



UNIVERSITATEA TEHNICĂ
DIN CLUJ-NAPOCA

Proiect Informatică Industrială

Măsurarea parametrilor de sănătate ai unui pacient

(Autor: Adela Iosif, grupa 30641)

Cuprins

1. Descrierea temei și funcționalități	1
2. Arhitectura sistemului	2
2.1 Proiectarea hardware	2
2.2 Dezvoltare Software și rezultate	5
3. Bibliografie	7

1. Descrierea temei și funcționalități

Acest proiect presupune măsurarea parametrilor fiziologici ai unei persoane, datele putând fi monitorizate în timp real. Sistemul colectează datele despre sănătate folosind mai mulți senzori conectați la Arduino și permite transmiterea acestora către telefonul Android pentru vizualizare.

Deși este un prototip funcțional, sistemul poate fi sensibil la zgomot și nu este încă perfect calibrat, ceea ce poate afecta precizia măsurărilor. De asemenea, sistemul se ocupă exclusiv cu colectarea datelor, fără a efectua analize sau interpretări ale acestora. Totuși, acest proiect reprezintă un pas important în dezvoltarea unor soluții accesibile pentru monitorizarea sănătății. Este ideal pentru testare și utilizare în scopuri educaționale sau pentru evaluarea parametrilor fiziologici în condiții controlate, dar nu trebuie considerat un dispozitiv medical complet validat.

Obiectivele principale ale proiectului:

- Monitorizarea ECG (Electrocardiogramă): achiziționarea semnalelor electrice ale inimii folosind modulul AD8232
- Măsurarea temperaturii corporale: utilizarea senzorului LM35DZ pentru măsurarea cât mai precisă a temperaturii
- Evaluarea nivelului de stres: determinarea rezistenței galvanice a pielii cu senzorul Grove GSR pentru a identifica nivelurile ridicate de stres
- Stocarea datelor: datele se înregistrează pe un card SD pentru persistență și eventuale analize ulterioare
- Transmisia datelor: utilizarea modulului bluetooth pentru a transmite datele către dispozitive mobile pentru afișare grafică în timp real
- Monitorizarea ritmului cardiac și a nivelului de saturație a oxigenului în sânge (SpO2): se măsoară semnalele de fotopletismografie (PPG), care sunt folosite pentru a calcula pulsul; partea aceasta este implementată separat, din cauza incompatibilității vitezei de comunicare

2. Arhitectura sistemului

2.1 Proiectarea hardware

Componentele hardware folosite sunt:

- Arduino Uno: creierul sistemului, având rolul de a prelua datele de la senzori, de a le prelucra și de a comunica cu alte dispozitive prin Bluetooth
- Breadboard: punct de conexiune pentru toate componentele, oferind o platformă modulară pentru prototipuri fără lipire
- Modul ECG AD8232: are ca intrări semnalele analogice provenite de la electrozii plasați pe pielea utilizatorului; la ieșire produce un semnal analogic proporțional cu activitatea electrică a inimii, transmis pe un pin analogic al Arduino

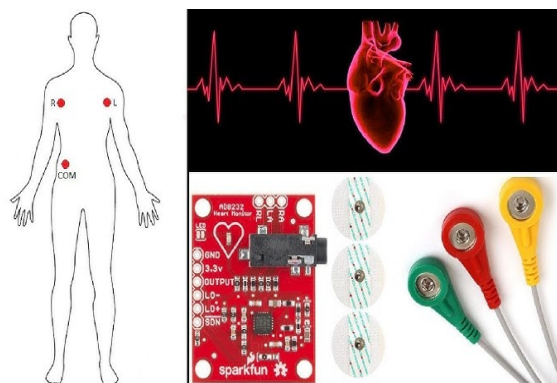


Figure 1: Modulul ECG AD8232 și plasarea electrozilor pe piele

- Senzor de temperatură LM35DZ: ca intrări detectează variațiile de temperatură din mediul înconjurător, iar la ieșire dă un semnal analogic proporțional cu temperatura măsurată (10mV per grad Celsius)

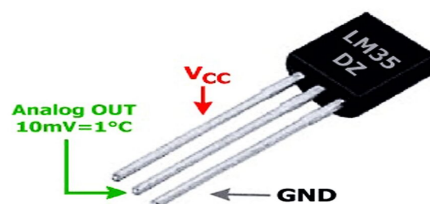


Figure 2: LM35DZ

- Grove GSR: măsoară rezistența electrică a pielii, care variază în funcție de nivelul de umiditate, care este influențat de activitatea sistemului nervos autonom, în special de nivelul de stres al persoanei; Acest senzor este folosit pentru a evalua nivelul de stres al utilizatorului; furnizează un semnal analogic care reprezintă rezistența galvanică a pielii, aceasta putând fi corelată cu nivelurile de stres, fiind utilă în monitorizarea stării fizice și emoționale a utilizatorului

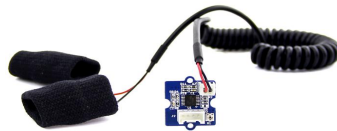


Figure 3: Galvanic skin response module

- Modul Bluetooth HC-05: comunică prin protocolul serial (Bluetooth SPP - Serial Port Profile), iar Arduino poate trimite și primi datele de la senzorii conectați; Modulul se poate conecta ușor la Arduino prin portul serial (TX/RX) și este ideal pentru aplicații care necesită transmisie de date către dispozitive externe

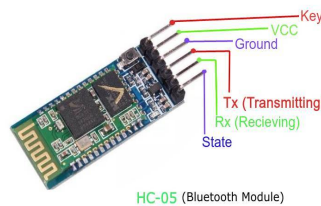


Figure 4: HC-05

- Modul SD Card Reader: utilizat pentru stocarea datelor pe un card microSD; permite Arduino să salveze informațiile colectate de la senzori pentru analiză ulterioară sau pentru a crea un jurnal al activităților; modulul se conectează la Arduino prin interfața SPI (Serial Peripheral Interface), iar datele sunt scrise pe cardul microSD în format text sau CSV pentru a fi analizate ulterior pe un computer; îl folosesc pentru a salva datele măsurate, cum ar fi temperatura corporală și nivelul de stres, care pot fi analizate ulterior pentru a evalua starea de sănătate a utilizatorului pe o perioadă mai lungă de timp

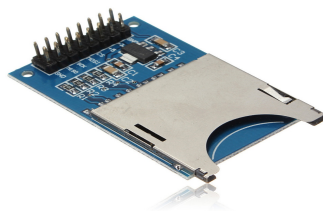


Figure 5: Modul reader SD card

- Modul pulsoximetru: utilizat pentru măsurarea nivelului de saturație a oxigenului în sânge (SpO2) și ritmul cardiac (puls); folosește două LED-uri (roșu și infraroșu) pentru a măsura variațiile volumului de sânge prin piele; el emite lumină prin piele și detectează cantitatea de lumină reflectată înapoi, care variază în funcție de volumul de sânge și oxigenul transportat în timpul fiecărei bătăi de inimă. Semnalele generate sunt procesate pentru a calcula ritmul cardiac și nivelul de oxigen din sânge (SpO2)

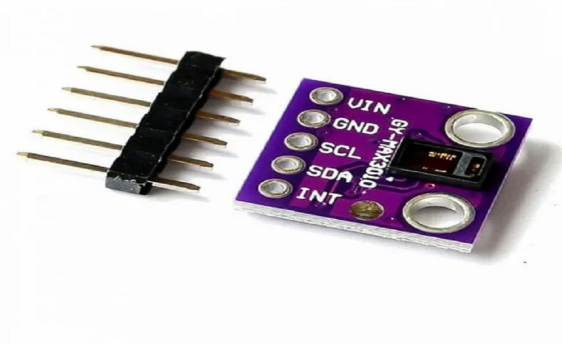


Figure 6: Modul pulsoximetru GY-MAX30100

Toate componentele hardware menționate au fost integrate într-o schemă finală, unde fiecare senzor și modul a fost conectat corespunzător la Arduino pentru a asigura colectarea și procesarea datelor.

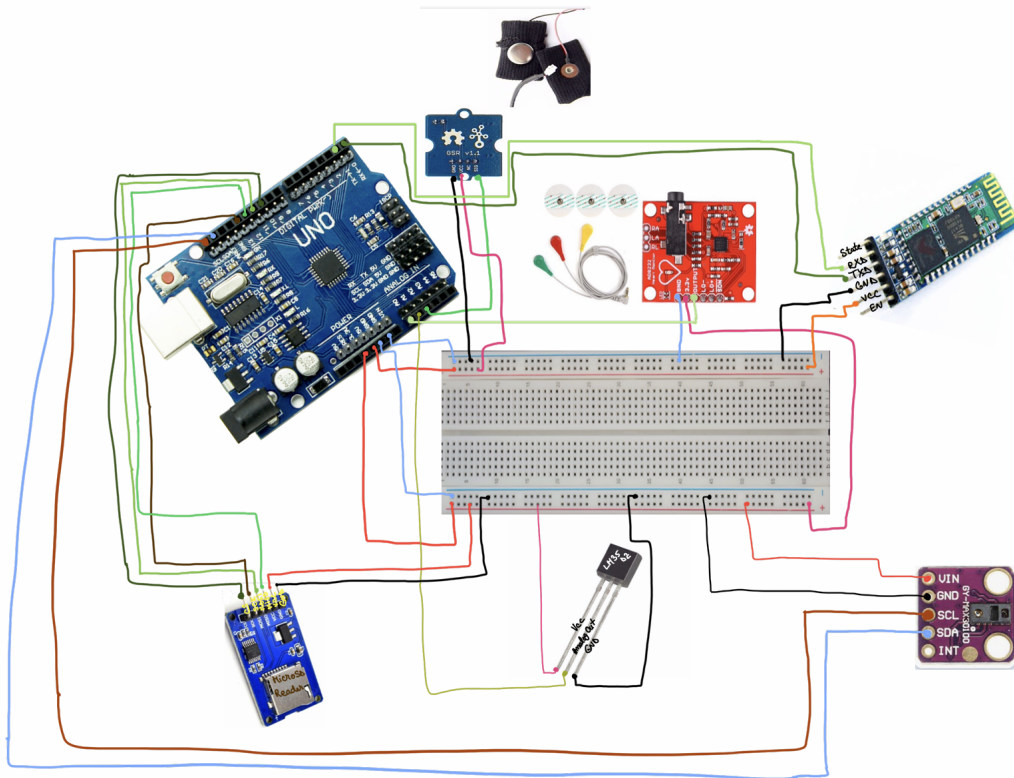


Figure 7: Schema finală a circuitului

2.2 Dezvoltare Software și rezultate

Partea 1: Monitorizare ECG, GSR și Temperatură

Prima parte a proiectului este proiectată pentru a monitoriza și înregistra date de la senzori ECG (electrocardiogramă), GSR (răspuns galvanic al pielii) și temperatură. Datele sunt salvate pe un card SD și pot fi vizualizate în timp real prin intermediul monitorului serial.

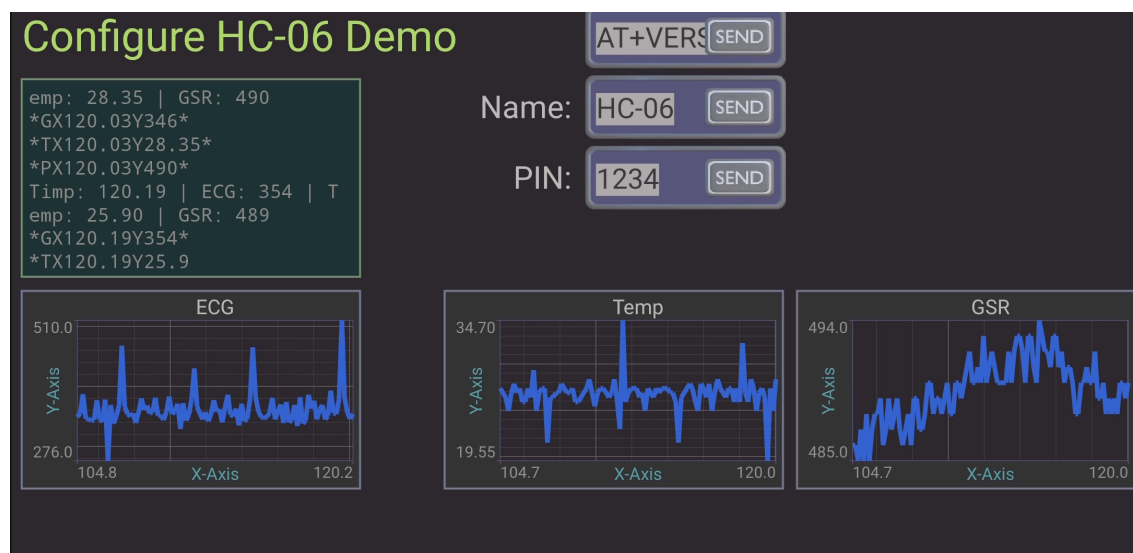


Figure 8: Vizualizarea datelor în timp real pe telefon în aplicația Bluetooth Electronics

Principalele funcționalități implementate în cod sunt: inițializarea (pornirea comunicării seriale și inițializarea cardului SD), colectarea de date (citirea valorilor de la senzorii ECG, temperatură și GSR; conversia valorii de temperatură în grade Celsius), înregistrarea datelor (salvarea datelor pe cardul SD în format CSV; afișarea datelor pe monitorul serial), monitorizarea stresului (detectarea nivelului de stres bazat pe valoarea GSR), vizualizare grafică pe aplicația mobilă (generarea de date pentru grafice ECG, temperatură și GSR).

În ceea ce privește răspunsul galvanic al pielii, semnalul poate fi utilizat pentru a capta răspunsurile nervilor autonomi ca un parametru al funcției glandei sudoripare.

Partea 2: Monitorizare Puls și Oxigen în Sânge

Această parte a sistemului utilizează un senzor MAX30100 pentru a monitoriza pulsul și nivelul de oxigen din sânge (SpO2). Am implementat și un filtru Butterworth pentru a reduce zgomotul din măsurătorile de puls.

Principalele funcționalități implementate în cod sunt: configurarea și pornirea senzorului MAX30100, filtru Butterworth (implementarea unui filtru Butterworth de ordinul 2 pentru reducerea zgomotului), măsurarea continuă a pulsului și SpO2, afișarea valorilor filtrate de puls și SpO2 la intervale regulate. Sistemul măsoară și afișează automat pulsul și SpO2 la fiecare secundă.

Saturația de oxigen este unul dintre indicatorii stării de sănătate a organismului uman. Este important să știm care este saturația de oxigen, întrucât organele și țesuturile corpului au nevoie de oxigen pentru a funcționa la parametri optimi.

Scăderea ei poate afecta foarte grav funcțiile organismului, ajungându-se până la deces.

Saturația normală de oxigen este de peste 95% și, în mod ideal, se apropie de 100%. Dacă ajunge să scadă sub 93%, proteinele pe care le sintetizează organismul atunci când reacționează la inflamația produsă vor acapara săculeții de aer din plămâni. Drept urmare, oxigenul nu mai poate ajunge în sânge, iar organele nu mai sunt oxigenate, declanșându-se astfel o serie de procese care pot duce rapid la deces.

De asemenea, frecvența cardiacă sau pulsul reprezintă viteza cu care bate inima sau numărul de bătăi (contractii) pe care aceasta îl efectuează într-un minut, pentru a asigura pomparea sângelui către celelalte organe. Prin măsurarea pulsului, se cuantifică numărul de impulsuri electrice generate de cord. În mod fiziologic, impulsul electric al inimii este generat la nivelul nodului sino-atrial (anatomic situat la nivelul atriului drept, în preajma orificiului venei cave superioare). Valoarea normală a pulsului în repaus variază între 60 și 100 de bătăi pe minut, femeile având o frecvență cardiacă ușor mai crescută decât a bărbaților din cauza dimensiunilor mai reduse ale cordului. Inima lor pompează mai puțin sânge cu fiecare bătaie, ceea ce înseamnă că este necesar un puls mai ridicat pentru a asigura un debit cardiac adecvat. De asemenea, copiii tind să aibă un puls mai ridicat decât adulții.

```
Heart rate:74.50bpm / SpO2:94%  
Heart rate:74.50bpm / SpO2:94%  
Beat!  
Beat!  
Heart rate:79.52bpm / SpO2:94%  
Beat!
```

Figure 9: Vizualizarea pulsului și a saturației de oxigen din sânge în Serial Monitor

3. Bibliografie

1. Das, S., Roy, S., Ghosh, S., Mukherjee, S., Bhattacharya, U., & RoyChowdhury, B. (n.d.). Micro-ECG-monitoring system based on Arduino with Bluetooth feature. Department of Biotechnology, Bengal Institute of Technology, Kolkata, India
2. S. S. Thomas, A. Saraswat, A. Shashwat, și V. Bharti, Sensing Heart Beat and Body Temperature Digitally Using Arduino
3. "Implementing Pulse Oximeter Using MAX30100," Morf.lv. Disponibil la: <https://morf.lv/implementing-pulse-oximeter-using-max30100>
4. <https://www.medlife.ro/articole-medicale/saturatia-de-oxigen>
5. Mirescu, C., Bocu, T., Aspecte electrofiziologice ale răspunsului galvanic al pielii în timpul efortului fizic de intensitate redusă
6. <https://multiscanpro.ro/tehnologii/>
7. <https://medicina-interventionala.ro/noutati/tot-ce-trebuie-sa-stii-despre-pulsul-cardiac/>