
- **Simte:** Emo este echipat cu un senzor tactil pe cap, care îi permite să vă simtă atingerea. Ca orice animal de companie, îi plac mângâierile plăcute pe cap.
- **Comunică:** Difuzorul de înaltă calitate al lui Emo poate reda playlistul tău preferat și poate comunica cu tine cu ajutorul unor sunete adorabile simulate.



- **Învăță:** Sistemul de autoînvățare al lui Emo îi permite acestuia să înțeleagă lumea din jurul său și să se familiarizeze cu tine și cu mediul înconjurător. Personalitatea și acțiunile sale se schimbă pe măsură ce relația sa cu lumea evoluează.
- **Gândește:** Emo are un procesor de rețea neuronală avansat și trei modele diferite de procesare AI, care îi permit să proceseze simultan cantități mari de imagini, sunete și date ale senzorilor pentru a gândi și a răspunde într-un mod atent, autentic și natural.

2.4. Comparație dintre roboțelul EMO și robotul proiectat de noi

Acum că am văzut cine este EMO și de ce este capabil, vom face o analiză în care vom compara robotul nostru cu robotul EMO, din prisma unor multiple criterii.

| Criterii | Robotul EMO | Robotul propus |
|-------------------------------------|---|---|
| Emoții și acțiuni | Peste 100 | 8 |
| Comunicare | Prin animații expresive pe față, limbajului corpului și sunete | Prin animații expresive pe ecran și mișcarea brațului |
| Accesibilitate | Este ușor de utilizat și intuitiv, însă unele funcții mai complexe pot fi complicate pentru persoanele nefamiliarizate cu tehnologia | Este foarte ușor de utilizat și intuitiv. Are funcții foarte simple, așadar este potrivit pentru oricine, indiferent de cunoștințele în tehnologie. |
| Consumul de putere | 84 Watts, 12V | 3.355W, 5V |
| Dificultatea de implementare | Fiind prevăzut cu inteligență artificială și tehnologii de ultimă generație, implementarea lui necesită cunoștințe avansate în programare | Este foarte ușor de implementat, dar necesită cunoștințe stabile de programare în limbajul C și cunoștințe de bază privind placa Arduino și restul componentelor. |
| Costul | 1.265,24 RON | Aproximativ 70-100 RON |
| Adaptarea la nevoile utilizatorului | Este foarte receptiv la nevoile utilizatorului, învață din relația cu acesta și își dezvoltă comportamentul în funcție de mediul extern | Se adaptează ușor la nevoile utilizatorului, însă nu poate evolua pe baza interacțiunii cu utilizatorul și în timp poate deveni neinteresant |

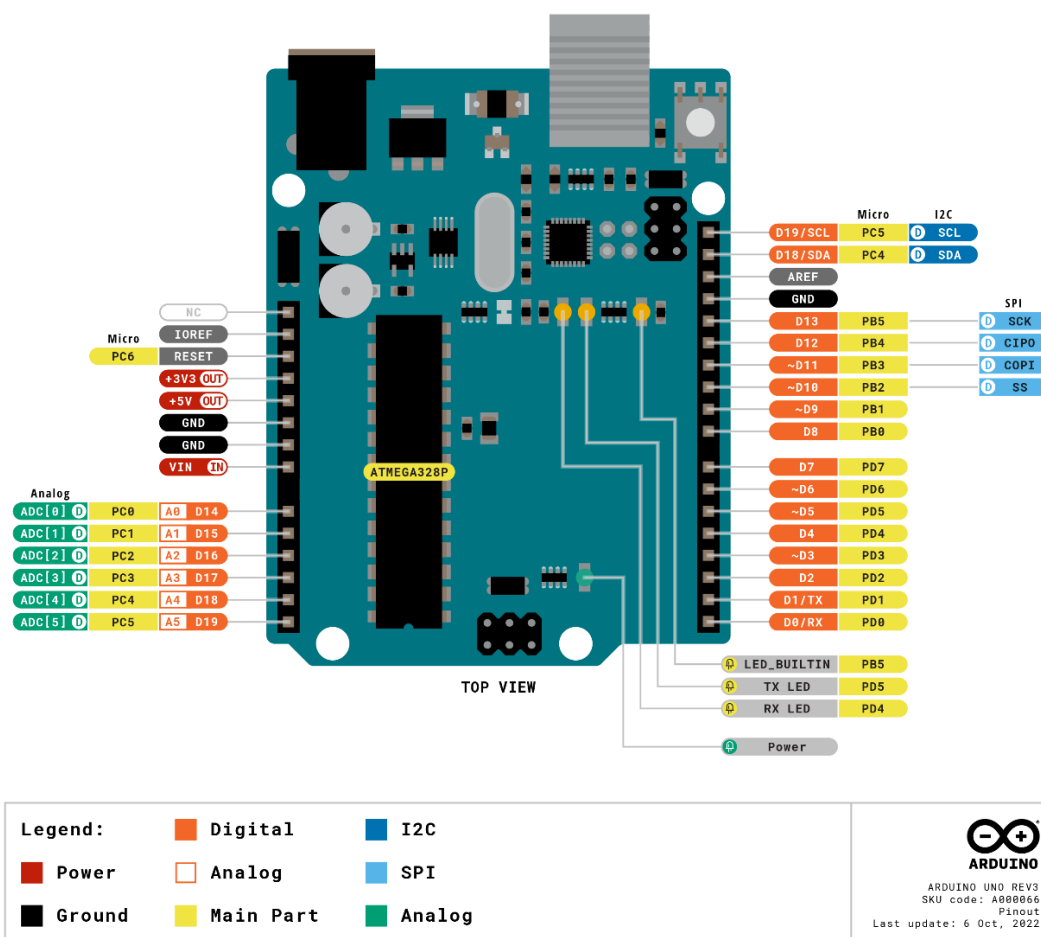
Capitolul 3 – ANALIZĂ

3.1. Prezentare generală

În acest capitol, vom descrie modul de funcționare al aplicației noastre și vom studia componentele care vor intra în componența proiectului.

3.2. Placa Arduino UNO

Arduino Uno este o placă de dezvoltare open-source, bazată pe microcontrolerul ATmega328P de la Atmel (acum parte a Microchip Technology). Aceasta este versatilă și poate fi folosită într-o gamă largă de proiecte, cum ar fi controlul unor dispozitive, citirea de date de la senzori, controlul unor motoare și multe altele. Este potrivită pentru cei care doresc să învețe programare și să experimenteze cu electronica.



3.2.1. Caracteristici principale

- **Microcontroler:** ATmega328P cu o frecvență de 16 MHz.
- **Memorie:**
 - *Flash:* 32 KB (din care 0.5 KB este folosit pentru bootloader).
 - *SRAM:* 2 KB.
 - *EEPROM:* 1 KB.
- **Tensiune de operare:** 5V.
- **Tensiune de intrare recomandată:** 7-12V.
- **Pin-uri digitale:** 14 (din care 6 pot fi folosite ca ieșiri PWM).
- **Pin-uri analogice:** 6.
- **Comunicare serială:** USB-UART (prin portul USB).
- **Interfață USB:** Tip B.
- **Sursă de alimentare:** Prin portul USB sau prin mufa de alimentare cu șuruburi.
- **Curent pe pin:** 20 mA.

3.2.2. Funcționalități:

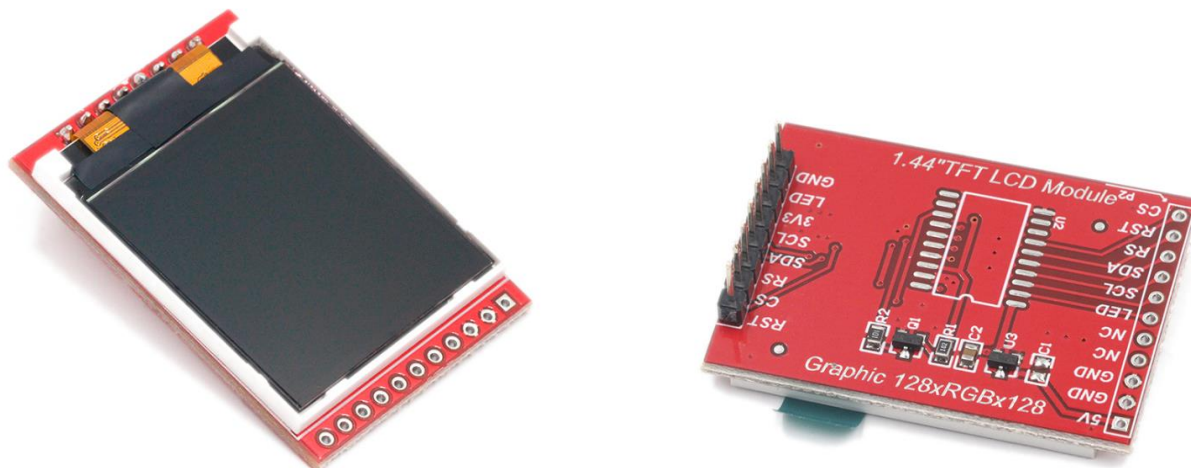
- **Programare ușoară:** Suport pentru programare în limbajul Arduino, un limbaj de programare simplu și ușor de înțeles, bazat pe C/C++.
- **Dezvoltare rapidă:** Este ideală pentru prototipare rapidă și dezvoltare de proiecte electronice.
- **Interfețe variate:** Poate fi conectată la o varietate de senzori, module și actuatori pentru a realiza o gamă largă de aplicații.
- **Comunicare cu PC:** Poate comunica cu un computer prin intermediul portului USB, facilitând încărcarea de programe și interacțiunea cu software-ul de dezvoltare.
- **Open Source:** Toate schematics și fișierele CAD sunt disponibile pentru descărcare și modificare.
- **Comunitate activă:** Există o comunitate activă de utilizatori și dezvoltatori, oferind suport și resurse extinse.

3.2.3. Porturi

- **Portul digital (D):** Pin-urile D2 până la D13.
- **Porturi analogice (A):** Pin-urile A0 până la A5.
- **Porturi de putere:** 5V, 3.3V, GND.
- **Comunicare serială:** RX, TX.
- **Porturi speciale:** I2C (A4 - SDA, A5 - SCL), SPI (D10 - SS, D11 - MOSI, D12 - MISO, D13 - SCK).

3.3. Ecran TFT LCD

Ecranul TFT (Thin-Film Transistor) LCD cu RGB (Red, Green, Blue) utilizat în proiectele cu Arduino este un tip de afișaj color care oferă o interfață grafică și poate afișa imagini, text și alte informații vizuale.

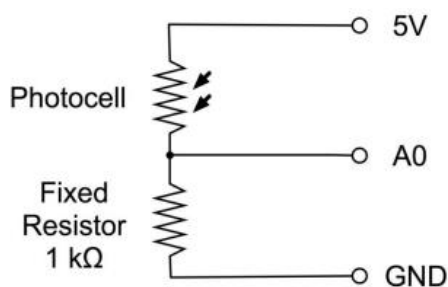


Ecranul utilizat pentru acest proiect este un ecran de 1.44", 128x128 de pixeli. Pentru utilizarea acestui ecran am apelat bibliotecile "Adafruit_GFX.h" și „Adafruit_ST7735.h”.

Rolul acestui ecran este de a afișa ochii robotului, care vor materializa emoțiile robotului.

3.4. Fotorezistor

Fotorezistorul utilizat este de un tip numit rezistență dependentă de lumină ("LDR"). După denumire, putem spune că trage concluzia că aceste componente se comportă ca o rezistență, cu excepția faptului că rezistența se modifică în funcție de nivelul de lumină la care sunt expuse, cu valori cuprinse între 50 k Ω în aproape întuneric și 500 Ω în lumină puternică. Pentru a transforma această valoare fluctuantă a rezistenței în ceva ce putem măsura pe intrarea analogică a Arduino-ului nostru, aceasta trebuie convertită într-o tensiune. Cel mai simplu mod de bază de a face acest lucru este de a o integra cu o rezistență fixă.



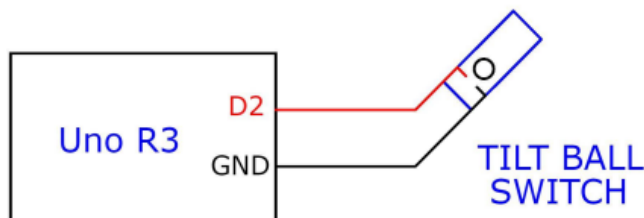
Rezistorul și fotorezistorul funcționează împreună asemenea unui potențiomtru. Astfel, în condiții de lumină intensă, rezistența fotorezistorului este neglijabilă în comparație cu valoarea rezistorului fix, astfel că se comportă ca și cum un potențiomtru ar fi întors la maximum.

În mod alternativ, atunci când fotorezistorul se află într-o lumină slabă, rezistența devine mai mare decât rezistorul fix de 1 kΩ și este ca și cum potențiomtrul ar fi întors către GND.

Această componentă va fi utilizată în proiect pentru a-l face pe robot să reacționeze la lumina din mediul extern. Atunci când lumina va depăși valoarea 450, ochii robotului se vor încrunta. La valori mai mari de 600, robotul se va încrunta și mai mult, ca și cum l-ar orbi lumina. La valori mai mici de 150, robotul va începe să prezinte somnolență, iar după o perioadă de timp va adormi. Valorile între 150 și 450 îl vor aduce pe robot în starea neutră.

3.5. Senzor de înclinație

Senzorii de înclinare sunt utilizați pentru detectarea înclinației sau orientării. Sunt fiabile, consumă puțină energie, au o durată lungă de viață și sunt foarte ieftini. Datorită simplității lor, sunt destul de populare în electrocasnice, dispozitive și jucării. Sunt cunoscuți și sub denumirile de "comutatoare cu mercur", "senzori de înclinare" sau "senzori cu bilă care se rostogolește".



De obicei, acești senzori constau dintr-o cavitate (de obicei în formă cilindrică) cu o masă liberă conductivă în interior, cum ar fi o picătură de mercur sau o bilă care se rostogolește. Atunci când capătul cavității, care conține două poli, este îndreptat în jos, masa se rostogolește peste poli și îi conectează, acționând ca un întrerupător.

Senzorii de înclinare pot detecta mișcarea sau orientarea, dar nu sunt la fel de preciși sau flexibili ca un accelerometru complet. Cei mai mari au capacitatea de a comuta independent puterea, în timp ce accelerometrele necesită componente de circuit suplimentare pentru evaluarea tensiunii de ieșire digitale sau analogice.

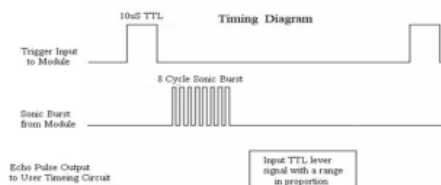
Senzorul de înclinație folosit pentru robotul nostru are scopul de a semnala dacă robotul deviază de la poziția verticală. În cazul unei deviații, robotul devine furios, iar privirea încruntată este asistată de mișcarea frenetică a brațului.

3.6. Senzor ultrasonic

Modulul de senzor ultrasonic HC-SR04 are o capacitate de măsurare indirectă cuprinsă între 2 cm și 400 cm, cu o precizie de măsurare de până la 3 mm. Modulul include transmițătoare ultrasonice, receptoare și circuite de control. Formula fundamentală de funcționare este:

$$\text{Distanța de testare} = (\text{timp de nivel înalt} \times \text{viteza sunetului (340 m/s)})/2$$

Este necesar doar un impuls scurt de 10 ms pentru a declanșa dispozitivul și a începe măsurarea distanței. Ulterior, modulul va emite impulsuri de ultrasunete de 8 cicluri la 40 kHz și va înregistra ecoul acestora, astfel că intervalul de timp dintre trimiterea semnalului de declanșare și primirea semnalului de ecou poate fi măsurat. Formula este: ms/58 în centimetri sau ms/148 în inci, sau distanța = timpul de nivel înalt \times viteza (340 m/s) / 2. Se recomandă utilizarea ciclurilor de măsurare mai mari de 60 ms.



Scopul acestui senzor în proiectul nostru este de a aproxima distanța dintre robot și un posibil obiect sau utilizator și de a-i provoca reacții în funcție de distanța corpului față de robot și timpul de deplasare. Dacă corpul se află la o distanță mai mică de 15 cm, atunci robotul este fericit. În schimb, dacă robotul este lăsat singur pentru o perioadă de timp și nu mai detectează nimic la o distanță mai mare de 100cm, atunci de întristează. Între aceste 2 valori, robotul prezintă o reacție neutră. Dacă un obiect se apropie prea repede de el (distanța între 2 citiri consecutive este mai mare de 30cm), atunci robotul se va speria.

3.7. Servo – motor

Un motor servo este un motor echipat cu angrenaje, capabil să rotească doar 180 de grade și este comandat prin transmiterea de impulsuri electrice de la Arduino, care îi indică motorului

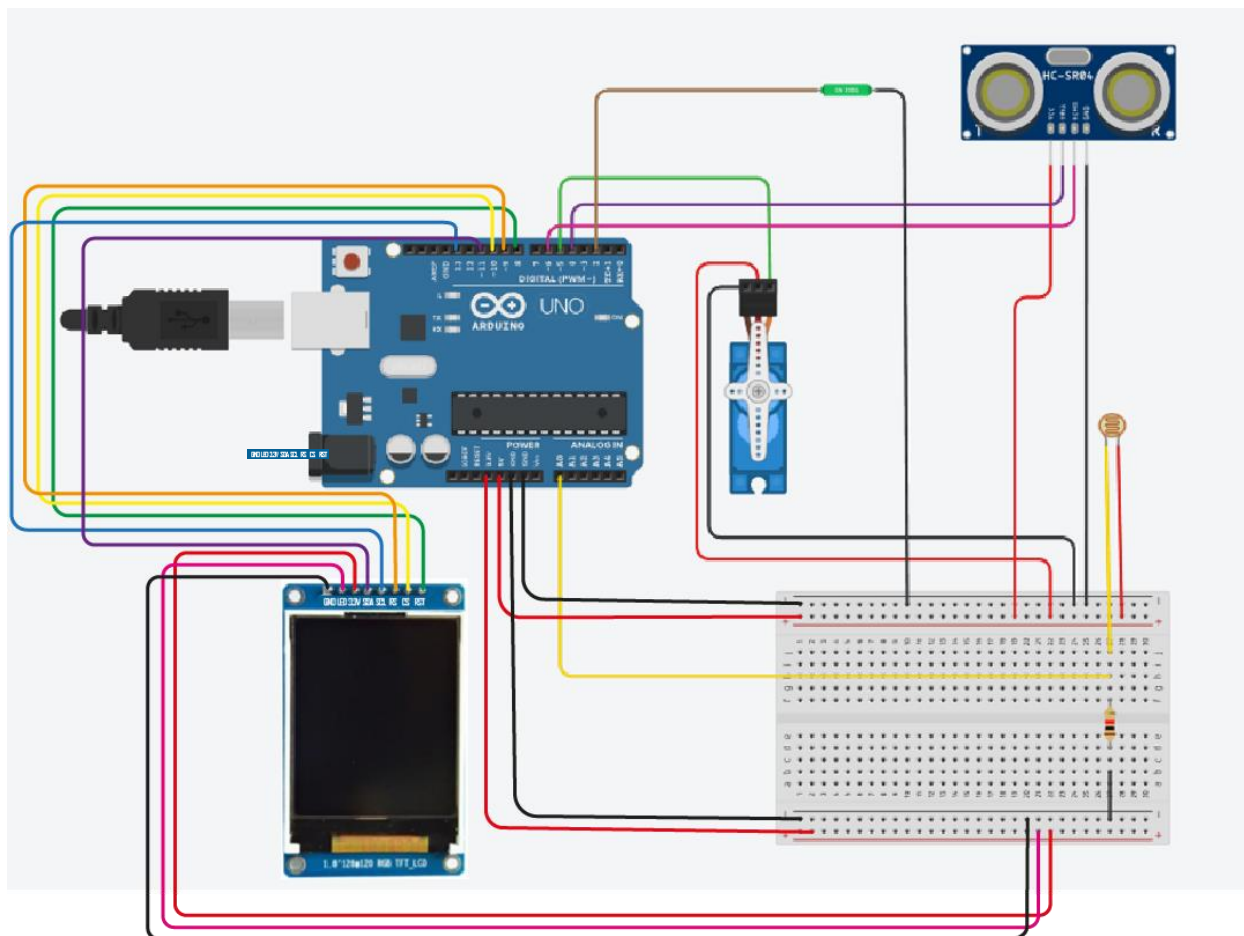
în ce poziție ar trebui să se mute. Motorul servo are trei fire: unul maro, care ar trebui conectat la portul GND, unul roșu, care ar trebui conectat la portul 5V, și unul portocaliu, care este firul de semnal și ar trebui conectat la un port digital.



Servo-motorul va acționa un braț care se va mișca atunci când robotul este furios.

Capitolul 4 – PROIECTARE

4.1. Schema hardware



Capitolul 5 – IMPLEMENTARE

Implementarea aplicației este una simplă, care nu necesită algoritmi avansați sau cunoștințe ample în programare.

Pentru început, am inclus bibliotecile necesare componentelor utilizate. Pentru ecranul LCD am utilizat bibliotecile “Adafruit_GFX.h”, „Adafruit_ST7735.h” și “SPI.h”, comunicarea cu LCD-ul realizându-se prin protocolul SPI, iar pentru servo-motor am inclus biblioteca “Servo.h” și “SR04.h”.

După includerea bibliotecilor, am declarat variabilele și pinii porturilor.

În funcția **setup()**, am asignat pinii corespunzători dispozitivelor cu care comunică placa Arduino și am deschis comunicarea cu Serial Monitor. În Serial Monitor vom afișa, pe parcursul execuției, valorile receptate de fotorezistor și de senzorul ultrasonic, pentru a ne putea asigura că robotul funcționează cum trebuie și pentru a putea rezolva eventualele erori.

În funcția **loop()**, am făcut toate verificările corespunzătoare schimbărilor de stare ale robotului. Tot în această funcție chemăm o dată la o secundă funcția **change_state()**, în care se citesc valorile provenite de la senzori și se incrementează variabilele care participă la declanșarea unor acțiuni la anumite perioade de timp. Am ales să calculez timpul până la chemarea funcției **change_state()** folosind funcția **millis()**, chiar dacă ar fi fost indicat să folosesc un timer intern. Motivul pentru care am luat această decizie este faptul că servo-motorul utilizează **Timer1**, iar utilizarea unui alt timer intern duce la un comportament neașteptat al robotului.

Restul funcțiilor din program au rolul de a desena expresiile faciale ale robotului, utilizând funcții ce aparțin bibliotecii “Adafruit_GFX.h”.

Capitolul 6 – TESTARE & VALIDARE

Prima provocare pe care am avut-o la implementarea acestui cod este de a găsi biblioteca potrivită pentru ecranul TFT LCD. În urma unor căutări lungi și a testării exemplelor din diverse biblioteci pentru astfel de ecrane, am ajuns la concluzia că bibliotecile menționate ulterior au dovedit cel mai mare grad de compatibilitate.

Un alt lucru care a necesitat multă testare a fost desenarea expresiilor robotului. Pentru testarea corectitudinii desenelor, am creat programe simple al căror scop a fost simpla afișare a desenelor create prin cod.

Pe lângă acestea, a fost nevoie de o testare în ceea ce privește funcționarea senzorilor. Acest pas s-a realizat prin crearea unor programe simple, care acționau aprinderea unui LED odată cu îndeplinirea anumitor condiții cu valorile citite de la senzori. Pe lângă asta, programul actual permite o validare constantă a datelor, prin urmărirea valorilor afișate în Serial Monitor.

Nu în cele din urmă, a mai rămas validarea conexiunilor între senzor și expresii, dar și a schimbărilor dintre stări. Testarea în acest caz s-a făcut prin punerea în funcțiune a robotului și observarea comportamentului în diferite condiții și a trecerilor de la o emoție la alta. Acesta a fost, din nou, un proces destul de solicitant, întrucât, având stări disponibile, a fost nevoie să mă asigur că am testat toate combinațiile de stări care pot apărea și să le remediez pe toate în eventualitatea unor posibile erori.

Capitolul 7 – CONCLUZII

Proiectarea unui robot de companie nu a fost una care a necesitat prea multe cunoștințe tehnice, însă a fost destul de solicitantă ca timp. Partile cele mai dificile au fost desenarea expresiilor și a animațiilor și testarea și corectarea eventualelor erori pentru toate tranzițiile care puteau apărea.

Chiar dacă robotul proiectat nu este unul foarte complex, acesta prezintă funcționalități destul de interactive cât să satisfacă nevoia unei persoane de companie, de un prieten cu care să interacționeze și care poate fi acționat la alegerea utilizatorului. Acest robot prezintă, totodată, foarte mult potențial de dezvoltare ulterioară. O funcționalitate care ar putea fi adăugată este de a introduce un joc, precum piatră – foarfecă – hârtie. Acest joc poate fi activat la apăsarea unui buton și poate fi jucat între utilizator și robot. O altă dezvoltare ar putea fi adăugarea altor senzori robotului, ca de exemplu un microfon, care să îți dea posibilitatea de a comunica cu robotul și se a-i da comenzi.

Chiar și așa, personal, cred că acest robot este un proiect foarte simpatic și foarte volatil, ușor de personalizat și de creat, potrivit pentru orice începător în programare Arduino care vrea să își dezvolte cunoștințele printr-un proiect atractiv și interesant, cu multe posibilități de dezvoltare.



BIBLIOGRAFIE

- <https://living.ai/emo/>
- <https://store.arduino.cc/products/arduino-uno-rev3>
- "Plusivo - The most complete starter kit. Tutorial for UNO"