



Universitatea Politehnica București  
Facultatea de Automatică și Calculatoare  
Departamentul de Automatică și Ingineria Sistemelor

# **LUCRARE DE DIPLOMĂ**

## **Elaborarea și configurarea unui sistem de termometrie**

Absolvent  
Pleșca Natalia

Coordonator

Prof. Dr. Ing. Mihnea Alexandru Moisescu

As. Drd. Ing. Miruna Elena Iliuță

București, 2023

# CUPRINS

1	Introducere .....	3
1.1	Obiectivele lucrării de licență .....	4
1.2	Descrierea domeniului.....	4
1.3	Prezentarea pe scurt a capitolelor.....	6
2	Descrierea problemei abordate .....	7
2.1	Formularea problemei .....	7
2.2	Principii și metode de măsurare a temperaturii.....	8
2.2.1	Măsurare orală .....	8
2.2.2	Măsurarea axilară.....	9
2.2.3	Măsurarea temperaturii timpanului.....	9
2.3	Studiu asupra realizărilor similare din domeniu .....	10
2.3.1	Termometrul digital .....	11
2.3.2	Termometrul bazat pe aplicație.....	12
2.3.3	Termometru cu suzetă.....	13
2.3.4	Termometrul cu lichid (mercur, alcool, gaz) .....	14
2.3.5	Termometre cu schimbare de fază sau cu matrice de puncte.....	15
2.3.6	Termometre cu infraroșu.....	16
2.3.7	Concluzii comparative între sistemele prezentate.....	19
2.3.8	Studierea cererii pe piață.....	19
2.4	Stabilirea cerințelor funcționale și nefuncționale ale sistemului.....	23
2.4.1	Folosirea tehnologiei IR pentru detecția temperaturii. ....	23
2.4.2	Reprezentarea datelor pe ecran. ....	24
2.4.3	Identificarea persoanelor cu ajutorul senzorului de obstacole. ....	24
2.4.4	Transmiterea datelor pe un card SD.....	25
2.4.5	Activarea alarmelor.....	25
2.4.6	Afișarea zilei și orei efectuării măsurării cu ajutorul unui modul RTC.....	25
3	Stadiul actual în domeniul termometriei și selectarea soluției tehnice .....	26
3.1	Stadiul actual al tehnologiilor utilizate pentru dezvoltarea soluției .....	26
3.1.1	Utilizarea tehnologiei termopile .....	27
3.2	Prezentarea tehnologiei alese .....	29
4	Dezvoltarea sistemului.....	31
4.1	Arhitectura aplicației .....	31

4.1.1	Selectarea componentelor sistemului.....	31
4.2	Conectarea componentelor.....	32
4.2.1	Unitate ARDUINO MEGA.....	32
4.2.2	Display OLED 0.96’’ I2C IIC Albastru.....	33
4.2.3	Senzor IR/modul TCRT5000L .....	34
4.2.4	Senzor cu infraroșu MLX90614 .....	36
4.2.5	Modul de ceas în timp real.....	37
4.2.6	Placă de expansiune pentru stocare Micro SD.....	39
4.2.7	Amplificator audio cu difuzor:.....	40
4.3	Schema sistemului elaborat.....	40
4.4	Configurarea sistemului .....	41
4.4.1	Configurarea display-ului OLED.....	41
4.4.2	Configurarea senzorului IR.....	42
4.4.3	Configurarea senzorului MLX.....	43
4.4.4	Configurarea modulului RTC .....	44
4.4.5	Configurarea modulului SD.....	45
4.4.6	Configurarea difuzoarelor .....	47
5	Studiu de caz .....	48
6	Concluzii .....	50
7	Bibliografie .....	52

# 1 INTRODUCERE

Termometria la distanță este ramura termometriei care presupune folosirea razelor infraroșii pentru depistarea temperaturii fără un contact fizic direct. Termometrele cu infraroșu se folosesc în multe domenii și aplicații datorită capacității de a măsura temperatura obiectelor fără a fi necesar un contact fizic direct. Câteva domenii de utilizare sunt: Medicina, Domeniul Industrial (motoare, conducte, cuptoare, sisteme de răcire), Alimentația (temperatura produselor în timpul preparării, gătirii sau depozitării), Agricultură (temperatura solului, culturilor sau animalelor), Construcții (pentru identificarea punctelor cu pierderi de căldură sau izolare termică slabă).

Sistemele de depistare a febrei pot fi instalate în locurile publice, acolo unde trec sau se aduna mai mulți oameni, cum ar fi aeroporturile, clădirile cu birouri, școlile, transporturile publice precum autobuzul sau metroul, teatre, cinematografe și expoziții. Detectarea temperaturii corporale ridicate poate fi folosită ca o măsură de siguranță.

Sistemele de depistare a febrei sunt concepute pentru a detecta temperatura persoanelor care trec printr-o poartă de securitate sau un punct de control, cum ar fi la sosirea într-un aeroport. Pentru a măsura temperatura oamenilor, sistemul este dotat cu un senzor termic cu rezoluție spațială. Sistemul de screening identifică fruntea și măsoară temperatura maximă a acesteia. Având un prag predefinit, poate decide imediat dacă persoana ar trebui să fie suspectată că are febră. Dacă da, persoana ar trebui reverificată cu termometre comune pentru frunte pentru o mai bună acuratețe. [1]

Temperatura corpului variază de la o persoană la alta, astfel valoarea pragului pentru o temperatură normală este un parametru foarte important. Dacă valoarea este prea mică, multe persoane sunt suspectate a fi cu febră chiar dacă nu sunt. Dacă valoarea este prea mare, este posibil ca persoanele cu febră să nu fie detectate. Pentru a controla răspândirea unui virus în vremuri de pandemie, trebuie ales un prag mai scăzut pentru temperatura normală și de depus un efort în reverificarea manuală. În vremuri de non-pandemie este de suficient să se detecteze doar febra mare adică se poate să se aleagă o valoare de prag mai mare. [2]

Pe lângă screening-ul efectiv al febrei, există o altă metodă numită screening pentru temperatura corporală crescută. În acest caz, temperatura unei persoane este comparată cu ultimii 10 sau 20 de pasageri. Dacă temperatura este mai mare decât temperatura medie, atunci persoana este suspectată că are o temperatură corporală ridicată și ar trebui să fie verificată din nou cu un termometru medical. Această metodă ajută la reducerea influenței condițiilor ambientale asupra măsurării fără contact a temperaturii corpului și poate ajuta la obținerea unei detectări mai fiabile a febrei. [2]

În acest context se propune spre realizare un sistem de termometrie la distanță care presupune un dispozitiv ce se activează la detectarea mișcării, și care printr-un senzor preia temperatura persoanei și verifică dacă se încadrează în parametrii normali de temperatură.

## **1.1 Obiectivele lucrării de licență**

Primul obiectiv al acestui proiect de diplomă consta în studierea și analiza sistemelor și tehnologiilor de termometrie existente, aceasta presupune realizarea unei cercetări detaliate a sistemelor de termometrie disponibile și tehnologiilor utilizate. În cadrul analizei sistemelor de termometrie se urmărește și selecționarea și integrarea componentelor și tehnologiilor selecționate în sistem, cum ar fi senzori de temperatură, algoritmi de prelucrare a datelor, interfețe de comunicație a datelor către utilizator pentru o funcționare optimă și corectă a sistemului.

Al doilea obiectiv este dezvoltarea unui sistem de termometrie precis și fiabil pe baza studiului și analizei efectuate, aceasta presupunând proiectarea și configurarea unui sistem care să depășească limitările sistemelor existente și să ofere măsurători precise în timp real.

Obiectivele principale ale acestui proiect sunt funcționalitatea corectă a sistemului și redactarea coerentă a proiectului. Funcționalitatea corectă presupune efectuarea unor teste riguroase pentru a verifica acuratețea, fiabilitatea și stabilitatea sistemului implementat. Redactarea coerentă presupune documentarea rezultatelor și redactarea consecventă a proiectului aferent pentru a reflecta procesul de implementare, rezultatele obținute și relevanța acestora.

Prin atingerea acestor obiective, această lucrare de licență urmărește să aducă o contribuție în dezvoltarea sistemelor de termometrie și să aducă beneficii practice în domenii cum ar fi medicina, cercetarea științifică sau industria, asigurând măsurări precise și fiabile a temperaturii.

## **1.2 Descrierea domeniului**

Termometria la distanță reprezintă o ramură a termometriei care se ocupă cu detectarea temperaturii obiectelor fără a fi necesar contactul direct. Acest domeniu este de interes pentru o varietate de aplicații cum ar fi medicina, industriile, construcțiile, etc. În timpul pandemiei globale, măsurarea temperaturii a devenit obligatorie în zonele publice, universități și instituțiile medicale și continua să fie folosită până în prezent. Personalul medical și de securitate utilizează camere termice, pentru a scana oamenii înainte de a le permite să intre în unități. Deoarece temperatura mai ridicată este un semn de infecție virală și posibilă contagiune, personalul poate recunoaște pacienții potențial infectați, și îi poate îndepărta rapid din populația sănătoasă, fără teste practice.

În cadrul acestui proiect se va explora implementarea unui sistem de termometrie la distanță analizând minuțios tehnologiile și metodele folosite în procese similare.

Termometria la distanță este o ramură foarte importantă pentru dezvoltarea altor domenii și are o serie de avantaje și aplicații practice.

Primul avantaj al acestui domeniu este faptul că sunt ne-invazive. Lipsa contactului ne permite atât să minimizăm riscul unei infecții sau transmisiei de boli și viruși cât și folosirea pentru diferite aplicații în care obiectul măsurat este foarte sensibil sau chiar inaccesibil pentru un contact direct.

Al doilea avantaj al acestui domeniu este rapiditatea efectuării testului și eficiența acestuia. Aceste sisteme pot efectua măsurări rapide, fără necesitatea de a pregăti sau a manipula în vreun fel obiectul. Acest lucru fiind foarte util în aplicații industriale unde timpul în care are loc o reacție este foarte important.

Al treilea avantaj este siguranța. Termometria la distanță ne permite să realizăm monitorizări de temperatură a unui obiect sau a unei zone de la o distanță sigură pentru noi. Acest lucru este folositor în cadrul a diferite aplicații ce țin de supravegherea de echipamente industriale, diagnostică medicală sau monitorizare de mediu.

În termometria la distanță există câteva tehnologii importante care sunt utilizate în multe domenii și industrii.

Prima tehnologie este termometria cu infraroșu. Pentru a determina temperatura unui obiect, aceasta măsoară radiația termică emisă de acesta cu ajutorul senzorilor infraroșu care captează radiația emisă și apoi semnalul este convertit de către un algoritm într-o valoare numerică, care reprezintă temperatura.

A doua tehnologie utilizată este termometria cu laser. Aceasta se bazează pe utilizarea unui fascicul de lumină laser pentru a detecta temperatura unui obiect. Aici se măsoară lungimea de undă a razelor reflectate și absorbite de către obiect în funcție de temperatura acestuia.

A treia tehnologie este termometria cu ultrasunete. Acest tip de termometrie funcționează pe baza ultrasunetelor care ajută la depistarea temperaturii obiectului studiat. În funcție de temperatură se modifică viteza de propagare a undelor, astfel se detectează temperatura corpului, măsurând și comparând aceasta viteză a ultrasunetelor.

A patra tehnologie este termometria cu microunde. Pentru a măsura temperatura unui obiect, aceasta tehnologie folosește microundele și anume, se analizează modificările apărute în frecvență sau în puterea semnalului care apare în dependență de temperatură și se detectează temperatura obiectului obținându-se o valoare precisă.

Scopul principal al acestui proiect este analiza sistemelor existente pe piață și dezvoltarea unui sistem eficient, fiabil și accesibil din punct de vedere al costurilor. Ca motivație principală pentru acest proiect a reprezentat beneficiul semnificativ pentru sănătate și monitorizarea situației în locurile publice.

În cadrul acestui proiect se vor analiza diferite principii și metode de măsurare a temperaturii inclusiv precizia fiecăreia și se va urmări elaborarea unui sistem inovativ și performant, pentru măsurarea temperaturii la intrarea într-o încăpere, măsurarea fiind efectuată la distanță. Printre provocările pe care aceasta lucrare își propune să le adreseze fac parte următoarele: Selecția și integrarea corectă a senzorilor și tehnologiilor pentru măsurători precise, Asigurarea unei metode de transmitere și stocare a datelor într-un mod eficient și securizat, Realizarea unei calibrări corespunzătoare a sistemului și evaluarea economică pentru implementarea sistemului luând în considerație costurile inițiale și de întreținere. Astfel se va urmări oferirea unei soluții inovatoare și eficiente pentru măsurarea și monitorizarea temperaturii.

### **1.3 Prezentarea pe scurt a capitolelor**

În capitolul doi, "Descrierea problemei abordate" se formulează problema și se prezintă într-un mod clar și concis problema principală pe care acest proiect își propune să o rezolve. Se detaliază așteptările utilizatorului și funcțiilor implementate. Se oferă o prezentare relevantă a domeniului, a importanței și impactului acestui proiect în alte domenii. Se studiază exemple de sisteme similare și soluții implementate din același domeniu făcându-se o comparație între ele. Se analizează limitările și provocările problemei incluzând tehnologii asemănătoare și soluții inovatoare stabilindu-se astfel cerințele de funcționalitate a sistemului raportându-se la aplicațiile asemănătoare găsite.

În capitolul trei, "Stadiul actual în domeniu și selectarea soluției tehnice" se analizează și se prezintă situația actuală a termometriei la distanță și se evidențiază metodele și tehnologiile existente. Se face o comparație între ele pentru a alege tehnologia cea mai potrivită pentru proiect. De asemenea se alege în acest capitol soluțiile și tehnologiile potrivite pentru aplicația proiectului. Se prezintă prin comparare și explicație soluția aleasă împreună cu tehnologiile și platformele de dezvoltare.

În capitolul patru, "Dezvoltarea aplicației" se prezintă arhitectura aplicației utilizând scheme de proiectare și diagrame de flux cu explicațiile aferente. Se descrie implementarea aplicației, pașii, problemele întâmpinate și metodele de rezolvare. Se testează aplicația efectuând teste specifice și formulând concluzii aferente.

În capitolul cinci, "Studiu de caz", se prezintă rezultatele proiectului demonstrând astfel modul de funcționare. Aplicația dezvoltată se prezintă din punct de vedere al utilizatorului folosind o secvență de pași care vor include poze și comentarii.

În ultimul capitol "Concluzii" se analizează toate aspectele și rezultatele acestui proiect și se formulează concluzii referitoare la îndeplinirea scopurilor acestui proiect și efectele acestuia. Se analizează posibile dezvoltări ulterioare.

## **2 DESCRIEREA PROBLEMEI ABORDATE**

### **2.1 Formularea problemei**

Termometrul este un dispozitiv de măsurare a temperaturii foarte des utilizat în viața de zi cu zi. Acest dispozitiv este folosit de către persoane de orice vârstă, atât de bătrâni cât și de tineri. Pentru nou născuți de asemenea este folositor, însă evident este folosit cu ajutorul unui adult.

Utilizatorii acestui dispozitiv pot fi împărțiți în trei clase: utilizatori obișnuiți, personal medical.

În clasa de utilizatori "obișnuiți" intră persoanele necalificate care folosesc termometrul în scopuri personale, acasă sau serviciu, pentru detecția febrei personale sau a altor persoane la intrări de scoli, universități, oficii, etc. Tot aici intră persoanele care folosesc termometrul în scop de serviciu cum ar fi în industrie sau construcții.

În clasa de utilizatori "personal medical" intră persoanele cum ar fi medicii sau asistenții medicali care folosesc sistemele de termometrie pentru a verifica temperatura pacienților într-un mod eficient și precis. Aceste persoane sunt instruite în legătură cu folosirea acestui dispozitiv spre deosebire de utilizatorii obișnuiți.

Pentru fiecare clasă de utilizatori sunt specifice câteva cazuri diferite de utilizare a sistemelor de termometrie. Pentru utilizatorii obișnuiți sunt specifice utilizările în cazurile măsurării temperaturii corporale și temperaturii mediului sau ambientale. Pentru utilizatorii ce fac parte din personalul medical, sunt specifice utilizări pentru monitorizarea temperaturii pacienților și pentru păstrarea diferitor medicamente sau efectuarea de analize.

Măsurând temperatura corporala, utilizatorii află informații despre temperatura corpului lor și starea de sănătate, de exemplu dacă se observă o temperatură mai ridicată de 37 grade, atunci persoana se consideră că are febră, ceea ce poate însemna o problemă de sănătate cum ar fi o infecție, virus sau răceală. Aici se dorește un rezultat al măsurărilor precis și rapid, deoarece în cazul temperaturilor mai mari de 39,5 grade, febra crește foarte rapid, iar creierul persoanei poate suferi ceea ce duce la invaliditate.

Măsurând temperatura mediului utilizatorii pot obține date pentru diverse aplicații cum ar fi temperatura dintr-o cameră pentru confortul de zi cu zi sau într-un spațiu de lucru cum ar fi camerele industriale. Sunt necesare în aceste cazuri date precise. În cazul camerelor industriale sau aplicații de construcție cum ar fi izolarea, avem nevoie și de un răspuns rapid al sistemului de termometrie pe lângă fiabilitate și precizie ridicată.

Personalul medical utilizează sistemul de termometrie pentru a verifica temperatura pacienților în mod regulat. Pentru acest tip de utilizatori este utilă stocarea de date pentru identificarea unor modificări semnificative în timp și un sistem de alarmă în cazul creșterii temperaturii peste valoarea normală a persoanei.

De asemenea sistemul de termometrie poate fi folosit în camere de păstrare a medicamentelor sau în timpul efectuării unor analize sau a unor reacții de obținere a unor substanțe necesare.



Răspândirea bolilor infecțioase, cum ar fi sindromul respirator acut sever (SARS), Ebola și gripa porcină, precum și pandemia COVID-19, au accelerat nevoia de a identifica rapid persoanele cu potențial de infectare și contagioase. Astfel de viruși sunt de fapt foarte contagioși și există dovezi că se răspândesc rapid de la o persoană la alta și prin cale respiratorie. Printre simptomele constatate legate de aceste infecții se numără și creșterea temperaturii corpului. Prin urmare, toate locurile de muncă și birourile publice, precum și locurile aglomerate (de exemplu, mall-uri comerciale, aeroporturi și gări, transport public, săli de sport, biserici, spitale etc.) ar trebui să ofere o procedură de depistare a temperaturii corporale care să prevină accesul persoanelor cu simptome de febră (de exemplu, temperatura corpului mai mare de 37,5 °C). Prin urmare, monitorizarea temperaturii este propusă ca o condiție prealabilă pentru accesul în zonele și instalațiile controlate. [3] Cu toate acestea, măsurarea temperaturii corpului este o sarcină complexă, mai ales atunci când această măsurătoare are ca scop identificarea, într-un mod rapid și fiabil, a subiecților infectați care pot infecta pe alții. În consecință, măsurarea temperaturii corpului ar trebui să fie ieftină, simplă, neinvazivă, rapidă pentru operatorii alocăți măsurării și, pe de altă parte, suficient de precisă, fiabilă și reproductibilă pentru implicațiile sociale și de sănătate aferente.

Măsurarea fără contact a temperaturii corpului devine din ce în ce mai populară, în special în instituțiile medicale, datorită furnizării rapide și sigure de rezultate precise.

Astfel se propune spre realizare un sistem de termometrie la distanță atât pentru intrări în blocuri de cămine, universități, magazine, blocuri de birouri cât și pentru utilizare personală, acasă. Sistemul presupune un dispozitiv care se activează la detectarea mișcării, și care printr-un senzor preia temperatura persoanei și verifică dacă se încadrează în parametrii normali de temperatură.

Elaborarea unui sistem nou de termometrie ar fi o soluție bună pentru procesul de gestionare a controlului temperaturii, astfel el ar permite măsurarea temperaturii a unui flux mare de persoane, asigurarea securității și oferirea confortului public și personal.

## **2.2 Principii și metode de măsurare a temperaturii**

Există diferite metode de măsurare a temperaturii corpului și cele mai multe dintre ele nu măsoară temperatura centrală a corpului. Ele măsoară o valoare care este legată de temperatura centrală a corpului și poate fi folosită pentru a determina temperatura centrală a corpului.

Măsurarea temperaturii corpului poate părea simplă, dar mai multe probleme afectează acuratețea măsurărilor. Aceste includ locul de măsurare, fiabilitatea instrumentului și tehnica utilizatorului.

Metodele de măsurare a temperaturii sunt:

### **2.2.1 Măsurare orală**

Această măsurare se efectuează oral, sublingual (Figura 1.8). Măsurarea durează de la 1 la 5 minute, în funcție de tipul de dispozitiv. Valorile care se consideră normale sunt între 36,6 și 37,2 °C. [4]

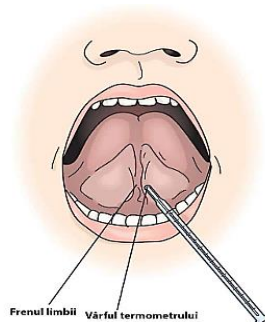


Figura 1.8. Măsurarea orală<sup>1</sup>

### 2.2.2 Măsurarea axilară



Figura 1.9. Măsurarea axilară<sup>2</sup>

Măsurarea temperaturii suprafeței corpului (Figura 1.9) este efectuată în mod normal de personalul medical în axilă (măsurare axilară) și în zona inghinală. Membrul respectiv este apăsat pe corp pentru a reduce posibila influență a temperaturii ambiante. Totuși, acest lucru este posibil doar până la o anumită masă corporală și acest tip de măsurare durează, de asemenea, mult timp.

### 2.2.3 Măsurarea temperaturii timpanului

Membrana timpanului împarte aceeași alimentare cu sânge carotidian ca și hipotalamusul de aceea măsurarea temperaturii în zona auriculară (Figura 1.10) este una din metodele folosite pentru a determina temperatura umană, care prin urmare, reflectă temperatura centrală.



Figura 1.10. Măsurarea temperaturii timpanului<sup>3</sup>

<sup>1</sup> © <https://www.asimed.net/masurarea-si-interpretarea-valorilor-de-temperatura/>

<sup>2</sup> © <https://medicool.ro/la-ce-temperatura-ai-febra-tot-ce-trebuie-sa-stii-27781.html>

<sup>3</sup> © <https://depozitulcubaterii.ro/home/246-termometru-de-ureche-pentru-copii-braun-thermoscan-3-irt-3030-pentru-ureche-lcd-masurare-1-sec-baterie-inclusa.html>

Pentru a asigura măsurători precise ale temperaturii, sonda termometrului auricular trebuie poziționată astfel încât să se potrivească perfect în canalul urechii. Acest lucru va împiedica intrarea aerului ambiental de la deschiderea canalului urechii, rezultând o măsurare precisă a temperaturii.

### **2.3 Studiu asupra realizărilor similare din domeniu**

Un termometru este un instrument care măsoară temperatura. Poate măsura temperatura unui solid, cum ar fi alimentele, a unui lichid, cum ar fi apa, sau a unui gaz, cum ar fi aerul. Cele mai comune trei unități de măsură pentru temperatură sunt Celsius, Fahrenheit și Kelvin.

Multe termometre moderne folosesc alte fluide decât mercurul din cauza pericolelor de mercur vărsat. Aceste fluide nu au de obicei capacitățile de temperatură ridicată pe care le are mercurul, totuși, termometrele mai noi au substanțe concepute pentru a avea rate specifice de dilatare.

Un dezavantaj major al termometrului din sticlă este faptul că nu poate rezista la presiune ridicată și că sticla are o natură fragilă. Acești factori au condus la introducerea în uz a sondelor termice. Sonda termică constă într-un tub metalic închis la un capăt, care este introdus într-o cameră sau într-un fluid. Termometrul este plasat în această sondă, astfel încât să vină în contact cu pereții laterali ai acesteia. [1]

Pe piață sunt disponibile în prezent mai multe tipuri de termometre pentru măsurarea temperaturii corpului, fiecare prezentând particularități specifice și precauții de utilizare. Termometrele clinice tradiționale prezintă o fiabilitate ridicată, dar citirea nu este întotdeauna ușoară și necesită timp de răspuns foarte lungi. Numai termometrele cu infraroșu și camerele termice permit măsurători de temperatură aproape instantanee și fără contact. [5]

Probabil cea mai abordată și discutată problemă în tehnicile de măsurare a temperaturii de la distanță este fiabilitatea acesteia. De fapt, o astfel de măsurare este influențată în special de incertitudinile instrumentale inevitabile și de capacitatea operatorului, dar și de numeroase „cantități de influență”, precum :

- coeficientul de transmisie al mediului dintre senzor și țintă;
- temperatura radiantă medie a mediului de măsurare (adică temperatura reflectată);
- distanța și dimensiunea țintei (efectul mărimii sursei) .

Cu toate acestea, acuratețea măsurării temperaturii fără contact poate fi îmbunătățită prin utilizarea senzorului în infraroșu cu bandă duală sau multi-bandă. [6]

*Există mai multe tipuri de termometre:*

- Termometru digital;
- Termometru cu mercur;
- Termometru cu schimbare de fază;
- Termometru cu infraroșu.

### 2.3.1 Termometrul digital

Termometrul digital este un dispozitiv electronic folosit pentru măsurarea temperaturii umane și afișarea datelor în format numeric, pe un ecran LCD. De obicei are funcția de a alege scara de măsură ( $^{\circ}\text{C}$  sau  $^{\circ}\text{F}$ ). După principiul de funcționare, termometrele digitale diferă prin construcție și metoda de utilizare, cum ar fi:

Termometrele digitale multifuncționale (Figura 2.1) utilizează senzori de temperatură pentru funcționarea corectă și eficientă. Aceste termometre se folosesc pentru a măsura temperatura gurii, rectale sau a axilei. La evaluările cu termometrul digital în zona axilei trebuie luat în considerare faptul că temperatura axială este cu aproximativ  $0,5^{\circ}\text{C}$  mai rece decât alte zone ale corpului cum ar fi cea orală. [7]



Figura 2.1. Termometru digital multifuncțional <sup>4</sup>

#### *Avantaje:*

- Precizie – Acest tip de termometre folosesc senzori și circuite electrice precise, de aceea rezultatele oferite au o precizie ridicată.
- Rapiditate – Aceste termometre oferă rezultatul măsurărilor într-un timp scurt, aproximativ 1min și nu necesită timp de stabilizare.
- Alarmer – Unele termometre digitale sunt dotate cu alarme pentru a notifica timpul de stabilizare a temperaturii.

#### *Dezavantaje:*

- Dependența de baterii
- Trebuie utilizate termometre diferite pentru diferite zone ale corpului (rectale și orale)
- Pentru citirea orală, dispozitivul trebuie introdus sub limbă și cu gura închisă, reprezentând un disconfort pentru sugari, copii mici cât și pentru maturi
- Sunt mai scumpe decât termometrele clasice cu mercur

---

<sup>4</sup> © <https://www.bitonline.ro/dispozitive-medice/termometru-digital-little-doctor-ld-301-indicator-sonor-waterproof-display-lcd-alb.html>

### 2.3.2 Termometrul bazat pe aplicație

Termometrele bazate aplicație sunt dispozitive care au la bază tehnologia unui telefon (smart-phone) pentru detecția temperaturii. Majoritatea telefoanelor inteligente au senzori avansați care pot detecta temperatura și sunt dotate cu capacitate de conexiune Bluetooth însă de cele mai multe ori, senzorii de temperatură încorporați în telefon măsoară doar temperatura ambientală sau temperatura dispozitivului (telefonului) pentru a evita supraîncălzirea dispozitivului.

Există și termometre care au conexiune Bluetooth și pot fi conectate la telefon prin intermediul diferitor aplicații pentru monitorizarea temperaturii cum ar fi "iThermonitor", "iCelsius", "Termo", "FeverTracker", "EasyBBQ" [8] (Figura 2.2). Aceste aplicații sunt disponibile atât pe Android cât și pe IOS. Aceste termometre au un senzor de temperatura și o interfață Bluetooth. Conectând dispozitivul la telefon prin conexiunea Bluetooth, datele referitoare la temperatură sunt transmise aplicației. Măsurarea temperaturii depinde de tipul termometrului, aceasta se poate face fie prin atingerea termometrului de o parte a corpului(axilă, frunte), fie prin introducerea lui în zone ale corpului mai calde (oral, rectal, auricular).



Figura 2.2. Termometru bazat pe aplicație <sup>5</sup>

*Avantaje :*

- Sunt ușor de utilizat, temperaturile putând fi luate pe cale orală, rectală sau de la axilă.
- Sunt portabile
- Au funcționalități suplimentare față de celelalte termometre
- Timp de citire rapid (între 8 și 10 secunde)
- Datele pot fi urmărite pe termen lung, stocate și analizate.

---

<sup>5</sup> © <https://www.emag.ro/femometer-lite-termometru-inteligent-bazal-pentru-monitorizare-ovulatie-si-fertilitate-femometervincalite/pd/D0K1B9MBM/#product-gallery>

- Aplicația poate oferi recomandări sau atenționări privind valoare temperaturii

*Dezavantaje :*

- Nu sunt de încredere deoarece foarte des calibrarea este incorectă
- Solicitarea bateriei telefonului (majoritatea aplicațiilor de monitorizare a temperaturii folosesc mult din capacitatea bateriei telefonului)
- Aceste termometre sunt mult mai scumpe și rar întâlnite
- De obicei accesul la aplicație necesită un abonament lunar care costă
- Calitatea și securitatea aplicației nu este de încredere

### **2.3.3 Termometru cu suzetă**

Termometrul cu suzetă (Figura 2.3. )este un dispozitiv predestinat copiilor mici, în special sugariilor. Acesta este proiectat pentru a oferi confort și pentru a fi ușor de utilizat. Acesta seamănă cu o suzetă însă are în interior un senzor de temperatură care măsoară temperatura corporală și afișează datele numerice pe display-ul sau unitatea de afișare a suzetei.



Figura 2.3. Termometru cu suzetă<sup>6</sup>

*Avantaje :*

- Este confortabil pentru copii mici
- Modul de utilizare este simplu și ușor
- Este făcut din materiale non-toxice
- Pot fi transportate ușor și în siguranță

*Dezavantaje :*

- Precizia este limitată
- Acest tip de termometru trebuie ținut nemișcat, ceea ce îngreunează situația la sugari
- Limita de vârstă
- Necesită o întreținere specială și curățire adecvată

---

<sup>6</sup> © [https://www.schoolnursesupplyinc.com/MABIS-TenderTYKES-Digital-Pacifier-Thermometer\\_p\\_4476.html](https://www.schoolnursesupplyinc.com/MABIS-TenderTYKES-Digital-Pacifier-Thermometer_p_4476.html)

### 2.3.4 Termometrul cu lichid (mercur, alcool, gaz)

Termometrele cu mercur (Figura 2.4) sunt dispozitivele care au un tub cu mercur sau gaz care reacționează la temperatură. Acestea cândva reprezentau singura opțiune pentru măsurarea temperaturii dar în ziua de astăzi sunt din ce în ce mai puțin utilizate.



Figura 2.4.1. Termometru cu mercur<sup>7</sup>

Principiul de funcționare al unui astfel de dispozitiv se bazează pe efectul de dilatare sau de comprimare a lichidului, care se află în tub și care își schimbă volumul în funcție de variațiile temperaturii. De obicei, în tuburile termometrelor se introduce mercur sau alcool, care au un efect sensibil de reacție la micile schimbări de temperatură din mediul înconjurător. Termometrele cu mercur sunt folosite mai mult în medicină, însă cele cu alcool (Figura 2.4.2) se folosesc de către meteorologi, deoarece mercurul îngheață la -38 grade C. [9]



Figura 2.4.2. Termometre cu alcool<sup>8</sup>

*Avantaje :*

- Termometrele cu mercur au o precizie înaltă atât la citiri orale, rectale cât și la subraț.
- Nu necesită baterii sau aplicație cu abonament și rezistă mult timp
- Au un afișaj ușor de citit

<sup>7</sup> © <https://stirileprotv.ro/divers/ce-este-de-facut-daca-s-a-spart-un-termometru-cu-mercur-nu-folositi-matura-sau-aspiratorul.html>

<sup>8</sup> © <https://krepcom.ru/blog/poleznye-sovety/vidy-termometrov/>

#### Dezavantaje :

- Fiind fabricate din sticlă, termometrele cu mercur se pot sparge cu ușurință, permițând mercurului, care este toxic, să se emane.
- Timpul de măsurare este între 5 și 7 min.
- Nu pot fi aruncate la gunoi în cazul deteriorării.
- Sunt incompatibile cu unele medii de lucru
- E riscantă măsurarea temperaturii la copii cu termometrele cu mercur

#### 2.3.5 Termometre cu schimbare de fază sau cu matrice de puncte

Termometrele monofazate (Figura 2.5) de unică folosință, vin sub forma unei benzi de plastic, în care adânciturile sunt puse la aceleași intervale. În fiecare dintre ele există un amestec de mai multe substanțe care își schimbă culoarea în funcție de temperatură. Cu ajutorul acestui gen de termometru poate fi măsurată temperatura pe frunte, axilă sau gură.

Datorită punctului de topire strict definit al substanței utilizate în aceste tipuri de termometre, acestea trebuie păstrate la o temperatură sub 35 ° C.



Figura 2.5. Termometre cu schimbare de fază (de unică folosință): NexTEMP (indicații medicale) <sup>9</sup> și TempaDOT (3M) <sup>10</sup>

Termometrele cu cristale lichide sunt folosite rar și numai de același pacient. Schimbările de culoare sunt reversibile, în timp ce reutilizarea acestui tip de termometru poate avea loc după aproximativ un minut de la citirea anterioară.

Termometrele reactive fază-la-fază și majoritatea termometrelor de fază de unică folosință sunt concepute pentru a măsura temperatura în axilă și în gură. Unele termometre aparținând acestei categorii sunt folosite în primul val pentru măsurarea temperaturii frunții. [10]

#### Avantaje :

- Oferă actualizări rapide ale temperaturii
- Pot fi folosite în mai multe aplicații și medii de lucru

<sup>9</sup> © <https://www.medicalsupplycorner.com/nextemp-clinical-thermometer/>

<sup>10</sup> © <https://ro.manuals.plus/3m/ma5532-tempa-dot-sterile-clinical-disposable-thermometers-manual>



*Dezavantaje :*

- Termometrele cu matrice de puncte au o precizie limitată
- Acuratețea este influențată de poziția termometrului
- Sunt mai costisitoare

### **2.3.6 Termometre cu infraroșu**

Un termometrul cu infraroșu (Figura 2.6.1) este un dispozitiv de înaltă precizie, conceput pentru măsurarea la distanță a temperaturii diferitelor suprafețe. Principiul de funcționare al dispozitivului se bazează pe determinarea amplitudinii oscilațiilor undelor infraroșii emise de obiectul examinat. Sistemul optic al dispozitivului captează și focalizează razele pe un detector. Electronica măsoară puterea energiei termice și calculează temperatura suprafeței obiectului. [11]



Figura 2.6.1. Termometru cu infraroșu<sup>11</sup>

Există trei tipuri de termometre cu detecție infraroșu: pentru frunte, pentru ureche și fără contact. În funcție de tipul dispozitivului, măsurătorile trebuie efectuate numai în zona recomandată de către producător. Acest lucru se datorează faptului că majoritatea zonelor corpului uman emit cantități diferite de căldură, iar dispozitivul este calibrat specific pentru zona sa. [12]

#### *2.3.6.1 Termometru cu infraroșu pentru frunte*



Figura 2.6.2. Termometru pentru frunte<sup>12</sup>

---

<sup>11</sup> © <https://microsegur.com/en/types-of-thermal-imaging-cameras/>

<sup>12</sup> © <https://ortopediya24.ru/%D0%B2%D0%B8%D0%B4%D1%8B-%D0%B8%D0%BD%D1%84%D1%80%D0%B0%D0%BA%D1%80%D0%B0%D1%81%D0%BD%D1%8B>

Termometrele de frunte (Figura 2.6.2.) folosesc senzori cu infraroșu pentru a măsura temperatura arterei temporale superficiale, care este o ramură a arterei carotide. Unele sunt cunoscute ca termometre cu infraroșu fără contact.

Termometrele de frunte care nu necesită contact fizic au devenit foarte populare pentru utilizare în locuri precum aeroporturi, magazine și stadioane. Citirile de temperatură pe frunte sunt cu aproximativ 1°F (0,6°C) mai scăzute decât citirile de temperatură orală. [13]

*Beneficii :*

- Termometrele temporale oferă citiri rapide, în câteva secunde.
- Ele sunt ușor de utilizat și corespund atât pentru sugari, copii cât și pentru adulți.
- Sunt compacte

*Dezavantaje :*

- Termometrele pentru frunte trebuie poziționate cu precizie și conform instrucțiunilor producătorului, altfel nu vor oferi citirea corectă.
- Citirile pot fi afectate de factori externi, inclusiv curenții de aer, vântul, încălzirea interioară și lumina directă a soarelui.
- Purtarea anumitor haine, cum ar fi pălării sau paltoane grele, poate denatura rezultatele.

#### 2.3.6.2 Termometre cu infraroșu pentru ureche



Figura 2.6.3. Termometru digital pentru ureche <sup>13</sup>

Aceste dispozitive se diferențiază de celelalte prin faptul că trebuie plasate direct în urechea persoanei pentru a efectua măsurătorile. Ele nu sunt complet fără contact, deoarece există o anumită formă de contact cu corpul uman. Cu toate acestea, principiul de funcționare se bazează totuși pe măsurarea cu infraroșu.

Termometrele pentru ureche (Figura 2.6.3.) este un dispozitiv de măsurare a temperaturii cu ajutorul razelor infraroșii. Regiunea de detecție a temperaturii este zona

---

%D1%85-

%D1%82%D0%B5%D1%80%D0%BC%D0%BE%D0%BC%D0%B5%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%B2

<sup>13</sup> © <https://kidso.ro/digitalen-termometar-za-uho-gentle-temp-520-49940.html>

canalului urechii. Citirile la termometrele pentru ureche sunt de la 0,5°F (0,3°C) până la 1°F (0,6°C) mai mari decât valorile măsurate în zona orală. [7]

*Avantaje :*

- Termometrele pentru ureche oferă citiri rapide și precise.

*Dezavantaje :*

- Datorită dimensiunii canalului urechii, termometrele pentru ureche nu sunt recomandate copiilor sub 6 luni.
- Acestea trebuie poziționate corect pentru a obține rezultate precise.
- Obstrucțiile precum ceara pot denatura rezultatele.
- Este posibil să nu se potrivească corect într-un canal urechi mic sau curbat.

#### 2.3.6.3 Termometre cu infraroșu fără contact

Termometrele cu infraroșu fără contact (Figura 2.6.4.) pot fi folosite în orice medii și condiții ambientale. Ele pot măsura orice zonă a corpului, fiind destul de ușor de îndreptarea dispozitivului către zona dorită timp de câteva secunde. Rezultatul este afișat pe un display.



Figura 2.6.4. Termometru IR fără contact direct<sup>14</sup>

*Avantaje :*

- Măsoară temperatura rapid și ușor
- Este igienic și non-invaziv
- Pot fi utilizate la distanță
- Nu prezintă risc de provocare a leziunilor sau disconfort

*Dezavantaje :*

- Pot avea o precizie mai mică dacă nu sunt calibrate corect
- Anumiți factori externi pot influența (fumul, vântul, vapori)
- Pot necesita calibrare periodică

---

<sup>14</sup> © <https://www.emag.ro/termometru-avizat-medical-justzentm-t1503-tehnologie-non-contact-cu-infrarosu-de-mare-precizie-di12345678901234/pd/D86Q87MBM/>

### 2.3.7 Concluzii comparative între sistemele prezentate

Analizând toate aceste tipuri de sisteme de termometrie se observă ca fiecare are avantajele și dezavantajele lui. Termometrele cu aplicație pe telefon au avantajul de a se conecta prin Bluetooth oferind astfel posibilitatea de a monitoriza datele și a stoca informațiile, însă nu dispun de o precizie înaltă și au un cost ridicat. Termometrele digitale sunt ușor de utilizat, oferă măsurători consistente însă nu mereu precise. Termometrele clasice cu mercur se remarcă prin precizia lor și stabilitatea pe termen lung, însă implică riscuri de siguranță. Termometrele cu matrice și schimbare de fază oferă posibilitatea de a primi răspuns foarte rapid însă rezultatele nu sunt stabile. Termometrele cu infraroșu par a fi cele mai bune, ele oferind o măsurare rapidă și fără contact. Ele sunt utile la măsurarea la distanță, putând fi folosite în mai multe aplicații.

Alegerea termometrului potrivit depinde de nevoile individuale, utilizarea dorită și mediul de aplicare. Este important să se ia în considerare avantajele și dezavantajele fiecărui tip de termometru, precum și cerințele specifice, pentru a lua o decizie informată și adecvată.

Se va propune spre elaborare un sistem nou care ar combina avantajele sistemelor enumerate mai sus și pe cât este posibil, excluderea dezavantajelor. Acest sistem de detecție a temperaturii se va baza pe tehnologia de detecție cu infraroșu deoarece are calitatea de a fi non-invaziv, fără contact și rapid.

### 2.3.8 Studiarea cererii pe piață

Cu toții suntem martorii unei lumi într-o dezvoltare rapidă, cu provocări complexe și nevoi în schimbare. Prin urmare, este vital să rămânem conectați și să ne angajăm în discuții profunde și de calitate, care să ne permită să navigăm prin acest mediu în continuă transformare.

Pentru o imagine mai clară asupra problemei existente și asupra necesității unui nou sistem de termometrie a fost realizat un sondaj în care au participat 100 de persoane de diferite vârste, gen și domenii de activare. Prin participarea la acest studiu, persoanele au avut oportunitatea de a aduce propriile idei și perspective în această discuție colectivă. Fiecare contribuție contează și poate aduce o valoare inestimabilă la înțelegerea și abordarea mai eficientă a provocărilor noastre comune. Acest studiu a constatat în 7 întrebări cu diferite variante de răspuns. Tabelul cu răspunsuri și rezultate se poate găsi la adresa din subsol.<sup>15</sup>

În (Figura 2.7.1) avem o diagramă statistică a primei întrebări. Putem observa că majoritatea, 75% din participanți au răspuns că folosesc termometru la necesitate, 20% îl folosesc des și 5% au răspuns că nu folosesc un termometru deloc. Răspunsurile date erau predictibile și de asemenea ne confirmă importanța acestui dispozitiv. Deoarece majoritatea

folosește acest tip de dispozitiv, putem concluziona că cererea lui este destul de mare și este foarte întrebant.

Cat de des folositi un termometru?

100 responses

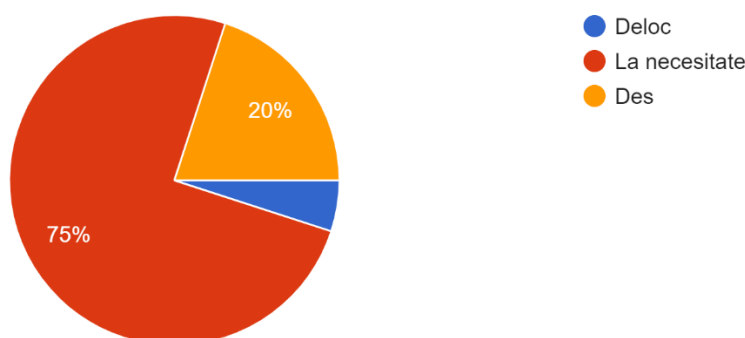


Figura 2.7.1. Diagrama răspunsurilor la întrebarea 1

Observam în (Figura 2.7.2.) că majoritatea intervievaților, 93%, au răspuns că un termometru cu detecție a temperaturii de la distanță este important ceea ce ne comunică faptul ca aceasta tema este de interes societății și că un sistem de termometrie ar fi întrebant pe piață.

Considerati un termometru cu detectie de la distanta folositor?

100 responses

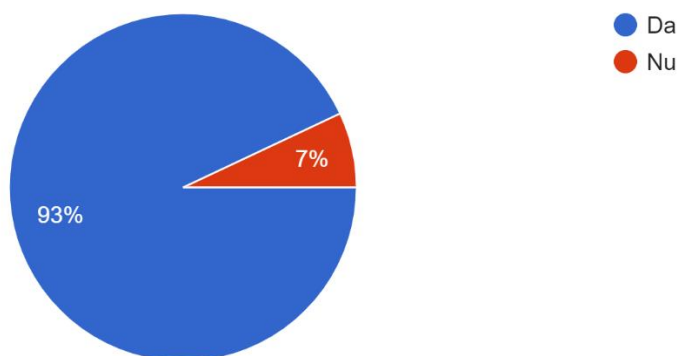


Figura 2.7.2 Diagrama răspunsurilor la întrebarea 2

În (Figura 2.7.3.), observăm statistica folosirii fiecărui tip de termometru prezentat în răspunsuri. Termometrele clasice sunt cele mai utilizate din cauza prețului ieftin si accesibilității, cauza care se confirma in răspunsurile următoare. Termometrele cu contact direct cum ar fi cele cu mercur sunt folosite in proporții de 70% din persoanele interievate. Termometrele cu infraroșu sunt folosite doar de 23% de persoane iar alți 7% folosind alte tehnologii. Putem concluziona ca Termometrele cu infraroșu nu sunt încă într-un uz atât de accesibil precum s-ar dori, cu toate că sunt un tip de termometre ușor de utilizat și sigure din punct de vedere al sănătății.

Care este metoda principală pe care o utilizați în prezent pentru a măsura temperatura?

100 responses

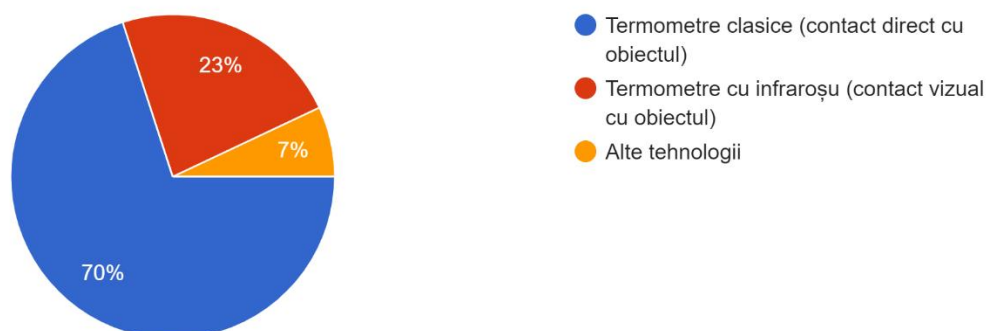


Figura 2.7.3. Diagrama răspunsurilor la întrebarea 3

Observăm în urma răspunsurilor din diagrama întrebării 4 (Figura 2.7.4.) ca majoritatea, adică 80% din intervievați consideră sistemul de termometrie la distanță ca ar aduce beneficii semnificative în ceea ce privește eficiența și ușurința măsurărilor de temperatură, 17% au răspuns că nu sunt siguri iar 3% au răspuns cu ”nu”. Putem concluziona că oamenii consideră ca un sistem de termometrie nou ar aduce beneficii.

Considerați că un sistem de termometrie la distanță ar aduce beneficii semnificative în ceea ce privește eficiența și ușurința măsurărilor de temperatură?

100 responses

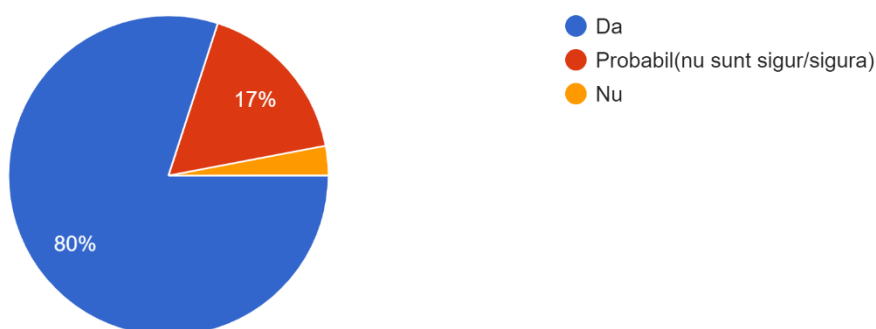


Figura 2.7.4. Diagrama răspunsurilor la întrebarea 4

La întrebarea numărul 5, persoanelor li s-au propus câteva îmbunătățiri posibile care ar putea fi adăugate la un termometru, și anume:

1. Monitorizarea temperaturii ambientale în timp real
2. Înregistrarea automată a datelor și generarea de rapoarte
3. Alarmer automate pentru temperaturi anormale
4. Capacitatea de a integra datele într-un sistem centralizat
5. Altele

Observăm în (Figura 2.7.5. ) ca varianta cea mai populară și dorită a fost introducerea alarmelor automate pentru temperaturi anormale și de a transmite datele prin Bluetooth. A doua cea mai dorită variantă este capacitatea de a integra datele într-un sistem centralizat – 23%,

alături de monitorizarea temperaturii ambientale care a acumulat tot 23% răspunsuri. Înregistrarea automată a datelor și generarea de rapoarte nu a fost printre funcțiile cele mai dorite, acumulând 21%.

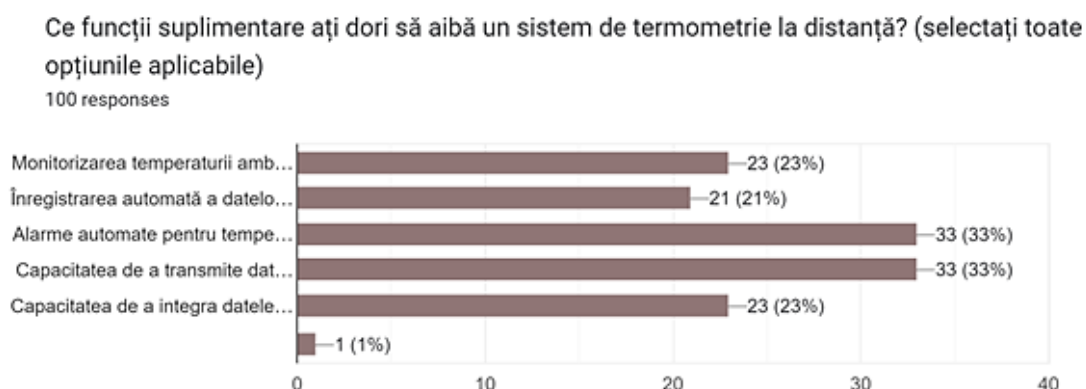


Figura 2.7.5. Diagrama răspunsurilor la întrebarea 5

Desigur că trebuie cercetat și cât de dispuși sunt oamenii pentru a investi într-un nou sistem de termometrie. În urma răspunsurilor a căror statistică le observăm în (Figura 2.7.6), concluzionăm că persoanele sunt interesate să investească într-un sistem de termometrie la distanță. Majoritatea, adică 57% au votat pentru o investiție moderată, adică nu sunt dispuși să plătească mult, însă se așteaptă la o sumă rezonabilă. 7% din intervievați au răspuns că ar investi o sumă semnificativă în acest sistem, asta însemnând o sumă un pic mai mare decât mediu, dar nu exagerată. Observăm că avem doar 1% care să se investească o sumă considerabilă, deci trebuie să se urmărească un cost cât mai redus. 26% au optat pentru o sumă mică și 9% nu ar fi dispuși să investească. În urma acestor răspunsuri putem concluziona că există o necesitate de un sistem fiabil, exact și de cost minim/moderat.

Cât de dispus/ați fi să investiți într-un sistem de termometrie la distanță?

100 responses

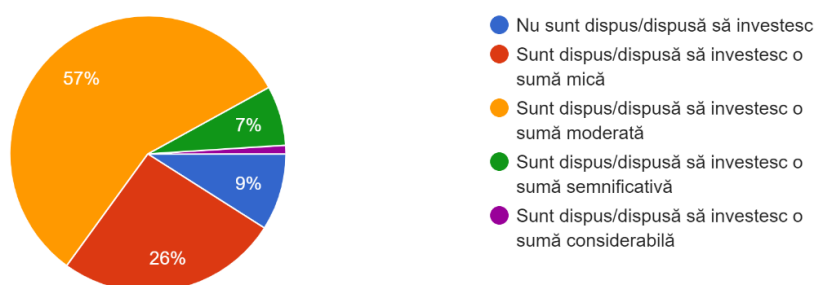


Figura 2.7.6. Diagrama răspunsurilor la întrebarea 6

În (Figura 2.7.7.) observăm statistica ultimei întrebări. În urma întrebării dacă considera sistemele de termometrie la distanță deja existente, scumpe, intervievații au răspuns majoritatea că sunt scumpe, 52%, și 32% au răspuns că nu cunosc dacă sunt sau nu scumpe, iar 16% au considerat că nu sunt scumpe. Aceste date ne comunică faptul că un procentaj mare dintre oameni nu s-au informat în legătură cu prețul altor sisteme de termometrie în afară de cel pe care îl folosesc, ceea ce ar însemna că ar fi nevoie și de o reclamă bună a produsului. 16

persoane din 100 consideră că acest tip de sistem este scump, luând în considerare că doar acești 16 ar fi real interesați de un produs de termometrie existent, este o piață destul de îngustă de persoane. De aceea se propune proiectarea unui produs de cost minim.

Considerati ca sistemele de termometrie la distanta sunt scumpe?  
100 responses

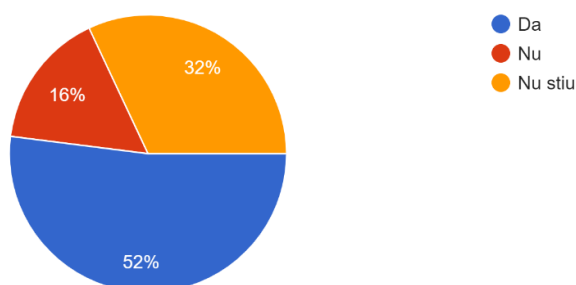


Figura 2.7.7. Diagrama răspunsurilor la întrebarea 7

În urma acestui sondaj putem concluziona faptul că sistemul gândit spre implementare este necesar și are o necesitate și cerere pe piața destul de mare, întrucât majoritatea răspunsurilor au fost pentru un sistem nou, zicând că ar aduce beneficii semnificative în ceea ce privește eficiența și ușurința măsurărilor de temperatură. Se propune implementarea unui sistem de termometrie la distanță de cost minim/mediu care să conțină alarme automate pentru temperaturi anormale, cu transmitere de date pe Bluetooth și monitorizarea temperaturii ambientale.

## 2.4 Stabilirea cerințelor funcționale și nefuncționale ale sistemului

În urma analizei sistemelor similare și studiului părerii a 100 de persoane au fost identificate funcționalitățile ce vor fi implementate în sistemul de termometrie propus spre proiectare. Acestea sunt funcționalitățile selectate spre a se implementa în cadrul sistemului nou de termometrie din cadrul acestui proiect de diplomă:

1. Folosirea tehnologiei IR pentru detecția temperaturii.
2. Reprezentarea datelor pe ecran.
3. Identificarea persoanelor cu ajutorul senzorului de obstacole.
4. Transmiterea datelor prin Bluetooth.
5. Activarea alarmei în cazul în care este depășită valoarea normală.
6. Afișarea zilei și orei efectuării măsurării cu ajutorul unui modul RTC.

### 2.4.1 Folosirea tehnologiei IR pentru detecția temperaturii.

În urma analizei avantajelor și dezavantajelor a diferitor sisteme de termometrie s-a concluzionat că termometrele cu infraroșu sunt cele mai potrivite pentru un sistem nou și confortabil, deoarece oferă siguranță pentru sănătate fiind fără contact direct, oferă confort și simplitate în utilizare, nu necesită utilizarea mai multor dispozitive pentru diferite zone ale corpului și poate fi folosit pentru orice zonă corporală.



Această tehnologie este o combinație de optică și senzori specializați pentru a captura și măsura radiația IR. Aceasta fiind apoi convertită într-un semnal electric, care este apoi procesat și inclus în determinarea temperaturii obiectului procesat.

Tehnologia cu IR oferă precizie și consistență la măsurări cu o calibrare corectă. Calibrarea se face cu ajutorul unei valori referință a temperaturii, astfel încât să se asigure că măsurările sunt corecte.

Limitările care ar putea fi întâlnite sunt factorii de mediu care pot interfera cu citirile senzorilor (fumul, aburul, etc) sau diferite suprafețe reflectante. Este important a se lua în considerare aceste aspecte pentru a obține măsurări precise.

Această funcționalitate se preconizează a fi implementată cu ajutorul senzorului de temperatură MLX90614.

#### **2.4.2 Reprezentarea datelor pe ecran.**

Funcționalitatea de reprezentare a datelor pe un ecran constă în transmiterea și afișarea informațiilor pe un ecran de tip OLED compatibil cu ARDUINO pentru a putea vizualiza ușor informațiile despre temperatura măsurată.

Configurarea ecranului OLED este necesară pentru utilizarea acestuia cu o plăcuță ARDUINO. Pentru configurare este necesară stabilirea unei conexiuni între plăcuța ARDUINO și ecranul OLED utilizând interfața corespunzătoare, în cazul dat I2C. Este necesară librăria aferentă ecranului OLED și o conectare corespunzătoare la pinii plăcuței ARDUINO.

Este necesară inițializarea ecranului OLED pentru o funcționare corespunzătoare, pentru aceasta în codul sursă trebuie specificate dimensiunile și setările opțiunilor suplimentare pentru ecranul OLED, cum ar fi contrastul sau luminozitatea. Acest lucru este posibil prin apelarea funcțiilor corespunzătoare din librăria ecranului OLED.

Afișarea datelor va fi efectuată prin utilizarea funcțiilor disponibile în librăria ecranului. Actualizarea datelor se poate face prin apelarea funcțiilor de actualizare în cod, în cazul în care pe ecran se schimbă informația în timp real și trebuie actualizată periodic pentru afișarea valorilor corecte.

#### **2.4.3 Identificarea persoanelor cu ajutorul senzorului de obstacole.**

Funcționalitatea de identificare a persoanelor cu ajutorul senzorului de obstacole constă în detectarea și recunoașterea prezentei persoanelor într-o anumită zonă, la o anumită distanță utilizând un senzor de obstacole cu infraroșu.

Configurarea senzorului de obstacole este necesară pentru utilizarea acestuia în cadrul proiectului și se realizează configurând conexiunea între senzor și platforma ARDUINO, asigurând o conectare corectă azi senzorului de obstacole la pinii plăcuței și instalând librăriile necesare în codul sursă.

Calibrarea senzorului este recomandată de a fi făcută înainte de utilizare, pentru a asigura o funcționalitate corespunzătoare. Calibrarea implică setarea pragurilor de sensibilitate și ajustarea distanței de detecție a senzorului în funcție de cerințele proiectului.

Detectarea prezenței persoanei se face cu ajutorul senzorului de obstacole care emite semnale de undă și detectează reflectarea sau absorbția acestora de către obiectele sau persoanele din zona studiată. Această funcționalitate permite sistemului monitorizarea și recunoașterea prezenței persoanelor într-o zonă specifică.

#### **2.4.4 Transmiterea datelor pe un card SD.**

Funcționalitatea de transmitere a datelor pe un card SD implică transferul informațiilor de temperatură măsurate de senzor către un dispozitiv, de exemplu telefonul prin scrierea și citirea datelor cu ajutorul cardului micro SD care poate fi introdus atât în telefon cât și în sistemul de termometrie.

Conectarea cardului SD la sistemul de termometrie va fi făcută prin intermediul unui modul SD care va comunica cu plăcuța ARDUINO. Inițializarea comunicării SD se face în codul sursă al dispozitivului de măsurare a temperaturii utilizând funcția `SD.begin()`.

Transmiterea datelor către dispozitivul receptor se face după ce senzorul de temperatură a măsurat valorile temperaturi corpului. Aceste date sunt transmise prin cardul microSD către dispozitivul receptor, scoțând cardul din sistemul de termometrie și introducându-l în dispozitivul receptor. Această funcționalitate permite utilizatorului să primească și să vizualizeze datele despre temperatură pe orice dispozitiv care dispune de o intrare SD, manipulându-le în modurile dorite.

#### **2.4.5 Activarea alarmelor.**

Funcționalitatea de activare a alarmei se va folosi în cazul în care este depășită valoarea normală de temperatură a omului. Această valoare este limita superioară pentru temperatura care se dorește a fi monitorizată. Fiind o valoare critică, apare necesitatea de avertizare a utilizatorului, pornind astfel alarma cu ajutorul difuzoarelor.

Monitorizarea valorii temperaturii va fi efectuată utilizând senzorul termic și algoritmul de măsurare a temperaturii implementată în proiect. Această valoare va fi comparată cu valoarea normală sau limita superioară setată. În cazul în care temperatura este mai mare decât această valoare înseamnă că a fost depășită valoarea normală și trebuie pornită alarma.

Activarea alarmei va fi realizată prin declanșarea unui semnal sonor disponibil într-un document de pe cardul micro-SD și afișarea unui mesaj pe ecranul OLED.

#### **2.4.6 Afișarea zilei și orei efectuării măsurării cu ajutorul unui modul RTC.**

Funcționalitatea de afișare a zilei și orei efectuării măsurării este utilă și necesară pentru înregistrarea precisă a datelor și monitorizare temporală a măsurărilor efectuate.

Conectarea modulului RTC se efectuează prin conexiunile necesare cu pinii plăcuței ARDUINO și instalarea bibliotecii corespunzătoare. În codul sursă este necesară inițializarea modulului RTC prin apelarea funcțiilor din biblioteca instalată. Această bibliotecă include setarea datei și orei curente precum și alte opțiuni disponibile cum ar fi formatul afișării timpului.

Data și ora curentă va fi citită de la modul RTC și afișate pe ecranul OLED, utilizând funcțiile disponibile în bibliotecile aferente dispozitivelor.

### 3 STADIUL ACTUAL ÎN DOMENIUL TERMOMETRIEI ȘI SELECTAREA SOLUȚIEI TEHNICE

#### 3.1 Stadiul actual al tehnologiilor utilizate pentru dezvoltarea soluției

În domeniul termometriei există mai multe tehnologii pentru dezvoltarea sistemelor cu infraroșu: tehnologii termopile, bolometrice, bazate pe camere termice, bazate pe termocupluri, bazate pe semiconductori, bazate pe fibre optice.

Pentru acest proiect se va folosi tehnologia termopilă, cu toate că este printre cele mai vechi metode de detecție a razelor IR, este cea mai potrivită pentru un sistem de termometrie, deoarece este mult mai ieftin și sigur un senzor de temperatura bazat pe această tehnologie.

Tehnologia termopilă este o tehnologie utilizată în sistemele de măsurare a temperaturii cu infraroșu. Aceasta tehnologie are la baza principiul efectului termoelectric. Acest principiu se bazează pe generarea diferenței de tensiune într-un circuit electric în momentul în care se observă o diferență de temperatură între două puncte (Figura 3.1). Senzorii de radiații termice care se bazează pe această tehnologie sunt eficienți datorită a două trepte de transducție. Prima treaptă fiind transducția de la puterea radiației incidente la schimbarea temperaturii. A doua treaptă este de la schimbarea temperaturii la semnalul electric de ieșire. [14]

O termopilă este un dispozitiv care este compus din joncțiuni termoelectrice conectate între ele. Acestea sunt utilizate pentru măsurarea și generarea unei tensiuni termoelectrice în funcție de temperatură. Joncțiunile din termopilă pot fi aranjate atât în serie cât și în paralel. [15]

Tehnologia termopilă utilizează termocupluri de radiație. Acestea se bazează pe efectul Seebeck. Acest efect folosește la generarea semnalului. Dispozitivul de termopilă constă din 2 joncțiuni din două materiale diferite definite ca joncțiuni calde și reci. Termopilele au un răspuns mai mic comparativ cu alți detectori de temperatură cum ar fi bolometrele sau piroelectricele. Termopilele sunt favorizate în detrimentul bolometrelor pentru că nu necesită o temperatură de stabilizare. [14]

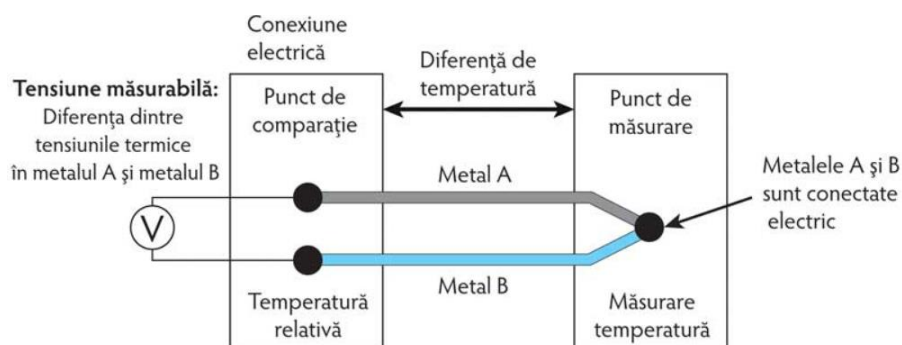


Figura 3.1. Modul de funcționare a unui termoelement<sup>16</sup>

<sup>16</sup> © <https://electronica-azi.ro/detectie-bazata-pe-temperatura-senzori-cu-matrice-de-termopile-ir-mems/>

Efectul Seebeck este un efect termoelectric. Acesta face parte din cele 3 efecte termoelectrice existente care apar în conductoare care sunt străbătute de un curent electric în prezența unui gradient de temperatură. Cele 3 efecte termoelectrice sunt: Seebeck, Thomson și Peltier. Efectul Seebeck apare în urma unei tensiuni termoelectrice în conductoare care au o natură diferită una față de cealaltă și care au suduri la temperaturi diferite. [16]

Avantajul tehnologiei cu termopile este faptul că nu este necesar un contact fizic cu obiectul, astfel permițând măsurarea temperaturii fără o afectare a stării obiectului. Termopilele sunt sensibile la schimbările de temperatură și pot măsura o gamă largă de temperaturi ceea ce reprezintă un avantaj important pentru sistemul de termometrie.

Limitarea acestei tehnologii consta în faptul că precizia măsurătorilor poate să fie afectată de către variațiile de temperatura ambientală sau de influența unor surse de căldură apropiate. Termopilele pot da dovadă de o precizie mai scăzută în timpul măsurărilor temperaturilor mai scăzute și poate fi necesară o calibrare periodică pentru asigurarea unei acuratețe fundamentale a rezultatelor.

### 3.1.1 Utilizarea tehnologiei termopile

Această tehnologie are un domeniu vast de utilizare fiind implicată în măsurarea temperaturii și detectarea radiației termice.

Prima aplicație acestei tehnologii este termometria medicală. Senzorii bazați pe această tehnologie se folosesc pentru măsurarea temperaturii corpului uman (Figura 3.1.1). Aceștia pot fi implementați în termometrele auriculare și termometrele pentru frunte sau buze deoarece oferă o măsurare rapidă și fără contact a temperaturii.



Figura 3.1.1. Senzor MLX pentru detecția temperaturii umane<sup>17</sup>

A doua aplicație a acestei tehnologii este domeniul industrial. În industrie această tehnologie este folosită pentru monitorizarea și controlul temperaturii la diferite procese industriale. Senzorii în acest caz pot fi integrați în echipamente de control termic destinate cuptoarelor (Figura 3.1.2), motoarelor sau mașinilor de prelucrare.

---

<sup>17</sup> © <https://my.cytron.io/c-sensor/p-mlx90614-non-contact-infrared-temperature-sensor>



Figura 3.1.2. Senzor pentru cuptoare industriale<sup>18</sup>

A treia aplicație a acestei tehnologii este termometria fără contact. Aceasta este utilizată pentru dispozitivele predestinate pentru măsurarea temperaturii diferitor suprafețe ale obiectelor fără a fi necesar un contact fizic direct. Utilitatea acestora se face simțită în aplicații de măsurare a temperaturii în industria alimentară, de exemplu pentru verificarea temperaturii diferitor produse alimentare (Figura 3.1.3).



Figura 3.1.3. Dispozitiv de detecție a temperaturii alimentelor<sup>19</sup>

A 4-a aplicație a acestei tehnologii este termometria în domeniul optic. În acest domeniu se folosesc diferiți senzori pentru detecția temperaturii lentilelor optice (Figura 3.1.4) sau pentru oglinzile optice.

---

<sup>18</sup> © <https://www.manualslib.com/manual/114806/Omega-Engineering-Omegascopes-Os523e.html>

<sup>19</sup> © <https://www.amazon.com/Etekcity-Lasergrip-Thermometer-Temperature-Non-contact/dp/B00DMI62HM>



Figura 3.1.4. Senzor de temperatura pentru lentile optice<sup>20</sup>

A 5-a aplicație aceste tehnologii este energie termoelectrică. Aici se folosesc senzori termoelectrice pentru a genera energie termoelectrică sau pentru a alimenta dispozitive mici(Figura 3.1.5).



Figura 3.1.5. Senzor de temperatura pentru controlul radiatoarelor <sup>21</sup>

### 3.2 Prezentarea tehnologiei alese

Am ales tehnologia termopilă de detectare a temperaturii cu infraroșu deoarece această tehnologie are o sensibilitate crescută la temperatură, are un răspuns rapid la schimbările de temperatură, este o tehnologie fără contact, sistemele termopile sunt construite pentru a fi durabile și robuste și pot fi adaptate pentru o varietate de aplicații și industrii având un consum redus de energie.

Procesul de detectare a temperaturii la distanță cu ajutorul tehnologiei bazate pe infraroșu este unul foarte ușor și comod după cum se poate observa în (Figura3.2.1).

---

<sup>20</sup> © [https://www.thorlabs.com/NewGroupPage9\\_PF.cfm?ObjectGroup\\_ID=3333](https://www.thorlabs.com/NewGroupPage9_PF.cfm?ObjectGroup_ID=3333)

<sup>21</sup> © <https://omnilan.eu/shop/product/micropelt-enocean-valve-actuator-mva-003e-944>

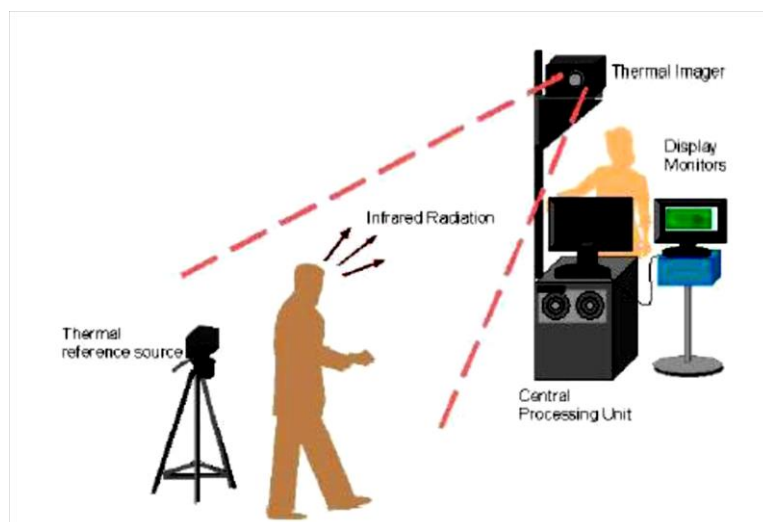


Figura 3.2.1. Configurarea sistemului de depistare a febrei cu infraroșu<sup>22</sup>

În tabelul 3.2 pot fi urmărite avantajele și dezavantajele alegerii tehnologiei termopile pentru sistemul de termometrie cu infraroșu.

Tabelul 3.2. Avantaje și dezavantaje ale tehnologiei alese

<b>Tehnologia termopilă pentru sistem de termometrie cu IR</b>	
<b>Avantaje</b>	<b>Dezavantaje</b>
Sensibilitate la temperatură	Precizie limitată în temperaturi extreme
Răspuns rapid	Sensibilitate la temperatura ambientală de referință
Non-invaziv (fără contact)	Limitare în măsurarea obiectelor mici sau îndepărtate
Durabilitate	
Cost redus la senzori	
Versatilitate	
Consum redus de energie	

<sup>22</sup> © <https://privacyinternational.org/explainer/4111/infrared-temperature-screening>

## 4 DEZVOLTAREA SISTEMULUI

Există mai multe tipuri de termometrie fără contact disponibile, dar a fost propus spre realizare un sistem nou, ieftin și ușor de utilizat. Dispozitivul dat va fi conceput pentru a fi amplasat la intrările principale în însuții și departamente, și pentru măsurarea temperaturii oamenilor, ca în rezultat să afișeze datele pe ecran.

### 4.1 Arhitectura aplicației

Dispozitivul este conceput pentru a fi ușor în utilizare și pentru a efectua citiri de temperatură fără a fi nevoie de intervenția umană. Utilizatorul trebuie doar să treacă pe lângă contorul dispozitivului prototip la o distanță de 5 cm până la 2 m; semnalul infraroșu (IR) emis de termometru ajută instrumentul să înceapă operația de măsurare a temperaturii.

Termometrul măsoară radiația termică emisă de obiectul către care este îndreptat și afișează citirea temperaturii pe ecranul OLED. În funcție de temperatura măsurată, dispozitivul fie permite utilizatorului să intre (dacă temperatura este acceptabilă), fie reda un sunet de alerta, după care va fi respins. Instrucțiunile de funcționare sunt prezentate în diagrama flux (Figura 4.1).

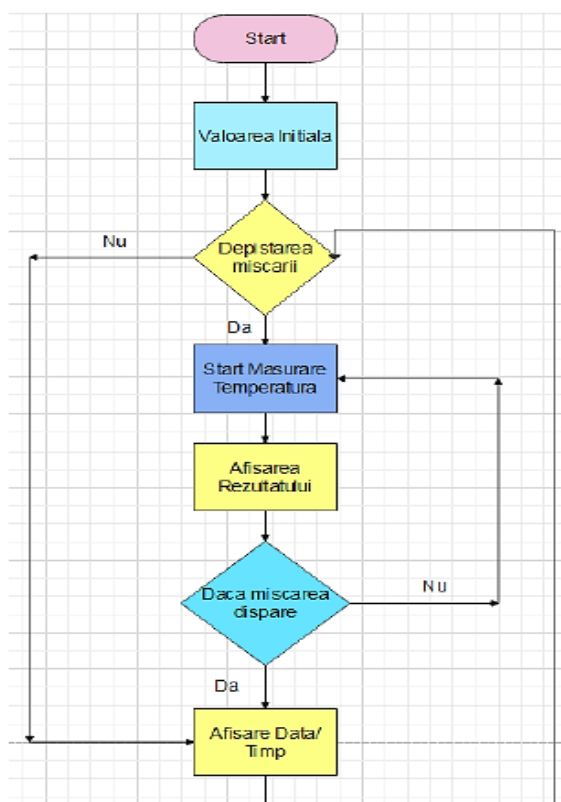


Figura 4.1. Diagrama flux al sistemului de termometrie

#### 4.1.1 Selectarea componentelor sistemului

Pentru detectarea temperaturii este nevoie de un senzor cu infraroșu, pe piață există câteva modele de senzori care ar putea fi folosiți: MLX90614, AMG8833, TMP006, TMP102, MAX6675. Se alege senzorul MLX90614 pentru dezvoltarea sistemului, deoarece spre deosebire de celelalte modele, are un preț mai mic și nu este necesară măsurarea temperaturilor



extreme pentru care se folosește modelul MAX6675 folosit pentru temperaturile din cuptoare sau sisteme de incubație.

Pentru detectarea obstacolelor, se folosește un senzor de obstacole. Există câteva modele de senzori pentru obstacole pe piață cum ar fi cele cu infraroșu, cu ultrasunete, cu laser sau cu senzori de presiune. Pentru acest proiect se alege senzorul de obstacole cu infraroșu, deoarece are un preț mai mic și poate fi integrat cu un senzor de temperatura pentru a măsura temperatura de la distanță.

Pentru afișarea rezultatelor se va folosi un ecran. Există mai multe modele și posibilități de alegere a unui ecran compatibil cu ARDUINO: Ecran LCD, OLED, TFT, LCD tactil. Se alege folosirea unui ecran OLED pentru implementarea sistemului, deoarece este mai ieftin și are dimensiuni medii spre deosebire de LCD tactil care are un preț mai mare sau LCD16x2 care are doar 2 linii.

Pentru reglarea sunetului, se folosește un modul de amplificator cu potențiometru. S-a ales modelul GF1002 din considerente financiare și faptul că este potrivit pentru sistem.

Pentru ceas în timp real se folosește un modul RTC DS1302 deoarece este cel mai simplu modul și respectiv cel mai ieftin. Celelalte module, cum ar fi DS3231 sau PCF8563 au funcționalități suplimentare ceea ce include și cost mai mare.

Pentru stocarea datelor se va folosi un modul SD, cel mai simplu modul, astfel încât costul sistemului să fie minim.

## **4.2 Conectarea componentelor**

### **4.2.1 Unitate ARDUINO MEGA**

ARDUINO MEGA (Figura 2.2.) reprezintă o plăcuță (microcontroler) care are la baza sa arhitectura ATmega2560. Acest microcontroler are 54 pini pentru intrare și ieșire digitală și 16 intrări analogice.

Pentru acest proiect se poate folosi orice placă ARDUINO. Am avut de ales între ARDUINO Mega și ARDUINO UNO, ARDUINO Mega are mai multe intrări și o memorie de procesare mai mare, 256KB, de aceea a fost ales acest model. ARDUINO MEGA se potrivește perfect pentru parametrii acestui proiect și are un preț rezonabil. [17]

ARDUINO MEGA conține tot ce este necesar pentru acest proiect de diplomă. Pentru funcționare, pur și simplu trebuie să fie conectat la un dispozitiv cu sursă de alimentare, cum ar fi PC-ul, cu un cablu USB sau alimentat cu o sursă de alimentare sau baterie adaptată DC.

În Figura 4.2.1. pot fi observați toate componentele ARDUINO inclusiv pinii și semnificațiile acestora.

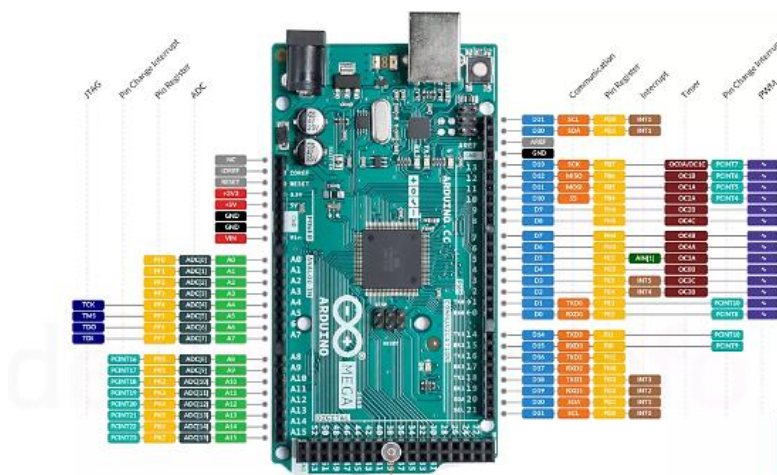


Figura 4.2.1. ARDUINO MEGA<sup>23</sup>

#### 4.2.2 Display OLED 0.96'' I2C IIC Albastru

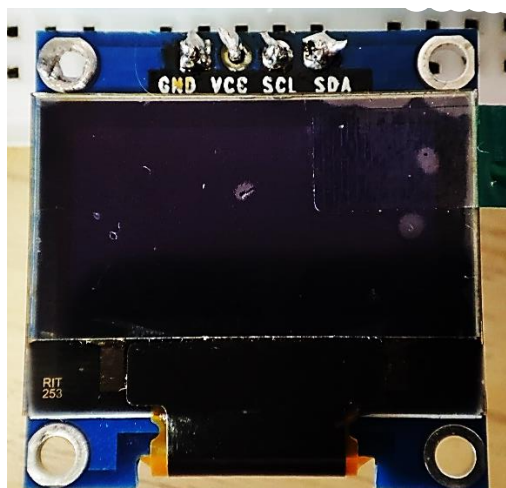


Figura 4.2.2. Display OLED

Acest Display este un ecran mic, compatibil cu ARDUINO. El este potrivit pentru proiecte de dimensiuni mici având interfața de comunicație I2C și IIC care poate fi ușor configurată pe ARDUINO. Rezoluția acestui ecran este de 128x64 cu un unghi vizual de 160 grade, tensiunea de alimentare fiind între 3V si 5V, se alege de obicei 5V pentru o luminozitate mai mare a ecranului, desigur dacă specificația dispozitivului permite. Este un ecran mic, având dimensiunile de 29x27.5x4.3 mm, însă se pot reprezenta pe el cu ușurință datele necesare. Are patru pini care pot fi observați în (Figura 4.2.2), care vor fi conectați la plăcuța ARDUINO cu ajutorul firelor, vezi (Figura 4.2.3): GND va fi conectat la pinul GROUND al plăcuței ARDUINO, VCC la pinul 5 V sau la cel de 3V al microcontrolerului, iar pinii SCL și SDA la intrări analogice sau în porturile SCL și respectiv SDA a plăcuței ARDUINO.

<sup>23</sup> © <https://devboards.info/boards/arduino-mega2560-rev3>

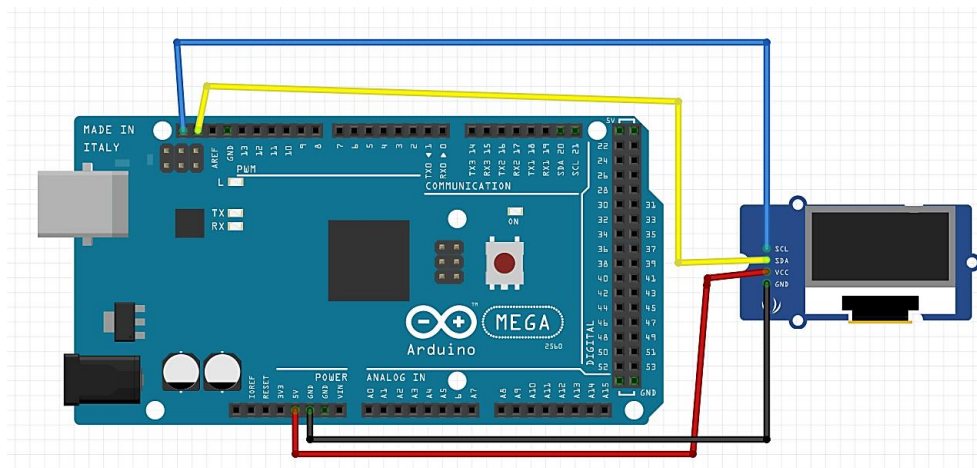


Figura 4.2.3. Conectarea la ARDUINO a ecranului (Fritzing)

Conectând Display-ul OLED la plăcuța ARDUINO, trebuie verificată conexiunea și funcționalitatea ecranului. Am verificat ecranul OLED. În urma încărcării codului pe placa ARDUINO (Figura 4.2.4.) am observat ca ecranul funcționează corect și poate fi folosit în acest proiect.

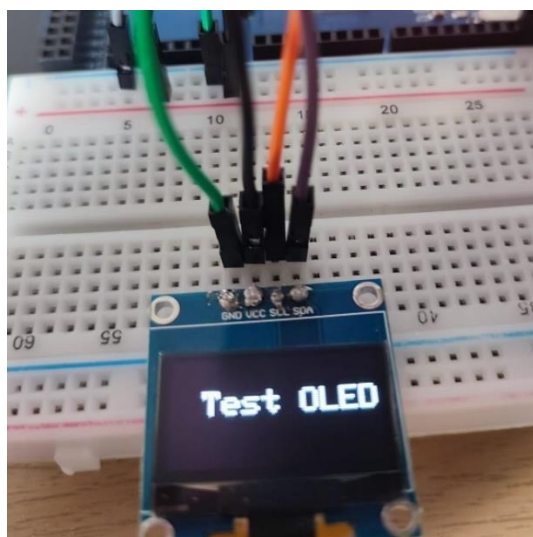


Figura 4.2.4. Testare Display OLED

### 4.2.3 Senzor IR/modul TCRT5000L

Acest senzor este un senzor cu reflexie infraroșu utilizat pentru detectarea obstacolelor sau mișcarea unor obiecte. Este des folosit pentru roboței, pentru a evita obstacolele. Acest senzor transmite un fascicul infraroșu cu ajutorul unui LED IR (ledul alb de pe modul) și apoi măsoară reflexia acestuia prin captarea reflexiei cu ajutorul foto-diodei (ledul negru de pe modul) , aceste componente pot fi observate în (Figura 4.2.5).

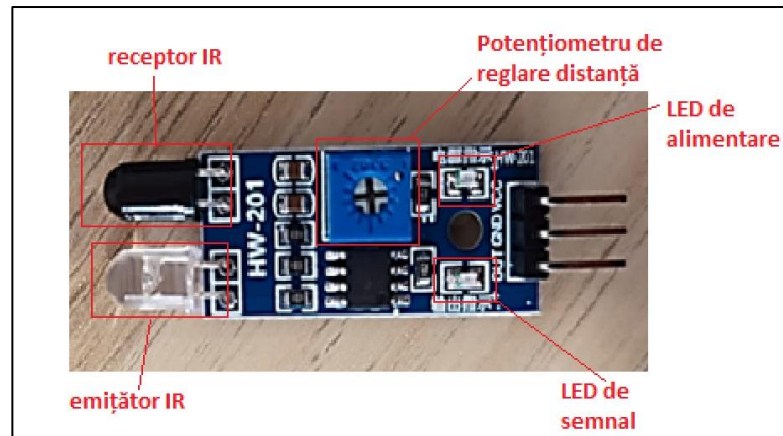


Figura 4.2.5. Senzor IR/modul TCRT5000L

Conectând senzorul IR la placa ARDUINO (Figura 4.2.7) se observă reacția senzorului (pe ecranul PC-ului) la prezența (Figura 4.2.6 b) și absența obstacolului (deget) (Figura 4.2.6 a). Se observă de asemenea și intensitatea ledului de semnal care comunică prezența obstacolului. Intensitatea acestui led crește o dată cu micșorarea distanței dintre senzor și obstacol.

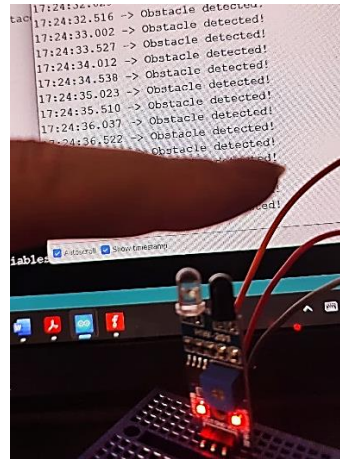
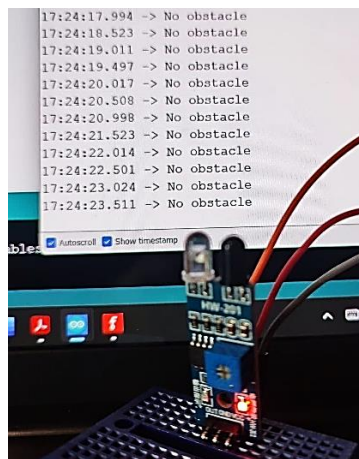


Figura 4.2.6. a Test Senzor (fără obstacol)      Figura 4.2.6. b Test Senzor IR(cu obstacol)

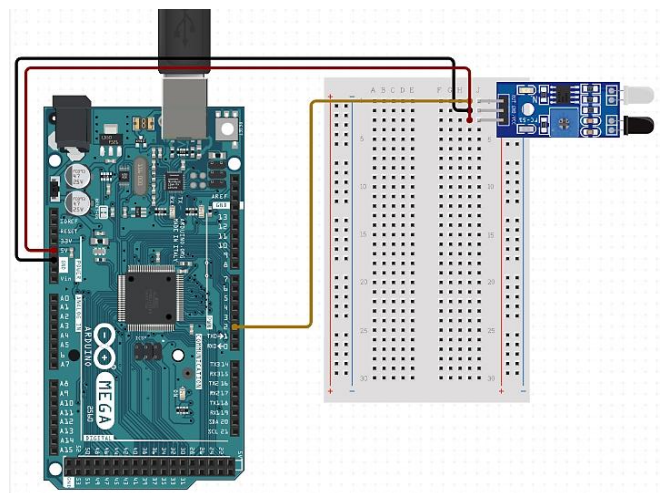


Figura 4.2.7. Conectarea cu ARDUINO a senzorului de obstacol

#### 4.2.4 Senzor cu infraroșu MLX90614

MLX90614 este un termometru cu infraroșu utilizat pentru măsurarea temperaturii fără contact. MLX90614 include un amplificator încorporat cu zgomot redus, ADC pe 17 biți și un modul DSP puternic, care îi permit să atingă precizie și acuratețe ridicate. Principalele avantaje ale acestui senzor sunt dimensiunea sa mică, costul redus și ușurința integrării. Intervalul său de temperatură se întinde între 40 C–125 C pentru temperatura senzorului și 70 C–380 C pentru obiect (Figura 4.2.8):



Figura 4.2.8 Senzor de măsurare a temperaturii MLX90614

Conectarea acestui senzor la placa ARDUINO MEGA poate fi urmărită în (Figura 4.2.9). Pinul Vin se conectează la 5V, GND se conectează la pinul GROUND al plăcuței ARDUINO. SCL și SDA se conectează fie la pinul SCL și SDA al plăcii respective fie la intrări analogice. În cadrul acestui proiect senzorul a fost conectat la intrările analogice A4 și A5.

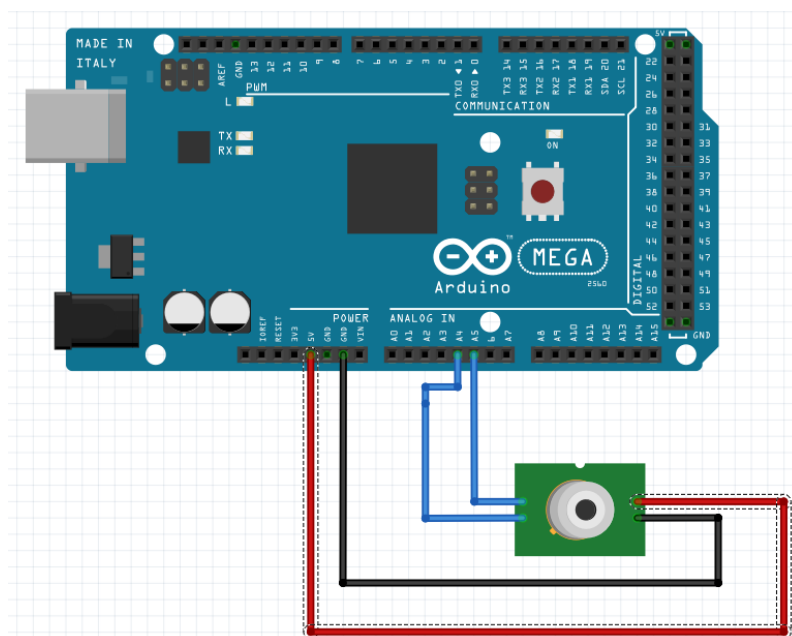


Figura 4.2.9. Conectare senzor MLX

Se testează funcționalitatea senzorului cu ajutorul codului specific. Se observă schimbul de temperatura în cazul apropierii obiectului de senzor (Figura 4.2.10). În cazul lipsei obiectului, temperatura este egală cu cea ambientală. (Figura 4.2.11)



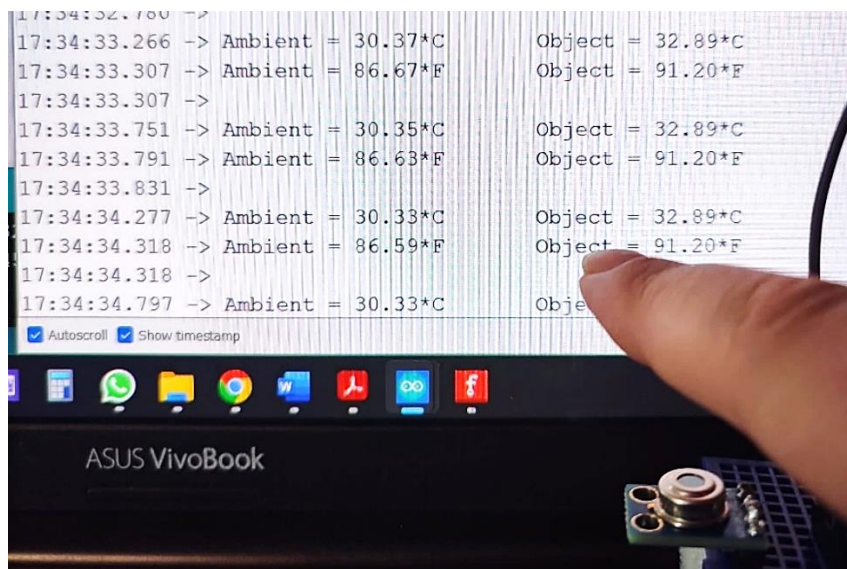


Figura 4.2.10. Testare senzor MLX cu obiect

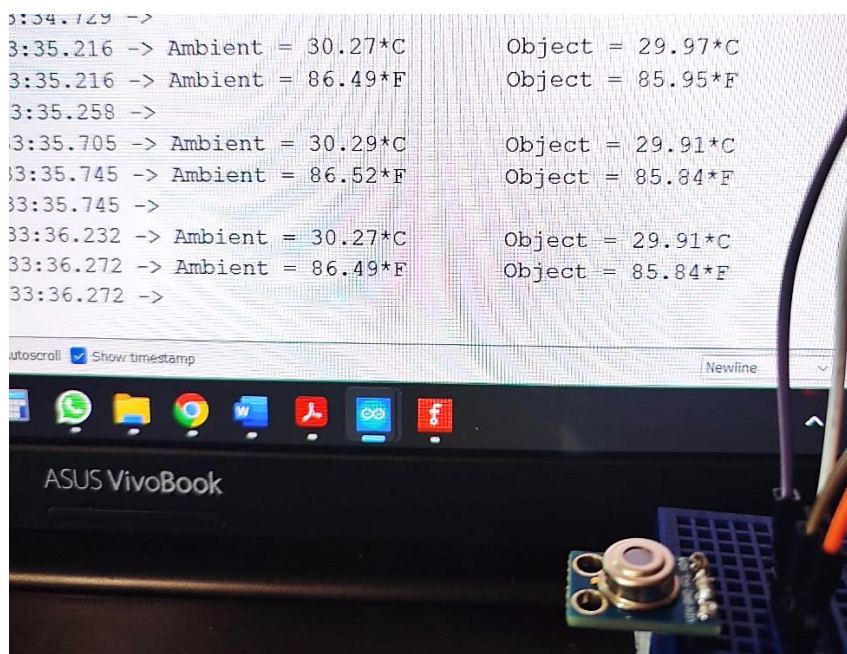


Figura 4.2.11. Testare senzor MLX fără obiect

#### 4.2.5 Modul de ceas în timp real

Modul ceas RTC DS1302, compatibil ARDUINO este un ceas în timp real cu cost redus, foarte precis, capabil să rețină ore, minute și secunde, precum și informații despre zi, lună și an. De asemenea, are un an bisect automat măsurat (cunoscut și ca an intercalar sau an bisextil), care echilibrează lunile de mai puțin de 31 de zile.

Modulul poate funcționa fie la 3,3 V, fie la 5 V, ceea ce îl face potrivit pentru multe dintre platformele sau microcontrolerele din producție. Bateria intrarea este de 3 V, iar modulul poate fi alimentat de o baterie standard CR2032 de 3 V pentru mai mult de un an. Modulul folosește Protocolul de comunicare I2C pentru a trimite date către placa ARDUINO (Figura 4.2.12):



Figura 4.2.12. Modul ceas RTC DS1302

Conectarea acestui modul la placa ARDUINO MEGA poate fi observată în (Figura 4.2.13). Pinul CLK va fi conectat la pinul digital 6, Data la pinul digital 7, iar RST la pinul digital 8.

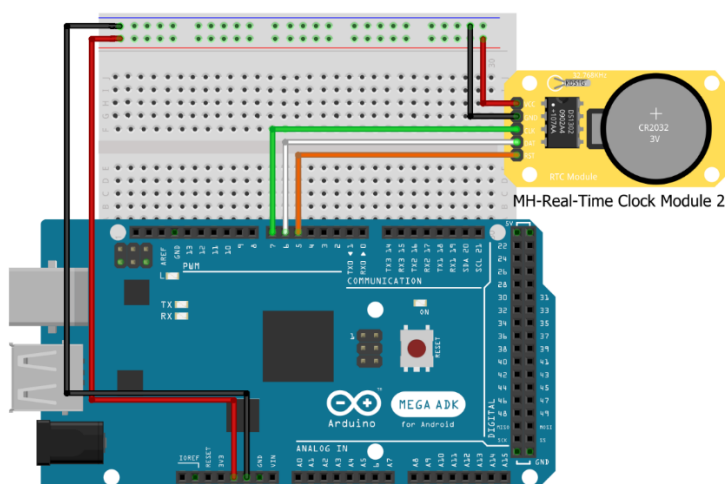


Figura 4.2.13. Conectare modul RTC

Testarea acestui modul poate fi vizualizată în (Figura 4.2.14). După încărcarea codului, am obținut timpul, însemnând că modulul funcționează, se poate observa timpul pe ecran.

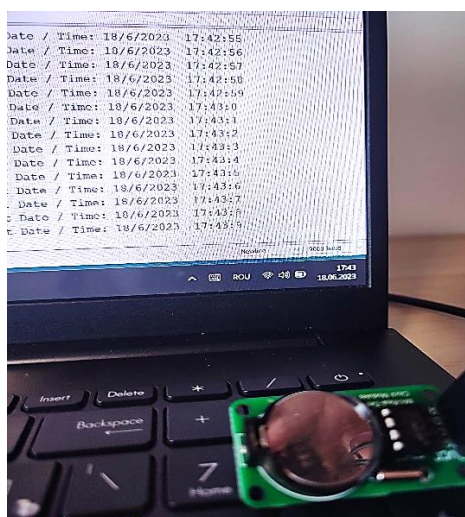


Figura 4.2.14. Testare modul RTC

#### 4.2.6 Placă de expansiune pentru stocare Micro SD

Stocarea datelor este una dintre cele mai importante părți ale oricărui proiect de acest tip. Acolo există mai multe modalități de stocare a datelor în funcție de tipul și dimensiunea acestora. Cardurile SD și micro-SD sunt unele dintre cele mai practice tipuri de dispozitive de stocare și sunt utilizate în dispozitive precum telefoane mobile, computere mici și microcontrolere (Figura 4.2.15):

Conectarea poate fi observată mai jos în Figura 4.2.16, iar testarea acestui component se face încărcând codul 6 din anexe pe plăcuța ARDUINO MEGA. Se observă crearea unui fișier text cum e să ajung corespunzător în interiorul fișierului. Acest fișier text poate fi transferat pe un alt dispozitiv față de sistemul de termometrie prin îndepărtarea cardului micro-SD din modulul SD și introducerea lui în dispozitivul dorit(calculator sau telefon).



Figura 4.2.15. Modul micro SD

Conectarea acestui modul este reprezentată în figura 4.2.16.

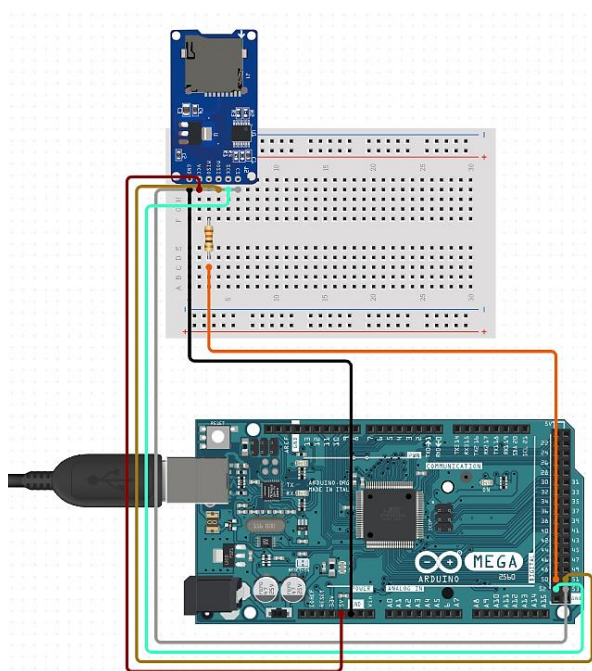


Figura 4.2.16. Conectare modul micro-SD



#### 4.2.7 Amplificator audio cu difuzor:

Amplificatorul audio GF1002 (Figura 4.2.17) este un modul de amplificator compact utilizat pentru amplificarea semnalului audio. Datorita potențiometrului integrat poate fi reglat volumul difuzoarelor.

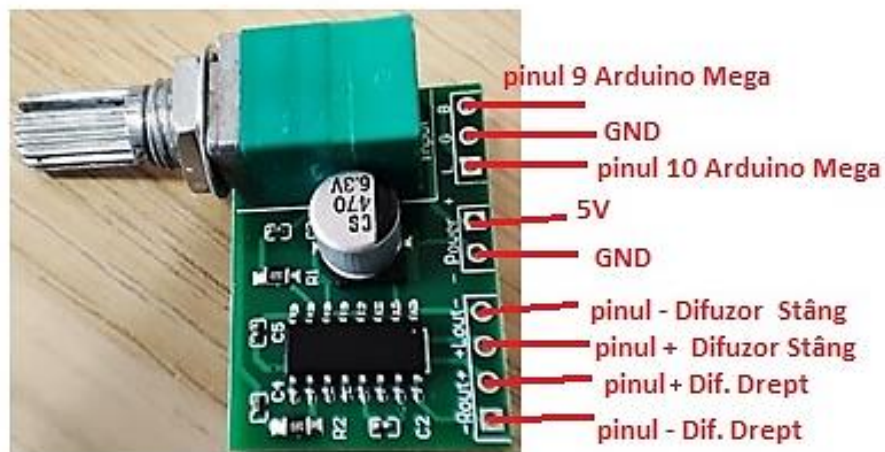


Figura 4.2.17. Amplificator audio GF1002

Se vor conecta doua difuzoare audio 36mm - 0.5W - 8ohm(Figura 4.2.18). Aceste difuzoare se utilizează în multe aplicații datorită faptului ca sunt de dimensiuni mici. Ele se folosesc la jucării, diferite difuzoare sau boxe mini, interfon și radio. Pinul pozitiv va fi conectat la un pin digital al plăcii, iar pinul negativ la GROUND. Codul de testare poate fi urmărit în anexe, cod 5.



Figura 4.2.18. Difuzor audio 8ohmi

### 4.3 Schema sistemului elaborat

Sistemul complet constă din următoarele șapte părți majore, toate fiind electronice cu sursă deschisă Figura 4.3 Toate componentele au fost configurate și unite prin cabluri cu plăcuța Arduino Mega.

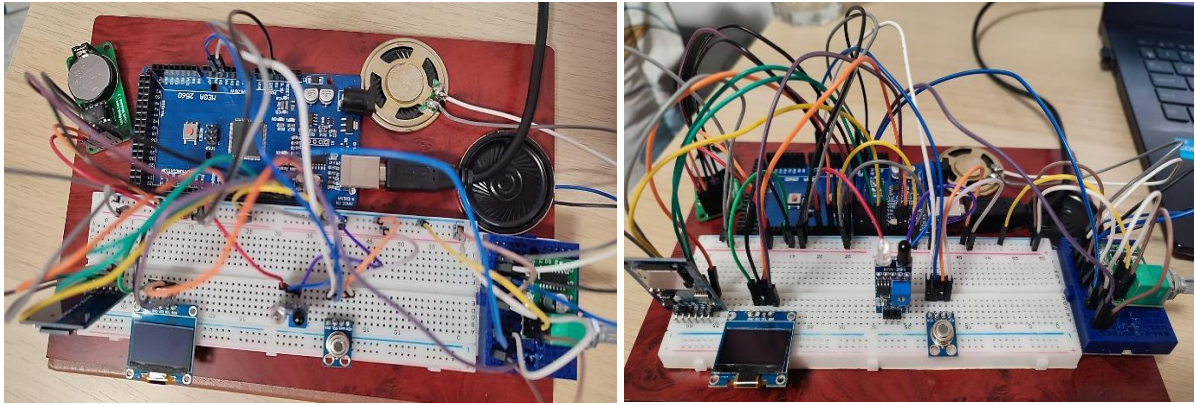


Figura 4.3. Sistem de termometrie la distanta

## 4.4 Configurarea sistemului

### 4.4.1 Configurarea display-ului OLED

```

1 #include <Wire.h>
2 #include <Adafruit_GFX.h>
3 #include <Adafruit_SSD1306.h>
4
5 #define SCREEN_WIDTH 128
6 #define SCREEN_HEIGHT 64
7
8 Adafruit_SSD1306 display(SCREEN_WIDTH, SCREEN_HEIGHT, &Wire, -1);
9
10 void setup() {
11     Serial.begin(9600);
12
13     // Inițializarea ecranului OLED
14     if (!display.begin(SSD1306_SWITCHCAPVCC, 0x3C)) {
15         Serial.println(F("Eroare la inițializarea ecranului OLED"));
16         while (true);
17     }
18
19     // Curățarea ecranului
20     display.clearDisplay();
21
22     // Afisarea unui mesaj de test
23     display.setTextSize(2);
24     display.setTextColor(SSD1306_WHITE);
25     display.setCursor(20, 20);
26     display.println("Test OLED");
27     display.display();
28 }
29
30 void loop() {
31     // Nimic de adăugat aici, se afișează mesajul în setup() și se oprește
32 }

```

Figura 4.4.1. Configurarea ecranului OLED

Pentru configurarea dispozitivului "Display OLED 0.96" I2C IIC Albastru" am folosit coduri din Figura 4.4.1. Acest dispozitiv folosește biblioteca Adafruit SSD1306. Acest cod setează ecranul, îl șterge și apoi prindează mesajul pe ecran.

Porțiunea ce conține `#include` se folosește pentru a importa bibliotecile necesare. În cazul acesta se importă bibliotecile Wire și Adafruit. Biblioteca Wire este folosită pentru comunicația I2C, biblioteca Adafruit\_GFX este folosită pentru funcțiile grafice a ecranului, iar biblioteca Adafruit\_SSD1306 este folosită pentru controlul displayului oled.

Porțiunea ce conține `#define` este folosită pentru definirea diferitor variabile sau parametrii. În acest cod se definesc lungimea și lățimea ecranului.

Pe linia 8 este definită crearea unui obiect display de tip Adafruit\_SSD1306 care are dimensiunile specificate la liniile 5 și 6 și are comunicația I2C cu ajutorul obiectului Wire. Parametrul -1 prezent în constructor este un pin opțional pentru controlul manual de reset a ecranului.

Între liniile 10 și 28 este prezentă funcția `setup()`. Aceasta este o funcție specifică programului Arduino IDE care rulează o singură dată și se folosește la inițializarea variabilelor sau componentelor.

Pe linia 11 este prezent un apel care inițializează comunicarea serială și specifică o viteză de 9600 de biți pe secundă. Datorită acestui apel este posibilă trimiterea mesajelor prin intermediul portului serial al mediului de dezvoltare arduino.

Între liniile 13 și 17 se inițializează ecranul oled prin apelul funcției din paranteza `if()`. Dacă inițializarea nu a reușit înseamnă că ecranul nu este conectat corect, nu este prezent sau nu răspunde. În acest caz se afișează un mesaj pe portul serial în care se comunică eroarea întâmpinată. Scrierea pe portul serial se face cu ajutorul funcției `Serial.println()`.

Pe linia 20 se curăță ecranul prin apelul `display.clearDisplay()`. Această funcție șterge orice conținut de pe ecran.

Între liniile 23 și 25 se setează mărimea textului la 2, se alege culoarea textului ca fiind albă, și se setează cursorul la poziția (20,20). Ca apoi pe linia 26 să se apeleze funcția de afișare a mesajului "test" pe ecranul oled.

#### **4.4.2 Configurarea senzorului IR**

Pentru configurarea senzorului IR Am folosit codul din figura 4.4.2. Acest cod este un exemplu de utilizare a senzorului de obstacole pentru a detecta prezența omului și pentru a afișa un mesaj corespunzător pe serială.

Pe linia unu se declară o constantă cu valoarea 2 care reprezintă numărul pinului digital al plăcii arduino la care este conectat acest senzor de obstacole.

Între liniile 3 și 6 este prezentă funcția `setup()` de inițializare în care se setează modul de comportament al pinului 2. Acest pin se setează ca fiind un pin de intrare pentru a permite citirea valorii de la senzor. De asemenea se inițializează comunicarea serială cu viteza 9600 biți pe secundă care ne va permite transmiterea mesajelor pe portul serial.

Între liniile 9 și 18 este prezentă funcția `loop()` care rulează în continuu. În această funcție se citește valoarea digitală de la senzor și se stochează în variabila `obstacleValue`. Pe linia 11 se face o verificare a acestei valori. Dacă valoarea este zero înseamnă că s-a detectat o noapte acolo astfel se va afișa un mesaj "obstacol detectat" prin apelul funcției `Serial.println()`. Dacă valoarea nu este zero înseamnă că nu s-a detectat nici un obstacol așa ca se va afișa un mesaj "nici un obstacol" pe monitorul serial.

```

1 const int sensorPin = 2; // Pinul digital la care este conectat senzorul de obstacol
2
3 void setup() {
4   pinMode(sensorPin, INPUT);
5   Serial.begin(9600); // Inițializarea comunicării seriale pentru afișarea rezultatelor
6 }
7
8 void loop() {
9   int obstacleValue = digitalRead(sensorPin); // Citirea valorii de la senzor
10
11   if (obstacleValue == 0) {
12     Serial.println("Obstacle detected!"); // Afișarea mesajului când este detectat un obstacol
13   } else {
14     Serial.println("No obstacle"); // Afișarea mesajului când nu este detectat niciun obstacol
15   }
16
17   delay(500); // O pauză între citiri
18 }

```

Figura 4.4.2. Configurarea senzorului IR

#### 4.4.3 Configurarea senzorului MLX

```

1 #include <Adafruit_MLX90614.h>
2
3 Adafruit_MLX90614 mlx = Adafruit_MLX90614();
4
5 void setup() {
6   Serial.begin(9600);
7   while (!Serial);
8
9   Serial.println("Adafruit MLX90614 test");
10
11   if (!mlx.begin()) {
12     Serial.println("Error connecting to MLX sensor. Check wiring.");
13     while (1);
14   };
15
16   Serial.print("Emissivity = "); Serial.println(mlx.readEmissivity());
17   Serial.println("=====");
18 }
19
20 void loop() {
21   Serial.print("Ambient = "); Serial.print(mlx.readAmbientTempC());
22   Serial.print("C\tObject = "); Serial.print(mlx.readObjectTempC()); Serial.println("C");
23   Serial.print("Ambient = "); Serial.print(mlx.readAmbientTempF());
24   Serial.print("F\tObject = "); Serial.print(mlx.readObjectTempF()); Serial.println("F");
25
26   Serial.println();
27   delay(500);
28 }

```

Figura 4.4.3. Configurarea senzorului MLX

Pentru configurarea senzorului MLX am folosit codul din figura 4.4.3. În acest cod este utilizată biblioteca specifică acestui senzor cu scopul citirii valorilor de temperatură și afișarea lor pe serială.

Pe linia 1 este inclusă biblioteca Adafruit\_MLX90614.h. Această bibliotecă oferă funcționalități pentru comunicarea cu senzorul MLX de detecție a temperaturii.

Pe linia 3 se declară un obiect mlx de tip Adafruit\_MLX90614 care urmează a fi utilizat pentru accesarea funcțiilor specifice senzorului de temperatură.

În funcția setup(), liniile 5 și 18, se inițializează comunicarea serială cu viteza 9600 biți pe secundă, Se așteaptă până când comunicarea este stabilită prin verificarea while(!Serial). Pe linia 9 este afișat un mesaj pe motorul serial în care se comunică începerea testării senzorului. Între liniile 11 și 14 se încearcă conectarea la senzor prin apelul mlx.begin(). Dacă nu se poate stabili o conexiune se afișează un mesaj de eroare prin intermediul seriale și se intră într-o buclă infinită while(1) pentru a opri programul. Dacă conexiunea a fost efectuată cu succes se afișează valoarea emisivității citite la senzor și se afișează pe monitorul serial.

În funcția loop() se citesc și se afișează valorile de temperatură. Pe liniile 21 și 23 se afișează temperatura ambientală în grade C și F. Pe liniile 22 și 24 se afișează temperatura obiectului în grade C și F. După afișarea valorilor se adaugă o pauză de 500 de milisecunde utilizând funcția delay(500) pentru a oferi senzorului un timp de măsurare.

#### 4.4.4 Configurarea modului RTC

```
1 #include <virtuabotixRTC.h>
2 // Creation of the Real Time Clock Object
3 virtuabotixRTC myRTC(6, 7, 8);
4
5 void setup() {
6   Serial.begin(9600);
7   // Set the current date, and time in the following format:
8   // seconds, minutes, hours, day of the week, day of the month, month, year
9   myRTC.setDS1302Time(00, 40, 17, 7, 18, 6, 2023);
10 }
11
12 void loop() {
13   // This allows for the update of variables for time or accessing the individual elements.
14   myRTC.updateTime();
15
16   // Start printing elements as individuals
17   Serial.print("Current Date / Time: ");
18   Serial.print(myRTC.dayofmonth);
19   Serial.print("/");
20   Serial.print(myRTC.month);
21   Serial.print("/");
22   Serial.print(myRTC.year);
23   Serial.print(" ");
24   Serial.print(myRTC.hours);
25   Serial.print(":");
26   Serial.print(myRTC.minutes);|
27   Serial.print(":");
28   Serial.println(myRTC.seconds);
29
30   // Delay so the program doesn't print non-stop
31   delay(1000);
32 }
```

Figura 4.4.4. Configurarea modului RTC

Codul din figura 4.4.4. reprezintă configurarea modului de ceas RTC. Acesta folosește o bibliotecă numită `virtuabotixRTC`. Această bibliotecă este folosită pentru crearea și accesarea ceasului în timp real.

În linia 1 se include biblioteca `virtuabotixRTC.h` specifică acestui modul RTC care va permite accesarea modului de ceas în timp real.

Pe linia 3 se creează un obiect `myRTC` de tip `virtuabotixRTC`. Constructorul acestui obiect primește 3 argumente. Acestea reprezintă pinii digitali folosiți pentru comunicația dintre placa Arduino și modulul RTC. Pinul 6 este pinul pentru ceas, pinul 7 este pinul pentru date chiar pinul 8 este pinul pentru chip enable.

În funcția `setup()` de pe liniile 5 și 10 se inițializează comunicarea serială pe linia 6. Pe linia 9 se setează data și ora curentă întrucât acest ceas nu are o conexiune la calculator sau internet pentru accesarea orei.

În funcția `loop()` de pe liniile 12 și 32 se afișează data și ora curentă prin intermediul comunicării seriale. Pe linia 14 se actualizează timpul în obiectul RTC. Prin apelul `myRTC.updateTime()` se actualizează valorile de timp. Prin apelul `myRTC.month` sau `myRTC.year` visează valorile individuale ale timpului care sunt mai apoi afișate pe serială utilizând funcția `Serial.print()`. După afișarea timpului se apelează o funcție de delay pentru ca programul să nu ruleze în continuu ci la fiecare secundă.

#### **4.4.5 Configurarea modului SD**

Codul din figura 4.4.5 reprezintă modul de configurare a modului SD. Cu ajutorul acestui cod este posibilă scrierea și citirea unui fișier pe cardul microSD utilizând o placă Arduino.

La începutul codului, liniile 1 și 2, se includ bibliotecile `SPI.h` și `SD.h`. Acestea se folosesc pentru comunicarea cu cardul SD și pentru manipularea fișierelor. Pe linia 3 se declară un obiect de tip `File` care se numește `myFile`. Acesta va fi utilizat pentru a reprezenta fișierul pe card.

În funcția `setup()` se inițializează comunicarea serială cu viteza de 9600 biți pe secundă și se așteaptă stabilirea comunicării seriale. Se afișează pe monitorul serial mesajul că se începe inițializarea cardului pe linia 10. Între liniile 12 și 16 se inițializează cardul prin apelul `SD.begin(4)` și se afișează mesajele corespunzătoare, 4 însemnând pinul Arduino la care este conectat modulul. Pe linia 20 se deschide fișierul `test.txt` pentru scriere. Dacă deschiderea fișierului s-a reușit, se afișează pe serială mesajul "Writing to test.txt". Pe linia 24 se apelează funcția de scriere în fișier. Pe linia 26 se apelează funcția de închidere a fișierului și apoi pe linia 27 se scrie de monitorul serial mesajul "done". În cazul în care deschiderea fișierului nu s-a reușit, se scrie pe serială mesajul de eroare. Pe linia 33 se redeschide fișierul deja pentru citire. Dacă fișierul s-a deschis, se scrie pe monitorul serial și se citește fișierul cu ajutorul buclei `while` până când nu mai sunt caractere disponibile în fișier perin intermediul `myFile.available()` și `myFile.read()`. Pe linia 42 se închide fișierul utilizând `myFile.close()`. Dacă deschiderea fișierului nu se reușește se afișează mesajul de eroare pe serială.

În funcția `loop()` nu se întâmplă nimic deoarece nu este necesară rularea continuă.



```

1 #include <SPI.h>
2 #include <SD.h>
3 File myFile;
4 void setup() {
5     // Open serial communications and wait for port to open:
6     Serial.begin(9600);
7     while (!Serial) {
8         ; // wait for serial port to connect.
9     }
10    Serial.print("Initializing SD card...");
11
12    if (!SD.begin(4)) {
13        Serial.println("initialization failed!");
14        while (1);
15    }
16    Serial.println("initialization done.");
17
18    // open the file. note that only one file can be open at a time,
19    // so you have to close this one before opening another.
20    myFile = SD.open("test.txt", FILE_WRITE);
21    // if the file opened okay, write to it:
22    if (myFile) {
23        Serial.print("Writing to test.txt...");
24        myFile.println("testing 1, 2, 3.");
25        // close the file:
26        myFile.close();
27        Serial.println("done.");
28    } else {
29        // if the file didn't open, print an error:
30        Serial.println("error opening test.txt");
31    }
32    // re-open the file for reading:
33    myFile = SD.open("test.txt");
34    if (myFile) {
35        Serial.println("test.txt:");
36
37        // read from the file until there's nothing else in it:
38        while (myFile.available()) {
39            Serial.write(myFile.read());
40        }
41        // close the file:
42        myFile.close();
43    } else {
44        // if the file didn't open, print an error:
45        Serial.println("error opening test.txt");
46    }
47 }
48
49 void loop() {
50     // nothing happens after setup
51 }

```

Figura 4.4.5. Configurarea modulului SD

#### 4.4.6 Configurarea difuzoarelor

```
1 |const int speakerPin = 9;
2 |
3 |void setup() {
4 |    pinMode(speakerPin, OUTPUT);
5 |}
6 |
7 |void loop() {
8 |    // Generați un semnal audio de test
9 |    for (int i = 0; i < 1000; i++) {
10 |        analogWrite(speakerPin, i);
11 |        delay(5);
12 |    }
13 |
14 |    for (int i = 1000; i >= 0; i--) {
15 |        analogWrite(speakerPin, i);
16 |        delay(5);
17 |    }
18 |}
```

Figura 4.4.6. Configurarea Audio

Pentru configurarea difuzoarelor am folosit codul din figura 4.4.6. Acesta folosește un pin digital conectat la pinul 9 al Arduino Mega.

Pe linia 1 se declară o constantă speakerPin cu valoarea 9, care reprezintă pinul digital utilizat.

În funcția setup() se setează modul pinului 9 ca output, ceea ce înseamnă că va fi utilizat pentru a transmite informația către difuzor, ca semnal de ieșire.

În funcția loop() se generează un semnal audio de test utilizând bucla for. În primul "for" se transmit valori crescătoare către pinul speakerPin, de la 0 la 1000 pentru a obține un semnal audio crescător. Pentru a controla semnalul audio, se folosește funcția delay(5), care pune pe pauză programul timp de 5 milisecunde. În bucla a doua "for", se generează un semnal audio descrescător. Aceste bucle permit crearea unui ciclu de sunete crescătoare până la maxim apoi descrescătoare până la minim.



## 5 STUDIU DE CAZ

A fost implementat sistemul de termometrie la distanță folosind tehnologia de infraroșu. Acest sistem reprezintă o soluție inovatoare pentru măsurarea temperaturii într-un mod rapid și precis având posibilitatea să se evite contactul direct între utilizator și sistem. Sistemul a fost conceput pentru facilitarea utilizatorului măsurarea temperaturii într-un mod simplu și eficient. Au fost adăugate și combinate funcționalități care nu se întâlnesc la alte tipuri de termometre, cum ar fi un sistem de alarmă împreună cu înregistrarea datelor măsurate pe un card SD, afișarea pe ecran a datelor și orei în timp real precum și identificarea obiectului de măsurat cu ajutorul unui senzor de obstacole.

*Scenariu de utilizare:*

1. Utilizatorul conectează sistemul la o sursă de energie cum ar fi calculatorul, printr-un cablu USB sau baterii care pot fi conectate din la placa ARDUINO.
2. Utilizatorul setează data și ora curentă pentru ceasul în timp real cu ajutorul funcției setTime() din librăria ceasului în timp real (Figura 5.1) .

```
// Set the current date, and time in the following format:  
// seconds, minutes, hours, day of the week, day of the month, month, year  
myRTC.setDS1302Time(00, 40, 17, 7, 18, 6, 2023);
```

Figura 5.1. Funcție setare RTC

3. Utilizatorul observă pe ecran data și ora setată precum și temperatura ambientală (Figura 5.2).

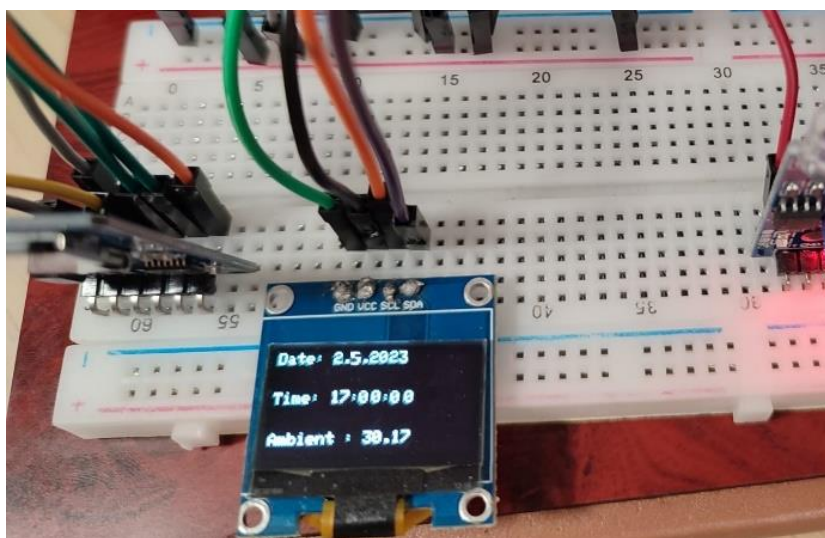


Figura 5.2. Afișarea pe ecran

4. Utilizatorul apropie de sistemul de termometrie obiectul a cărui temperatură se dorește a fi aflată sau o parte a corpului cum ar fi încheieturile sau fruntea (Figura 5.3).

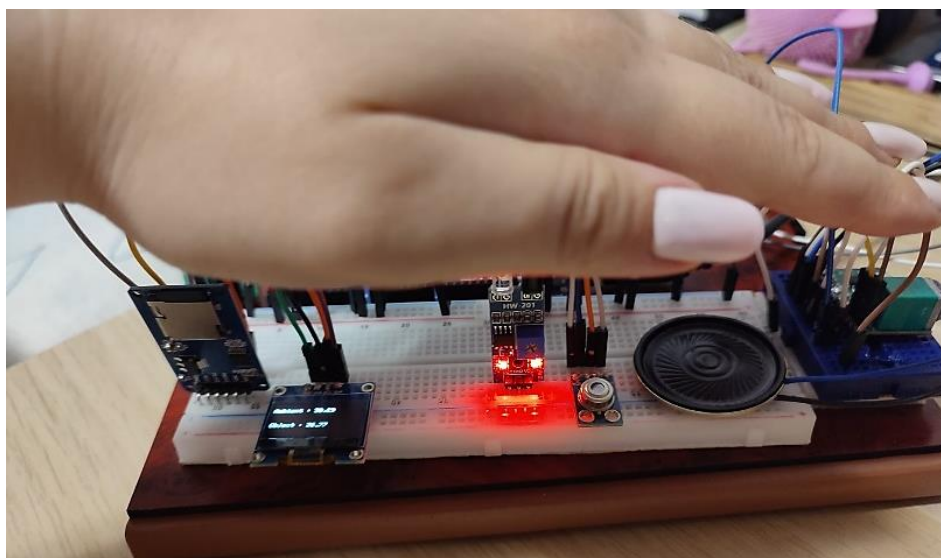


Figura 5.3. Măsurarea temperaturii

5. Se măsoară temperatura obiectului detectat de către senzorul de obstacole. Această temperatură este afișată pe ecran și poate fi observată de către utilizator.
6. Datele măsurate sunt salvate pe un card SD cu ajutorul modulului SD (Figura 5.4) fiind specificate data, ora și temperatura măsurată într-un fișier text care poate fi descărcat pe alte dispozitive și utilizat în continuare într-o bază de date.

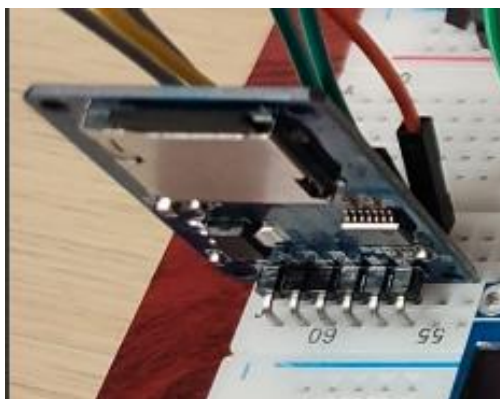


Figura 5.4. Modul SD - stocare date

7. În cazul unei temperaturi normale ale corpului uman se aprinde un led. În cazul unei temperaturi ridicate pornește alarma, volumul căreia poate fi reglat de către un potențiomtru încadrat în modul amplificator audio.

## 6 CONCLUZII

În cadrul acestui proiect de diplomă am abordat tema termometriei și am implementat un sistem de termometrie la distanță inovator și ușor de utilizat. Obiectivele acestui proiect au fost studierea tehnologiilor și sistemelor deja implementate și disponibile pe piață și implementarea unui nou sistem în urma analizei și concluziilor formulate pe parcursul studiului. Prin analiza și sinteza informațiilor despre tehnologiile din domeniu, am reușit să înțeleg principiile de funcționare ale unui sistem de termometrie la distanță și am identificat nevoile și dorințele utilizatorilor. Elaborarea unei noi soluții inovatoare a reprezentat o contribuție personală semnificativă din cadrul acestui proiect. Am dezvoltat un sistem care permite utilizatorului măsurarea precisă a temperaturii la o distanță de aproximativ 10 cm. Această distanță poate fi modificată și reglată cu ajutorul senzorului de obstacole, în funcție de necesități. Măsurarea temperaturii la distanță oferă posibilitatea evitării contactului direct cu obiectele a căror temperatură se măsoară sau cu corpul uman. Am integrat tehnologii precum scrierea pe un card micro SD pentru monitorizarea și transferul datelor de pe un dispozitiv pe altul sub forma unui fișier text. Am folosit tehnologie infraroșu atât în senzorul de obstacole cât și în senzorul de temperatură ceea ce asigură măsurări stabile și precise și confort în utilizare pentru utilizator. De asemenea am dezvoltat funcționalități care ușurează interacțiunea utilizatorului cu sistemul de termometrie la distanță. Aceste funcționalități includ detalii clare despre temperatura obiectului și a mediului înconjurător în timp real, fiind specificată și ora măsurării. Obiectivele acestui proiect am fost atinse, implementând astfel un sistem de termometrie la distanță cu funcționalități care nu se găsesc la alte dispozitive de măsurare a temperaturii.

Contribuțiile personale din cadrul acestui proiect de diploma au fost sinteza de informații, dezvoltarea unei soluții noi, integrarea tehnologiilor studiate în sistem și dezvoltarea unor funcționalități noi în sistem. Sintetizând informația, am realizat o cercetare a literaturii domeniului de termometrie. Am aflat că există mai multe tehnologii disponibile pentru măsurarea la distanță a temperaturii. Pe lângă tehnologia cu infraroșu există și tehnologiile cu senzor de proximitate, cu ultrasunete cu laser și cu infraroșu termic. Am ales tehnologia cu infraroșu deoarece este cea mai accesibilă tehnologie și cea mai potrivită pentru un sistem de termometrie umană. Am adunat și analizat informațiile principale pentru fundamentele unui sistem de termometrie, revizuind astfel diferiți senzori de temperatură, metode de calibrare a senzorilor, metode de afișare și interpretare a datelor și modul de conectare potrivit. Am analizat și studiat diferite tipuri de sisteme de termometrie deja implementate. Am făcut o comparație între ele pentru a vedea funcționalitățile care merită implementate în sistemul de termometrie. Dezvoltarea soluției noi a avut la bază conceptul de a implementa un sistem inovator în care să fie prezente tehnologii noi, avansate și ușor de utilizat. Am identificat metodele eficiente de măsurare a temperaturii ceea ce m-a ajutat la implementarea sistemului de termometrie. Am făcut un studiu de piață întrebând mai multe persoane funcționalitățile dorite de a fi văzute într-un sistem de termometrie. Acest lucru m-a ajutat la selectarea funcționalităților pentru sistemul inovator. Am aflat că o problemă majoră este costul astfel am urmărit implementarea unui sistem de termometrie de cost minim. Am asigurat integrarea funcțională a tehnologiei de detecție a temperaturii cu infraroșu și de comunicare prin ecran și alarme. Am adăugat funcționalități noi care nu se întâlnesc la alte dispozitive de măsurare a temperaturii cum ar fi stocarea datelor pe un card, afișarea orei în timp real și activarea alarmei

la depășirea valorii normale de temperatură. Am analizat diferite modele de senzori și componente prezente pe piață și le-am selectat pe cele mai potrivite. Am studiat metodele de conectare și conexiune între ele pentru a asigura o comunicație eficientă și o funcționalitate bună a sistemului de termometrie la distanță.

Dezvoltările ulterioare ale acestui proiect includ posibilități de extindere a funcționalităților și performanțelor sistemului prin implementarea unei aplicații și adăugarea unei tehnologii de comunicație Bluetooth. Pentru confortul utilizatorului se urmărește o dezvoltare ulterioară a unei aplicații care va permite selectarea obiectului de măsurat și în dependență de temperatură, utilizatorul va primi notificări și recomandări privind temperatura obiectului măsurat. Aceasta aplicație va avea o bază de date în care vor putea fi salvate informațiile selectate de către utilizator. Se va realiza o conexiune Bluetooth între sistem și aplicație, ceea ce va permite transferul de date rapid. Aplicația va permite generarea de rapoarte și o privire de ansamblu asupra datelor de temperatură.

## 7 BIBLIOGRAFIE

- [1] R. J.L., „Body temperature measurement in paediatrics: Which gadget should we believe?,” 23 04 2020. [Interactiv]. Available: <https://www.fda.gov/medical-devices/general-hospital-devices-and-supplies/non-contact-infrared-thermometers>. [Accesat 11 06 2023].
- [2] S. B. A. S. K. A. D. K. D. R. B. T. Khan S., „Comparative accuracy testing of non-contact infrared thermometers and temporal artery thermometers in an adult hospital setting,” [Interactiv]. Available: <https://www.sciencedirect.com/topics/nursing-and-health-professions/infrared-thermometer>. [Accesat 05 06 2023].
- [3] A. Swaminathen, „8 Factors that influence your body temperature,” 21 08 2021. [Interactiv]. Available: <https://www.onio.com/article/factors-that-influence-your-body-temperature.html>. [Accesat 10 05 2023].
- [4] F. E., „Accuracy Study for the Welch Allyn® Model 692/690 SureTemp® Plus Oral, Adult Axillary, and Rectal Thermometer,” 2003. [Interactiv]. Available: <https://www.nature.com/articles/s41598-021-91361-6>. [Accesat 06 2023].
- [5] H. B. T. M. Crawford D.C., „Which thermometer? Factors influencing best choice for intermittent clinical temperature assessment,” 12 2021. [Interactiv]. Available: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8698704/>. [Accesat 04 2023].
- [6] „Thermography / Infrared temperature measurement: theory and practice,” [Interactiv]. Available: <https://labomat.eu/gb/faq-temperature-hygrometry/806-thermography-infrared-temperature-measurement-theory-and-practice.html>. [Accesat 17 06 2023].
- [7] C. Whelan, „Advantages and Disadvantages of Different Types of Thermometers,” 15 12 2020. [Interactiv]. Available: <https://www.healthline.com/health/types-of-thermometers#types>. [Accesat 05 2023].
- [8] „Top 15 Aplicații pentru termometre pentru Android și iOS,” 2023. [Interactiv]. Available: <https://ro.thedigitalmarketingguy.net/articles/apps/top-15-best-thermometer-apps-for-android-and-ios.html>. [Accesat 18 06 2023].
- [9] „Виды термометров и их предназначение,” 25 09 2020. [Interactiv]. Available: <https://krepcom.ru/blog/poleznye-sovety/vidy-termometrov/>. [Accesat 18 06 2023].
- [10] D. E. Kodyra, „Types of thermometers,” [Interactiv]. Available: <https://synapsehealth.com/en/articles/i/types-of-thermometers-and-their-application/>. [Accesat 18 06 2023].

- [1] „ОСОБЕННОСТИ ИНФРАКРАСНЫХ ТЕРМОМЕТРОВ,” 28 03 2019. [Interactiv].  
 1] Available: <https://www.kipspb.ru/articles/Hum/infrakrasnyj-termometr.html>. [Accesat 19 06 2023].
- [1] „Виды инфракрасных термометров,” [Interactiv]. Available:  
 2] <https://ortopediya24.ru/%D0%B2%D0%B8%D0%B4%D1%8B-%D0%B8%D0%BD%D1%84%D1%80%D0%B0%D0%BA%D1%80%D0%B0%D1%81%D0%BD%D1%8B%D1%85-%D1%82%D0%B5%D1%80%D0%BC%D0%BE%D0%BC%D0%B5%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%B2>. [Accesat 19 06 2023].
- [1] O. H. B. A. C. S. B. F. C. E. N. A. Uslu S., „A comparison of different methods of  
 3] temperature measurements in sick newborns,” [Interactiv]. Available:  
<https://www.grainger.com/know-how/equipment-information/kh-370-infrared-thermometers-qt>.
- [1] K.-P. M. M. Vollmer, „Chapter 8, Microsystems, Infrared Thermophile Sensors, p.459,”  
 4] în *Infrared Thermal Imaging*, Weinheim, Germany, WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, 2010, p. 589.
- [1] A. Ngongang, „Detectie bazata pe temperatura,” 8 05 2016. [Interactiv]. Available:  
 5] <https://electronica-azi.ro/detectie-bazata-pe-temperatura-senzori-cu-matrice-de-termopile-ir-mems/>. [Accesat 20 06 2023].
- [1] UPB, „EFECTUL SEEBECK,” [Interactiv]. Available:  
 6] [http://www.physics.pub.ro/Referate/BN119/Efectul\\_SEEBECK.pdf](http://www.physics.pub.ro/Referate/BN119/Efectul_SEEBECK.pdf). [Accesat 06 2023].
- [1] eTechnophiles, „Arduino UNO Pinout, Specs, Layout & Schematic(Updated),” 2023.  
 7] [Interactiv]. Available: <https://www.etechnophiles.com/arduino-uno-pinout-pin-diagram-specifications/>. [Accesat 14 06 2023].
- [1] N. V. P.-S. I. V. D. A. B. M. S. T. S. D. Eshraghi Y., „An evaluation of a zero-heat-flux  
 8] cutaneous thermometer in cardiac surgical patients,” 2014. [Interactiv]. Available:  
<https://www.omega.com/en-us/resources/infrared-thermometer-how-work>. [Accesat 05 2023].
- [1] B. C. L. J. Lim C.L., „Human Thermoregulation and Measurement of Body Temperature  
 9] in Exercise and Clinical Settings. *Annals of the Academy of Medicine*,” 2008. [Interactiv]. Available: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18461221/>. [Accesat 05 2023].
- [2] S. T. P. A. V. J. W. P. Mangat J., „Non-contact infrared assessment of human body  
 0] temperature: The journal Temperature toolbox,” 2021. [Interactiv]. Available:  
<https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/23328940.2021.1899546>. [Accesat 06 2023].

- [2 S. N. B. N. K. A. K. M. Kiekkas P., „Agreement of infrared temporal artery thermometry  
1] with other thermometry methods in adults,” [Interactiv]. Available:  
[https://www.eastimagesecurity.com/Thermal-imaging-systems-pl3595634.html?gclid=CjwKCAjw4ayUBhA4EiwATWyBrl2077zzgD-uv4r0dTzA0n6AjQyu9Ifzp4w2rfb0YHQl4w6\\_OLcJoRoC2zUQAvD\\_BwE](https://www.eastimagesecurity.com/Thermal-imaging-systems-pl3595634.html?gclid=CjwKCAjw4ayUBhA4EiwATWyBrl2077zzgD-uv4r0dTzA0n6AjQyu9Ifzp4w2rfb0YHQl4w6_OLcJoRoC2zUQAvD_BwE). [Accesat 06 2023].
- [2 A. J. Hooper V.D., „Accuracy of noninvasive core temperature measurement in acutely ill  
2] adults: The state of the science.” [Interactiv]. Available:  
[https://dexterresearch.com/?gclid=CjwKCAjw4ayUBhA4EiwATWyBrvqJekgI8n8UKZ4ZTaJD2kYsgLlgB73y\\_Fx-PbxWqhRpy1\\_X0BQWthoCbeUQAvD\\_BwE](https://dexterresearch.com/?gclid=CjwKCAjw4ayUBhA4EiwATWyBrvqJekgI8n8UKZ4ZTaJD2kYsgLlgB73y_Fx-PbxWqhRpy1_X0BQWthoCbeUQAvD_BwE). [Accesat 06 2023].
- [2 M. A. Y. X. H. H. A. T. S.-K. A. B. B. S. D. Guschlbauer M., „Zero-Heat-Flux  
3] thermometry for Non-invasive measurement of core body temperature in pigs,” [Interactiv]. Available: <https://www.thermoworks.com/covid-19-screening/>. [Accesat 06 2023].
- [2 K. G. C. W. Ng E.Y.K., „Analysis of ir thermal imager for mass blind fever screening,”  
4] [Interactiv]. Available: <https://gruasyaparejos.com/en/measurement-instruments/infrared-thermometer-body-temperature-forehead/>. [Accesat 06 2023].
- [2 W. M. Y. P. B. R. Jefferies S., „A systematic review of the accuracy of peripheral  
5] thermometry in estimating core temperatures among febrile critically ill patients,” 13 09 2011. [Interactiv]. Available: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21880009/>. [Accesat 20 05 2023].