



SESIUNEA DE COMUNICĂRI ȘTIINȚIFICE STUDENȚEȘTI

9 MAI 2025

FACULTATEA DE AUTOMATICĂ ȘI CALCULATOARE
UNIVERSITATEA TEHNICĂ "GHEORGHE ASACHI" DIN IAȘI



Dispozitiv încorporat pentru măsurarea și analiza ritmului cardiac bazat pe senzorul MAX30100 și clasificatori AI

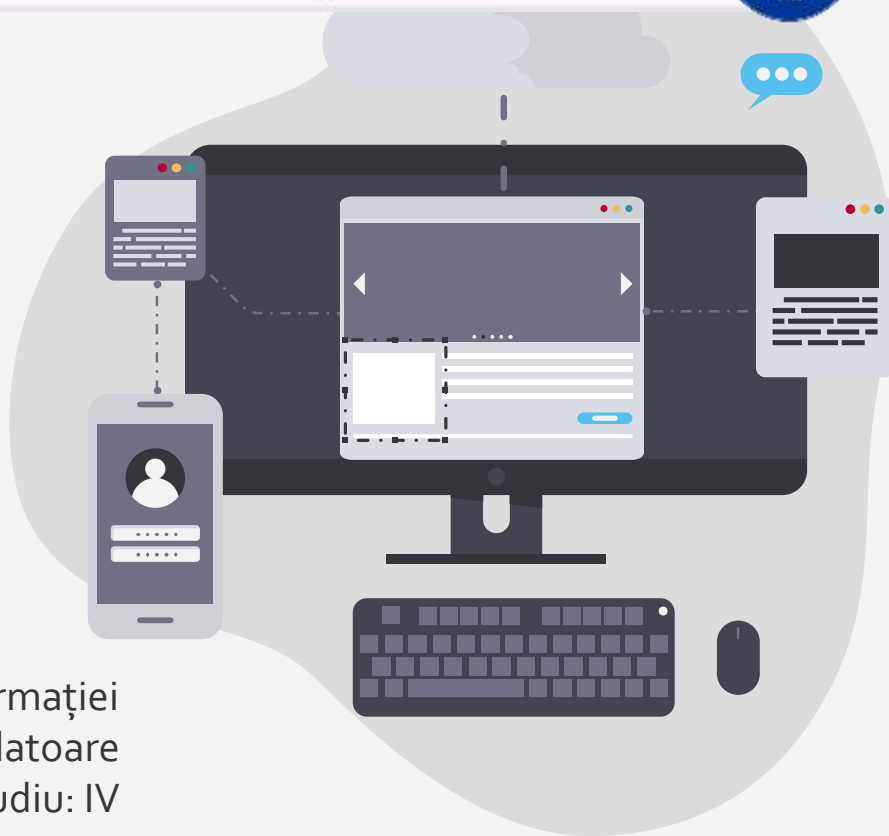
Delia-Andreea Sandu

Îndrumător: *George-Iulian Uleru*

Domeniu: Calculatoare și Tehnologie Informației

Program de studii: Calculatoare

An de studiu: IV





Cuprins

01

Introducere

02

Obiective

03

Metodologie

04

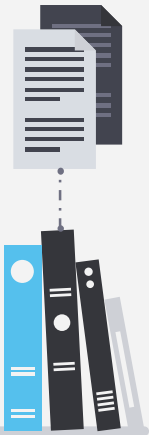
Implementare

05

Rezultate

06

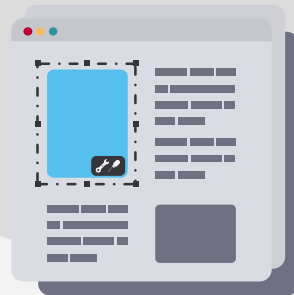
Concluzii





01

Introdurre



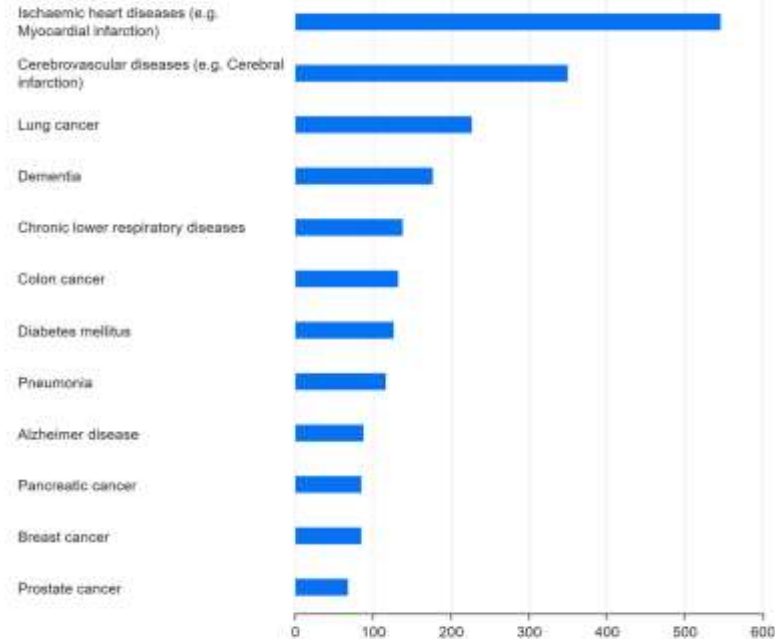
Introducere



- **Bolile cardiace** reprezintă una dintre principalele cauze de deces la nivel mondial. Din acest fapt, monitorizarea sănătății a devenit o activitate esențială.
- Unul din principalii indicatori ce ajută la prevenția acestor probleme de sănătate este **ritmul cardiac**.

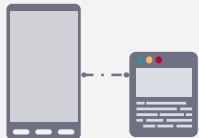
Frequent causes of death in the EU-27 2022

Number of deaths, thousand



Source: Eurostat

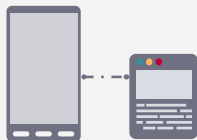
© Statistisches Bundesamt (Destatis), 2025



Ritmul cardiac



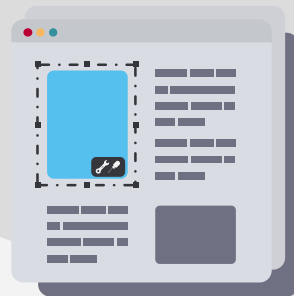
- **Ritmul cardiac** reprezintă numărul de bătăi ale inimii pe unitatea de timp, fiind exprimat de obicei în *bătăi pe minut* (BPM).
- Ritmul cardiac al unui adult sănătos, este cuprins între **55 și 85 de bătăi pe minut** (BPM). Valorile ce depășesc acest interval indică posibile probleme de sănătate, precum *bradicardia* (pentru valori sub limită) sau *tahicardia* (pentru valori peste limită).
- Un alt parametru fiziologic relevant este **nivelul de saturație al oxigenului din sânge** (SPO2), care pentru un adult sănătos, are trebui să aibă valori între **96 și 99%**.





02

Objective



Objective

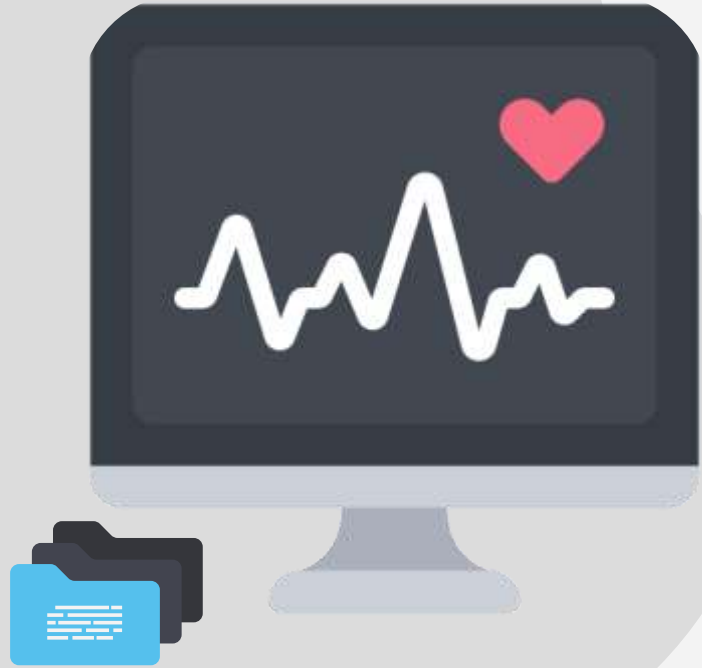


Prezent – propunerea curentă

Scopul principal al proiectului este dezvoltarea unui dispozitiv pentru **măsurarea ritmului cardiac**, bazat pe platforma *Raspberry Pi* și senzorul MAX30100, care să ofere măsurători rapide și precise.

Viitor – dezvoltare potențială

Proiectul poate fi extins pentru a fi implementat sub *formă portabilă*. De asemenea, ar putea transmite datele procesate *wireless*, către o platformă externă, pentru analiză și monitorizare.

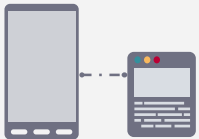
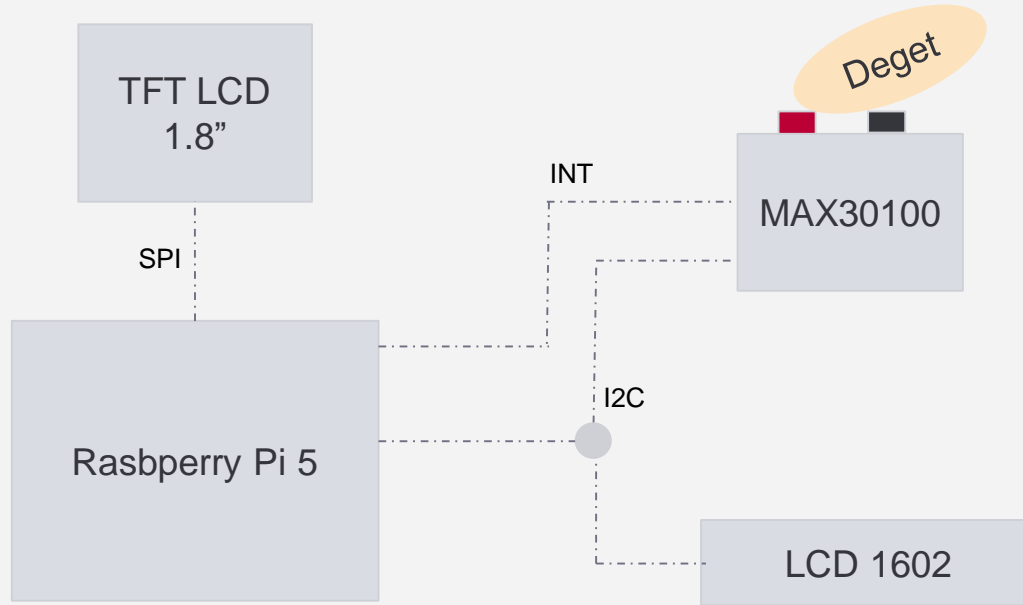


03

Metodologie



Structura dispozitivului

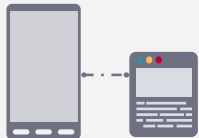


Structura dispozitivului

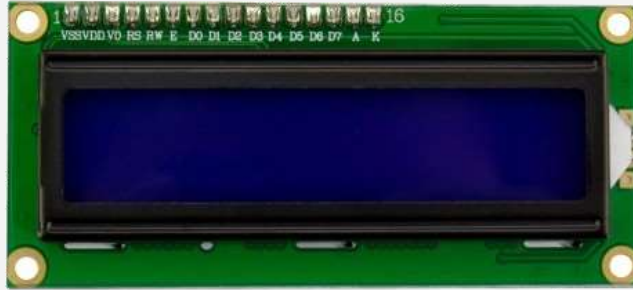


- **Raspberry Pi** reprezintă o platformă compactă, care funcționează ca un mini-computer.
- Senzorul **MAX30100** este utilizat pentru monitorizarea *ritmului cardiac*, dar și a *nivelului de saturație al oxigenului din sânge*.

Împreună reprezintă o soluție integrabilă și ușor de utilizat pentru **monitorizarea parametrilor fiziologici**.



Structura dispozitivului

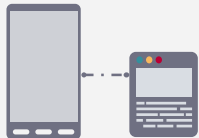


- **LCD 1602** este un ecran capabil să afișeze 2 rânduri a câte 16 caractere, ce comunică cu Rpi prin interfața I2C.



- **TFT LCD 1.8"** este un afișaj color grafic, ce permite redarea imaginilor, formelor și a textului. Acesta comunică cu Rpi prin SPI.

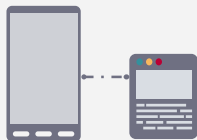
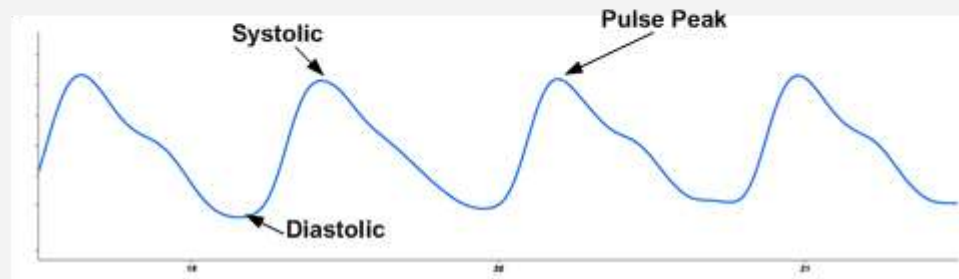
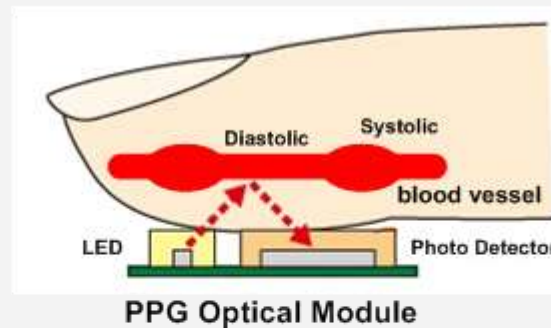
Utilizarea **protocolului I2C** de către majoritatea componentelor permite o comunicare eficientă pe un bus comun, reducând *complexitatea conexiunilor*.



Tehnologia centrală



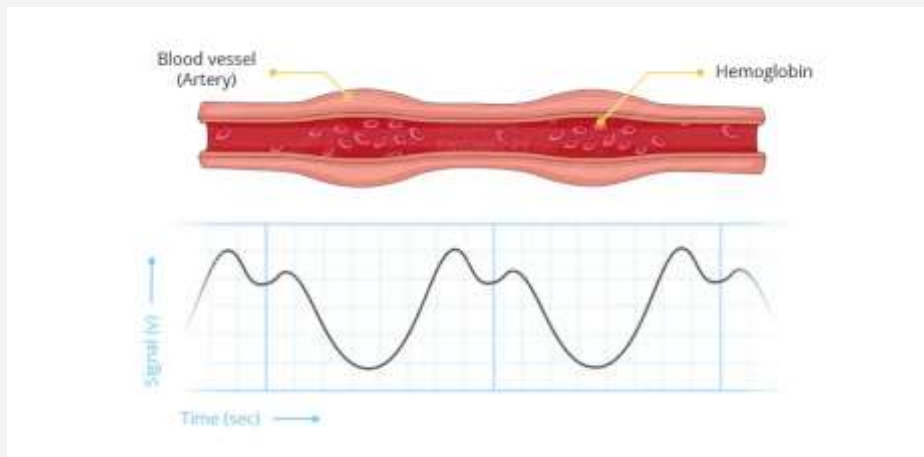
- Tehnologia centrală ce stă la baza proiectului este **fotopletismografia**.
- Aceasta reprezintă o metodă optică, ce măsoară *variațiile de volum ale sângelui* din vasele periferice, utilizând *absorbția luminii*.



Fotopletismografia



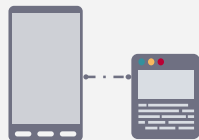
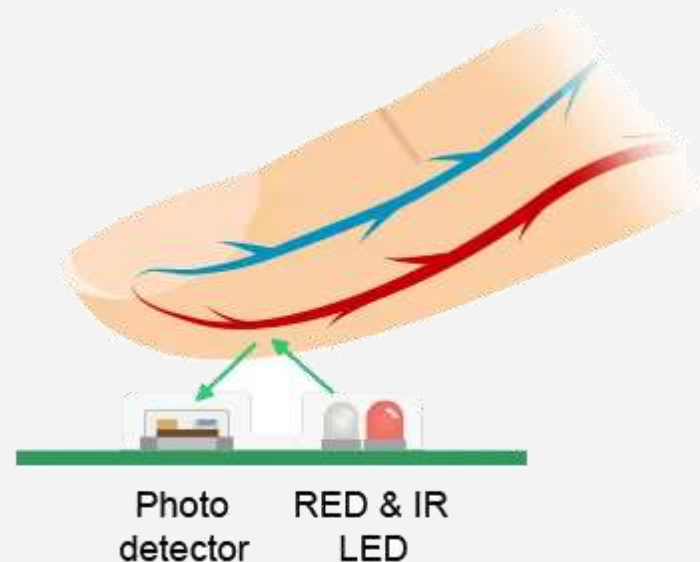
- Principiul său de funcționare implică o **sursă de lumină** (un led roșu și un led cu lumina infraroșie) și un **foto-detector**.
- Când inima bate și sângele circulă prin deget, nivelul de lumină reflectată de țesuturi se schimbă, ceea ce duce la *apariția unui semnal oscilant* detectat de foto-detector.

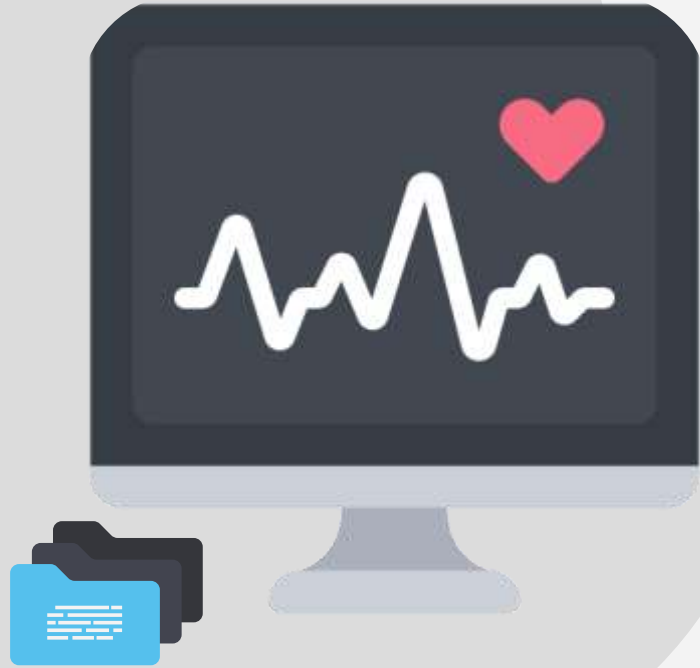


Principiul de funcționare



- Pentru **măsurarea ritmului cardiac**, este folosit semnalul provenit de la **led-ul infraroșu**.
- Pentru **măsurarea nivelului de saturație al oxigenului din sânge**, sunt folosite semnalele provenite de la **ambele led-uri**.





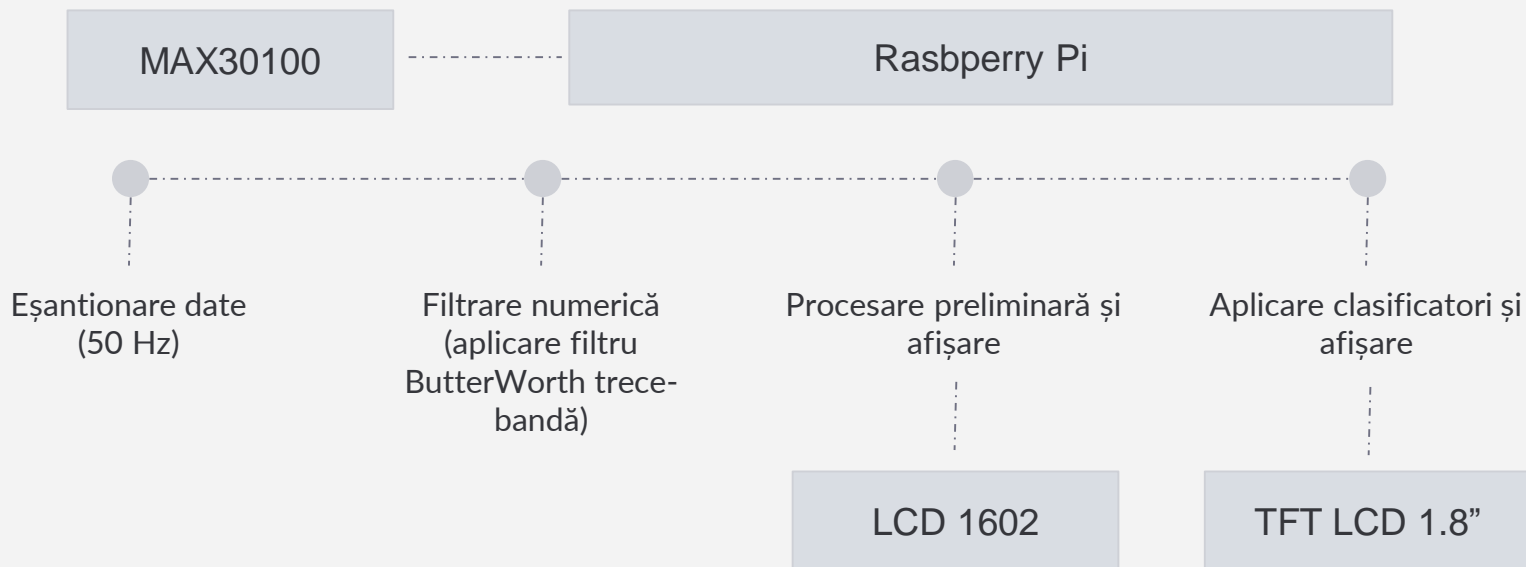
04

Implementare





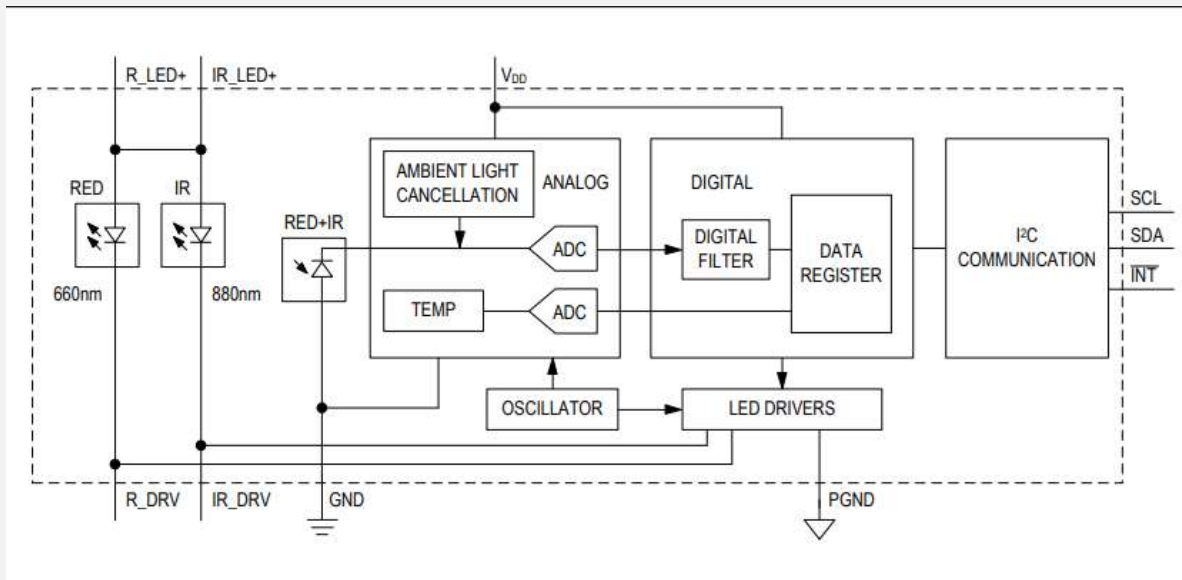
Fluxul de procesare a datelor



Procesarea datelor



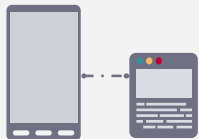
- Datele transmise de senzorul MAX30100 sunt eșantionate cu o frecvență de **50 Hz**, ce a fost stabilită pe baza *teoremei lui Nyquist-Shannon*.
- Acestea sunt citite de către Rpi în momentul în care senzorul **trimite un semnal de întrerupere**, ce indică faptul că există *date disponibile*. Deci, achiziția datelor se realizează în timp real.



Filtrare numerică



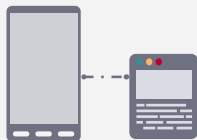
- Semnalul obținut din citirea datelor de la senzor este prelucrat numeric printr-un filtru **Butterworth trece-bandă**, pentru a elimina *zgomotul provocat de anumiți factori externi*.
- Filtrul a fost configurat pentru o frecvență de bandă cuprinsă între **0.6 și 2 Hz**. Banda este calculată pe baza informațiilor privind *limitele fiziologice ale ritmului cardiac*.



Procesare preliminară



- Valoarea ritmului cardiac este calculată **detectând vârfurile semnalului** filtrat provenit de la led-ul infraroșu, în funcție de frecvența de eșantionare, folosind funcția *find_peaks* din *ScyPi*.
- Pentru o estimare precisă, au fost aplicate anumite condiții privind **distanța minimă** între vârfuri. Aceasta este calculată ca numărul minim de eșantioane între două vârfuri, în funcție de ritmul cardiac maxim, pentru a evita detectarea unor vârfuri prea apropiate.
- Valoarea rezultată a ritmului cardiac este afișată pe display.





05

Rezultate



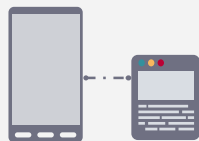


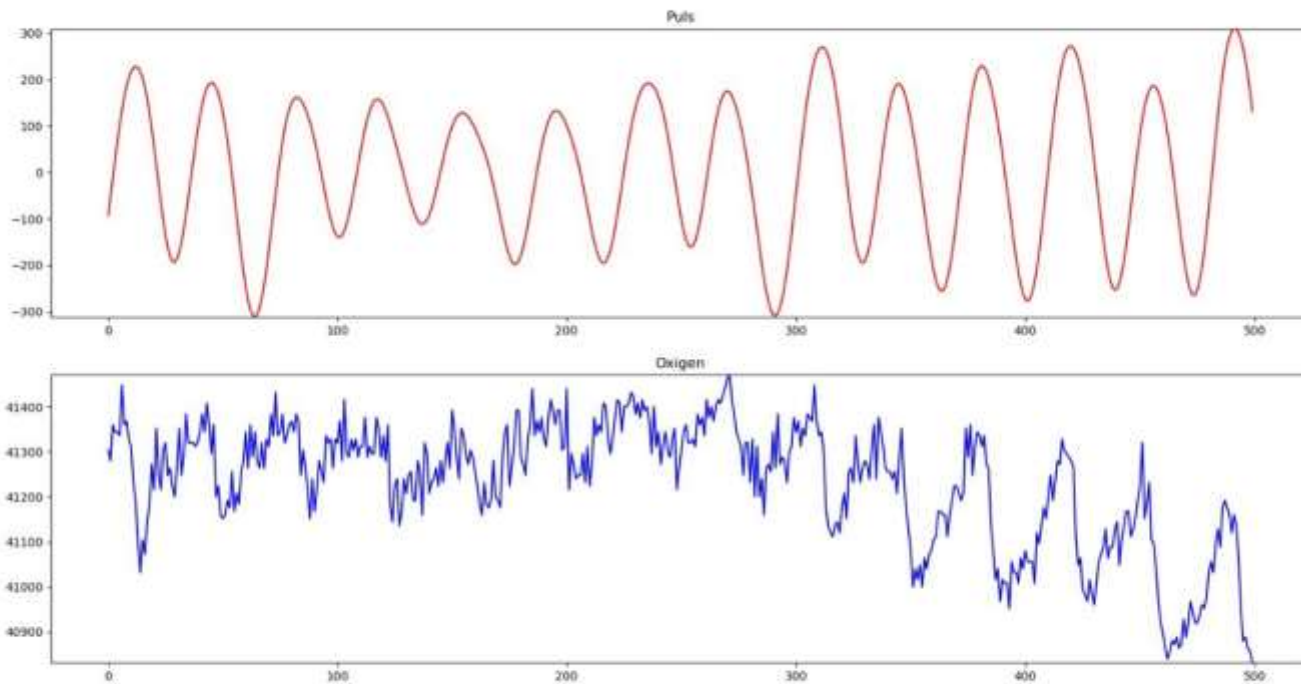
LCD 1602

TFT LCD

MAX30100

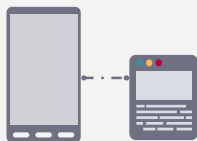
Raspberry
Pi

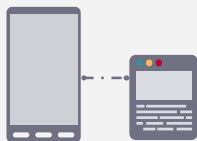
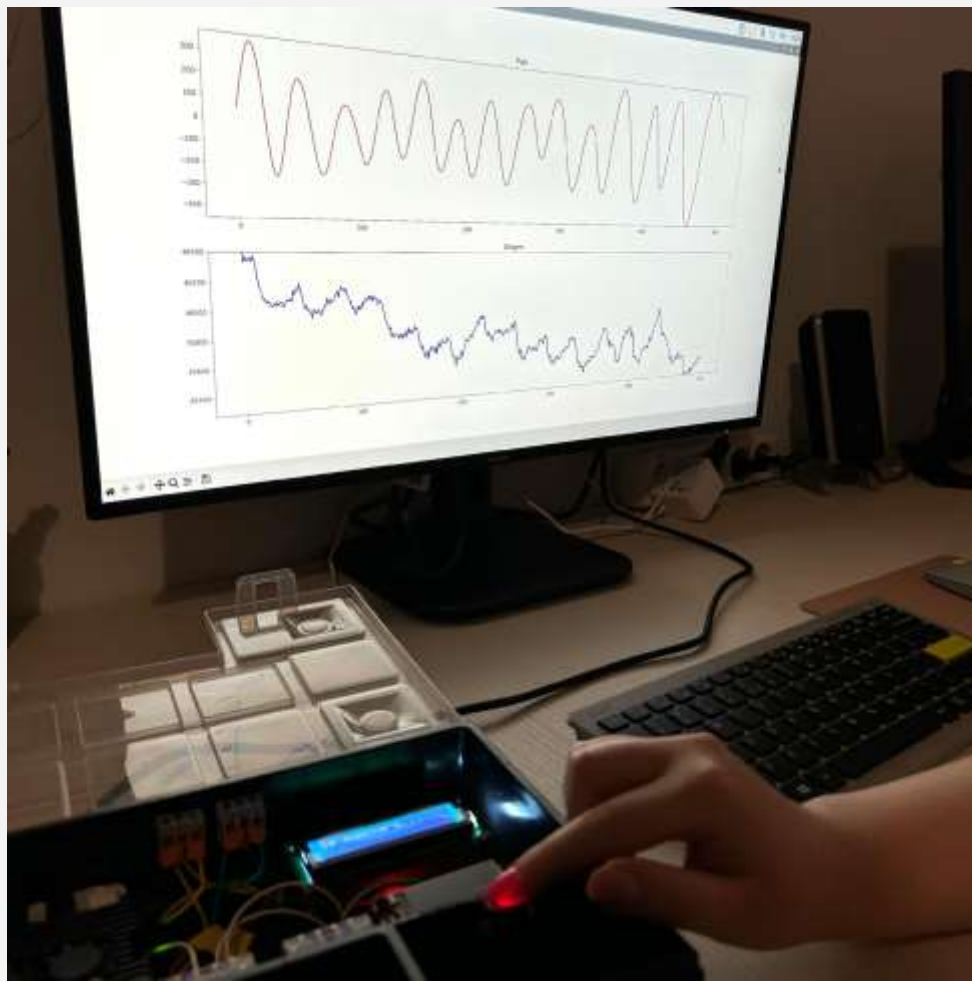






Rezultatul
obținut

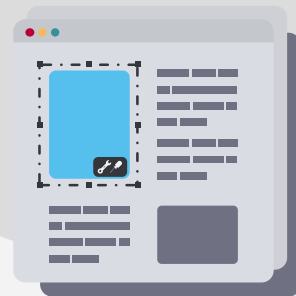






06

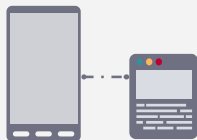
Concluzii



Concluzii



- Proiectul demonstrează că integrarea senzorului MAX30100 cu Raspberry Pi permite realizarea unui **sistem embedded** pentru *monitorizarea în timp real a ritmului cardiac și a saturației de oxigen*.
- Chiar dacă dispozitivul are un *format compact*, faptul că nu este portabil reprezintă o limitare.
- De asemenea, **precizia măsurărilor** poate fi afectată de *sensibilitatea senzorului la mișcare*.





Q&A



MULTUMESC!

Referințe

1. "What your heart rate is telling you" - Harvard Health Publishing, Harvard Medical School
2. "Micro-piezoelectric pulse diagnoser and frequency domain analysis of human pulse signals", Hung Chang, Jiaxu Chen, Youeyun Liu
3. MAX30100 Datasheet
4. "Interfacing MAX30100 Pulse Oximeter and Heart Rate Sensor with Arduino"

