



UNIVERSITATEA „POLITEHNICA” din BUCUREȘTI

ȘCOALA DOCTORALĂ ETTI-B

Nr. Decizie 513 din 01.07.2020

REZUMAT TEZĂ DE DOCTORAT

CERCETĂRI PRIVIND UTILIZAREA TEHNOLOGIILOR INTERNET
OF THINGS (IOT) IN ELECTRONICA AUTO

RESEARCH ON THE USE OF INTERNET OF THINGS (IOT)
TECHNOLOGIES IN AUTOELECTRONICS

Doctorand: **Ing. Vasile Madalin MOISE**
Conducător de doctorat : **Prof.dr.ing. Paul SVASTA**

COMISIA DE DOCTORAT

| | | | |
|---------------------------|-----------------------------------|-------|---|
| Președinte | Prof.dr.ing. GHEORGHE BREZEANU | de la | Universitatea POLITEHNICA din București |
| Conducător de doctorat | Prof.dr.ing. PAUL SVASTA | de la | Universitatea POLITEHNICA din București |
| Referent | C.S. I.dr.ing. CARMEN MOLDOVAN | de la | Institutul Național de Cercetare Dezvoltare pentru Microtehnologie |
| Referent | Conf.dr.ing. MARIAN VLĂDESCU | de la | Universitatea POLITEHNICA din București |
| Referent | C.S. I.dr.fiz. LIVIU COȘEREANU | de la | Institutul Național de Cercetare Dezvoltare Aerospațiala „Elie Carafoli” |

BUCUREȘTI 2020

Cuprins

| | |
|---|----|
| 1. Introducere..... | 4 |
| 1.1. Prezentarea domeniului de doctorat | 4 |
| 1.2. Scopul tezei | 4 |
| 1.3. Conținutul tezei | 5 |
| 2. Siguranța și prevenția în utilizarea automobilului..... | 5 |
| 3. Sistem IoT pentru achiziția datelor despre calitatea aerului..... | 7 |
| 3.1. Platforma de dezvoltare folosind ATmega2560..... | 9 |
| 3.2. Modul expansiune | 10 |
| 3.3. Modul senzori calitate aer | 12 |
| 3.4. Sistem de afișare și control bazat pe tehnica de detecție a gesturilor folosind senzori cu infraroșu | 16 |
| 3.5. Asamblarea sistemului | 19 |
| 4. Sistem IoT de măsurare a temperaturii în mai multe puncte simultan folosind senzor bazat pe tehnologia MEMS..... | 21 |
| 4.1. Calcul poziționare senzor | 23 |
| 4.2. Realizare prototip. | 23 |
| 4.3. Asamblarea sistemului | 25 |
| 5. Soluție pentru vizualizarea și centralizarea datelor online primite de la dispozitivele IoT | 25 |
| 5.1. Introducere | 26 |
| 5.2. Motivație | 26 |
| 5.3. Dezvoltarea sistemului IoT pentru managementul și utilizarea datelor | 27 |
| 5.4. Proiectarea sistemului IoT..... | 27 |
| 5.5. Moduri de utilizare și vizualizare a datelor primite de la senzori | 28 |
| 6. Concluzii..... | 29 |
| 6.1. Rezultate obținute..... | 29 |
| 6.2. Contribuții originale | 41 |
| 6.3. Lista lucrărilor originale..... | 42 |
| Bibliografie selectivă | 43 |

Lista abrevierilor

MEMS - Dispozitive micro-electro-mecanice

IoT – Internet of Things- Internetul lucrurilor

AQI - indice al calității aerului

PM - concentrație de particule

ESD - electrostatic discharge –descarcare electrostatică

EMC – Compatibilitatea electromagnetică

TVS - Diodă de suprimare a tensiunii tranzitorii

CO2 - Dioxidul de carbon

HVAC - Sistemul de ventilație, încălzire și aer condiționat

GPS - Global Positioning System - Sistem de Poziționare Globală

MIPS - Million Instruction Per Second

EEPROM - Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory

SRAM - Static random-access memory

PCB – Printed circuit board – placa cu circuit imprimat

USB - Universal Serial Bus - Magistrala Serială Universală

ADC – Convertor analog-digital

VOC – Compusi organici volatili

NO2- dioxidul de azot

HMI – Interfata om-mașină

3D – tridimensionalitate

LED – Diodă emițătoare de lumină

FPS – cadre pe secundă

TCP/IP - Protocol de control al transmisiei/Protocol Internet

GSM - Sistem Global pentru Comunicații Mobile

HTTPS - Secure Hyper Text Transfer Protocol

1.Introducere

1.1. Prezentarea domeniului de doctorat

Această teză tratează introducerea unei tehnologi noi în electronica auto echipând un autovehicul cu o structură de senzori complexă ce va furniza informații centralizate despre componenta gazoasă a aerului înconjurător și a temperaturii din habitacul utilizând tehnologia internetului lucrurilor.

Astfel transformând autovehiculul într-un senzor mobil conectat la internet care va ajuta la evidențierea și crearea unei perspective noi asupra compoziției atmosferice în aplicații precum managementul poluării aerului în oraș.

Cu cât vor exista mai multe structuri de senzori montate pe autovehicule ,cu cat se va mari rata de detecție a eventualelor pericole in timp real.

Poluarea aerului și măsurătorile gazelor cu efect de seră stau la baza unei varietăți uriașe de aplicații, de la cercetări academice la servicii pentru persoane fizice și companii. Pe lângă unii parametri meteorologici de bază, măsurătorile compoziției aerului au fost făcute în mod tradițional de organizații specializate și utilizatori calificați.

1.2. Scopul tezei

În lucrare se expune activitatea de cercetare și experimentare de pe parcursul programului de doctorat al autorului. Pentru început se determină cerințele exacte ale sistemului pentru monitorizarea habitaculului interior al unui autovehicul. Urmează proiectarea și implementarea sistemelor, pe final sunt detaliate dispozitivele rezultate, datele colectate de la mai multe prototipuri montate pe autovehicule și modul de utilizare al acestora.

În zilele noastre, oamenii petrec foarte mult timp în mașină, în special în blocajele de trafic, care cresc expunerea la emisiile auto. Senzorii bazați pe tehnologia MEMS sunt prin dimensiunile lor reduse și tehnologia de ambalare potriviți pentru integrarea multi-senzorilor.

Se urmărește evidențierea și crearea unei perspective noi asupra compoziției atmosferice în aplicații precum managementul poluării aerului în oraș, unde cerințele de date ale sistemului cu senzori nu au fost încă stabilite și metodele de colectare a datelor

sunt încă la început. Combinația crescută a combustibililor fosili în secolul trecut este responsabilă pentru schimbările progresive ale compoziției atmosferice.

Totodată, se dorește implementarea unui mod de alertare a utilizatorilor a eventualelor pericole ce ar putea apărea în utilizarea autovehiculelor, pentru a face mașina autonomă mai conștientă de împrejurări.

1.3. Conținutul tezei

S-au studiat aspectele teoretice și practice, precum metode, tehnici și sisteme deja existente în prezent, în vederea măsurării nivelului de poluanți din aer, măsurarea temperaturii, detecția gesturilor, gestionarea dispozitivelor IoT și a utilizării senzorilor MEMS. Totodată sunt evidențiate provocările existente în măsurarea nivelului de poluanți.

Sunt dezvoltate mai multe prototipuri ce au ca scop rezolvarea unor probleme de interes în mediile universitare și de cercetare, cu largă aplicabilitate în industria automobilului, unde s-a pus accentul pe reducerea temperaturilor de operare și mărirea fiabilității acestora.

Au fost proiectate două interfețe pentru vizualizarea și managementului datelor de la mai multe dispozitive IoT.

2. Siguranța și prevenția în utilizarea automobilului

Poluarea atmosferică constă în efectul de modificare a echilibrelor dintr-un ecosistem prin acțiunea poluanților. Aerul trebuie să aibă o anumită componentă, pentru a sprijini viața de orice natură, orice gaz dăunător sau molecule care poate cauza decese, alergii sau boli și intervine în componența aerului se definește ca agent poluant [1]. Efectele poluării asupra oamenilor sunt multiple, se precizează în [2,3] că poluarea aerului afectează circulația sângelui prin vene, provocând astfel atacuri de inimă sau infarcturi prin afectarea vaselor de sânge din creier .

Surse de poluare, conform [4]. :

Naturale :

- incendii,
- emanații vulcanice,
- polen, etc.

Cele mai comune surse de poluare sunt generate de activități umane:

- Praf fin de la șantierele de construcții și utilizarea autovehiculelor
- Arderea lemnului și a cărbunilor generând oxid de sulf (SO₂)
- Utilizarea combustibililor la producerea de energie, în special în industria auto generând oxid de azot (NO_x) și oxid de carbon (CO și CO₂)
- Compuși organici volatili (COV) sunt generați din prelucrarea cărbunilor sau din industria chimică (vopsele, lacuri)
- Smog-ul generat de reacția oxizilor de azot și hidrocarburi în prezența luminii soarelui

Calcularea indicelui calității aerului AQI (Air Quality Indicator)

AQI funcționează ca un termometru care merge de la 0 la 500 de grade. Cu toate acestea, în loc să arate schimbările de temperatură, AQI este o modalitate de a arăta modificări ale cantității de poluare din aer. La limita dintre categoriile AQI, există un salt discontinuu al unei unități AQI. Pentru a converti de la concentrație la AQI, este utilizată următoarea ecuație:

$$I = \frac{I_{high} - I_{low}}{C_{high} - C_{low}} (C - C_{low}) + I_{low}$$

Simptome și consecințe expunerii la poluare

Poluarea aerului are efecte acute și cronice asupra sănătății umane, afectând o serie de sisteme și organe diferite. Aceasta variază de la iritații ale căilor respiratorii superioare până la boli respiratorii și cardiace cronice, cancer pulmonar, infecții respiratorii acute la copii și bronșită cronică la adulți, agravarea bolilor pulmonare preexistente sau a atacurilor astmatice. Până la 92% din populația lumii trăiește în regiuni în care nivelurile de poluanți ai aerului sunt mai mari decât limitele specificate de Organizația Mondială a Sănătății [6].

Protecția circuitelor pentru aplicațiile în electronica auto

O schimbare majoră a fost progresul echipamentelor și sistemelor electronice care au înlocuit dispozitivele mecanice, însă fără o protecție adecvată, aceste sisteme electronice pot eșua fără avertizare. Proiectarea circuitelor electronice destinate utilizării în industria automotive presupune foarte multe provocări, precum luarea în calcul a variațiilor mari de temperatură, de la -40 până la +85 °C, iar umiditatea poate varia de la valori minime ale deșertului până la valori maxime al unui lac. [9].

Protecții utilizate în cadrul tezei:

- **Protecția echipamentelor la descărcarea electrostatică.** Cea mai întâlnită metodă de protecție la ESD este utilizarea varistoarelor. Un varistor este o componentă electronică a cărei rezistență variază cu tensiunea aplicată [11]. Protecția oferită de varistoare nu este îndeajuns de a fi folosită pentru toate tipurile de periferice ale sistemului astfel se vor utiliza în paralel diode de suprimare a tensiunii tranzitorii (TVS).
- **Protecția echipamentelor la supraîncărcare.** O soluție pentru protecția la supraîncărcare este utilizarea varistoarelor oxid-metalice (MOV) sau diode de suprimare a tensiunii tranzitorii (TVS) pentru protecția la supratensiune, conectate împreună cu un termistor cu variație pozitivă a rezistenței cu temperatura (PTC) pentru a limita curentul de supratensiune .
- **Protejarea la scurtcircuit.** În cadrul proiectului se vor utiliza componentele PTC MF-RHT450-AP, în momentul apariției unui scurtcircuit componenta se va încălzi, rezistența internă mărindu-se tăind curentul defect. După rezolvarea scurtcircuitului, PTC-ul se va răci și va permite curgerea normală a curentului, circuitul fiind astfel utilizabil. Pentru protecția la ESD se vor utiliza diode TVS pentru a tăia vârfurile de tensiune pe liniile de control și intrările senzorilor. Acestea se vor folosi împreună cu protecția la scurtcircuit oferită de componentele PTC pentru a asigura siguranța utilizării circuitelor.
- **Compatibilitatea electromagnetică.** Pentru a mări imunitatea circuitului la câmpurile electromagnetice, dar și pentru limitarea generării de energie electromagnetică, se folosește un filtru trece jos LC pentru a filtra zgomotul de înaltă frecvență din exteriorul sistemului, dar și din interiorul acestuia. Pentru toate circuitele integrate folosite în proiect au fost utilizate condensatoare de decuplare de 100nF pe pinii de alimentare, acestea furnizând suficientă energie pinului la care este conectat pentru a menține tensiunea stabilă, în cazul în care tensiunea de intrare fluctuează.

3.Sistem IoT pentru achiziția datelor despre calitatea aerului

Acest sistem este bazat pe microcontrolerul ATmega 2560 și combină mai mulți senzori, majoritatea utilizând tehnologia sistemelor micro electromecanice (MEMS), capabili să măsoare presiunea, temperatura, umiditatea, compusul organic volatil, dioxid de carbon, gaz combustibil, sulfură de hidrogen, oxid de azot și particule, cu avantajul unui răspuns rapid, preț scăzut și integrare ușoară cu alte sisteme. Totodată este capabil să avertizeze utilizatorul de un eventual nivel periculos al nivelului de poluanți cu ajutorul unui display, astfel orice pericol detectat poate fi combătut mai rapid. Accesul la internet este asigurat de utilizarea microcontrolerul ESP8266, modul de interacțiune cu sistemul în

autovehicul este realizat prin utilizarea unui sistem de afișare și control bazat pe tehnica de detecție a gesturilor, folosind senzori cu infraroșu.

Sistemul este realizat din mai multe subsisteme interconectate, componente modularizate, pentru a avea o adaptabilitate mare și o eficiență crescută, utilizând toate resursele.

În Fig.3.1 se prezintă schema bloc a sistemului, acesta având următoarele componente:

- Placa de baza sau motherboard
- Modul senzori calitate aer
- Modul expansiune
- Interfața utilizator
- Senzor particule
- Microcontroler ESP8266

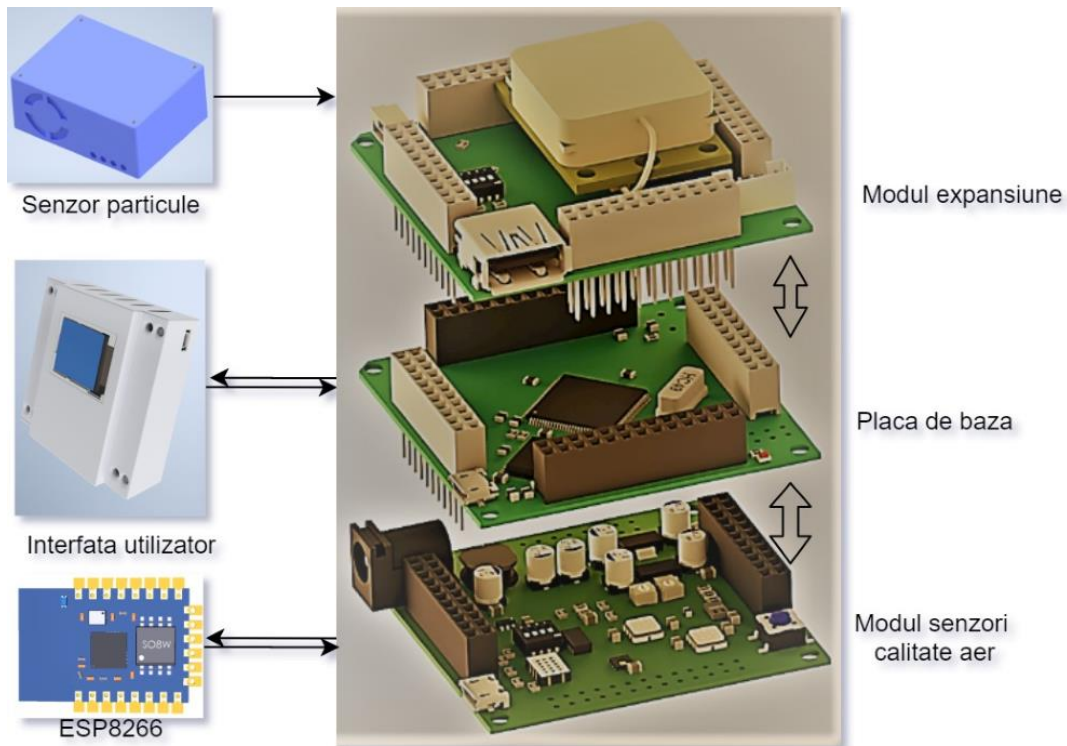


Fig. 3.1 Schema bloc sistem IoT pentru achiziția informațiilor despre calitatea aerului

3.1. Platforma de dezvoltare folosind ATmega2560

Placa de bază ilustrată în Fig.3.1, este proiectată astfel încât să poată fi adaptată pentru mai multe funcționalități, în cadrul proiectului, aceasta va fi utilizată în achiziția și procesarea informațiilor de la senzorii de calitate a aerului și informațiile despre locația actuală de la modulul GPS.

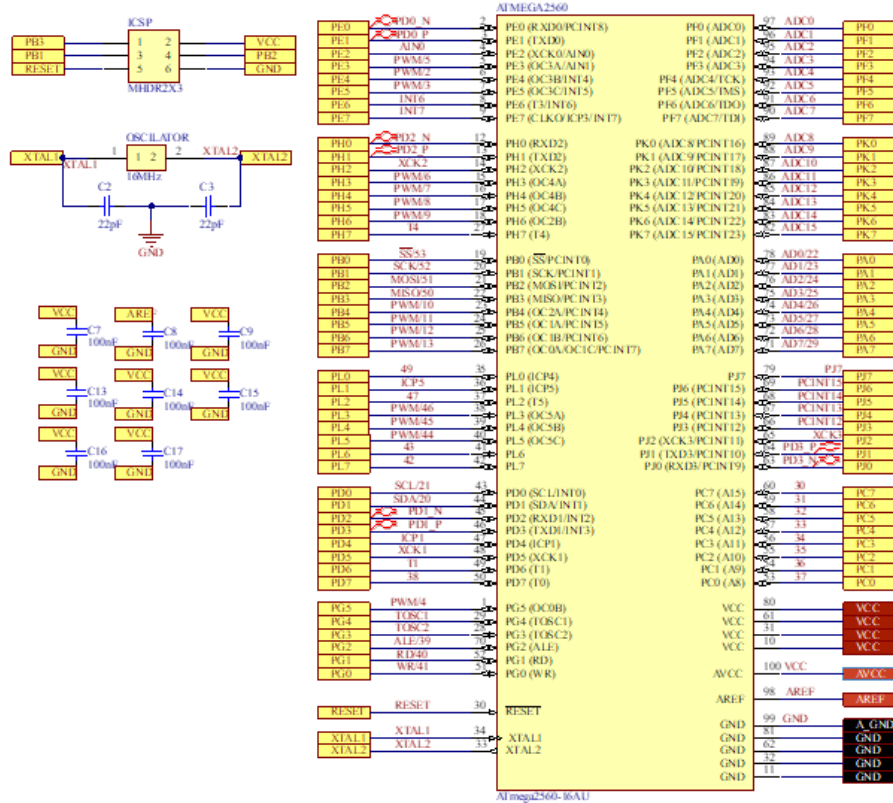


Fig. 3.2 Schema electrică ATmega2560

Placa cu circuite imprimate (PCB) a fost realizată astfel încât să i se poată mări funcționalitatea prin atașarea de hardware suplimentar, utilizând patru conectori care oferă acces la pinii de intrare/ieșire ai microcontrollerului ATmega2560. Prin intermediul acestora se poate realiza și alimentarea circuitului (Fig.3.3), cu scopul de a reduce complexitatea muncii în noile sisteme și de a facilita obținerea de rezultate imediate. S-a conceput placa de bază astfel încât să aibă un consum redus de energie și o interfață de programare, comunicare și depanare printr-o interfață serială, utilizând un convertor USB-serial, circuitul integrat FT232RL (Fig.3.3).

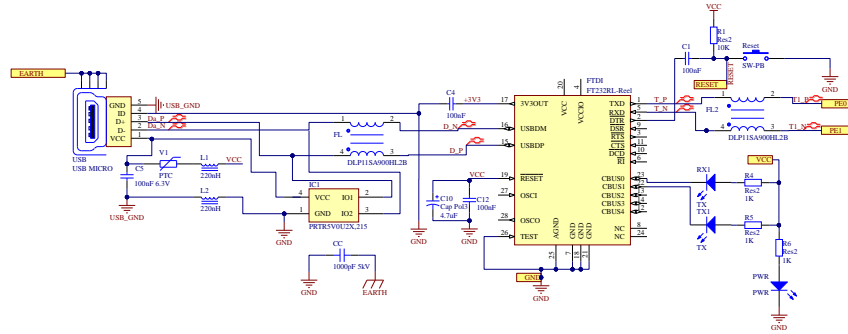


Fig. 3.3 Interfața serială a plăcii de bază

Alimentarea circuitului se poate realiza cu ajutorul mufei micro USB existentă pe circuitul imprimat sau prin pinii de la conectori. Configurația pinilor la conectori a fost astfel concepută pentru extinderea utilizării acestora de către alte module.

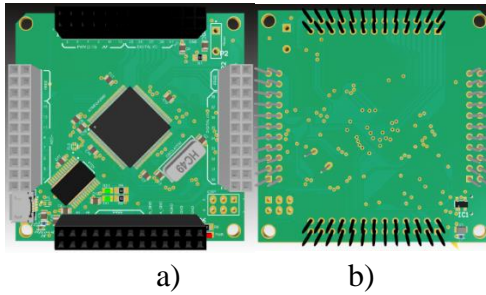


Fig. 3.4 Layout placa de bază TOP a), BOT b)

3.2. Modul expansiune

Modulul conține un conector USB pentru interfața cu sistemul de afișare și control, un modul de încărcare pentru un acumulator, un conector pentru senzorul de particule PMS5003, un conector pentru modulul GPS NEO6MV2, cei patru conectori pentru conexiunea cu placa de bază și un conector pentru microcontrolerul ESP8266.

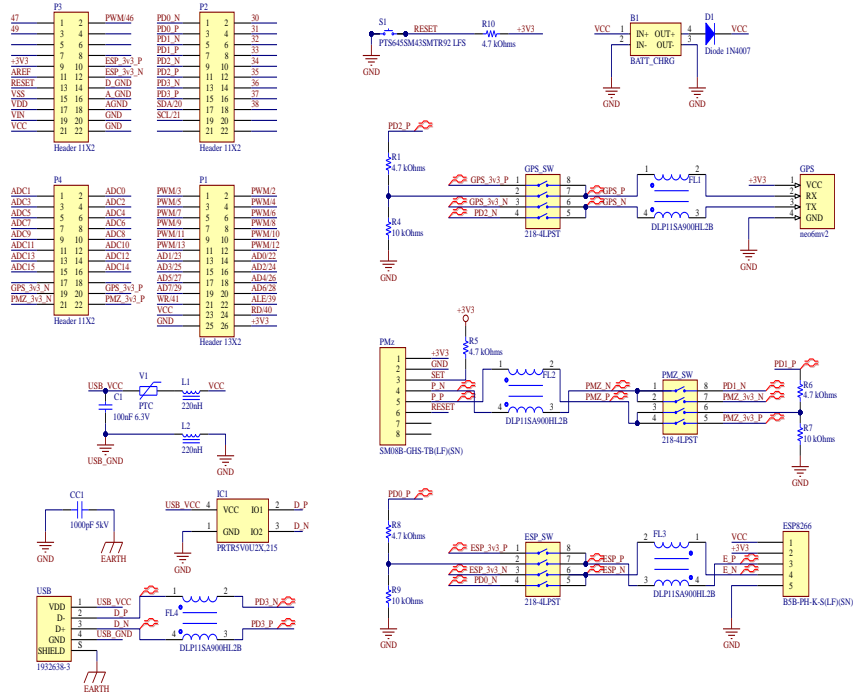


Fig. 3.5 Schema electrică modul expansiune

Alimentarea și comunicația modului cu placa de bază se efectuează cu ajutorul celor patru conectori. Pentru interfața serială cu modulul GPS, senzorul de particule și microcontrolerul ESP8266 s-au prevăzut switch-uri care pot comuta între conexiunea cu nivel logic de 5V de la placa de bază sau o conexiune rutată la pini rămași liberi de la conectori, aceasta din urmă putând fi utilizată pentru viitoare îmbunătățiri ale sistemului cum ar fi utilizarea unui alt microprocesor sau adăugarea unui nou modul.

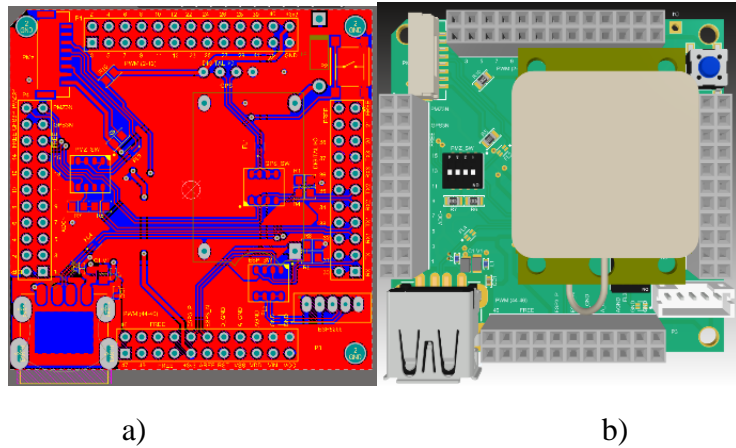


Fig. 3.6 Vizualizare modul expansiune TOP a) layout, b)3D

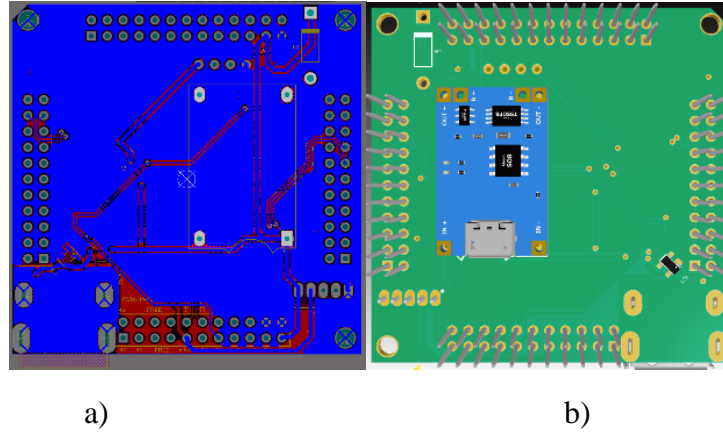


Fig. 3.7 Vizualizare modul expansiune BOT a) layout, b) 3D

3.3. Modul senzori calitate aer

Interfața senzorilor cu microcontrolerul este descrisă în Fig.3.8. Cea mai mare parte a comunicării se realizează prin protocolul I²C. Cu toate acestea, unii dintre senzori sunt analogici. În acest caz, datele sunt convertite de un ADC înainte de a trece de la placa de senzori la placa de bază .

| | Carbon dioxide and nitrogen oxide | Volatile organic compounds | Humidity and temperature | PM _{2.5} | Combustible gas | Hydrogen sulfide | Smoke and particle |
|-------------------------|-----------------------------------|----------------------------|---------------------------------|--------------------------|---|-------------------------------------|--------------------|
| Sensor | MICS4514 | CCS811 | HDC1080 | PMS5003 | GM-402B | GM-602B | MAX30105 |
| Interface | Two ADC channels | I ² C | I ² C | RS232 | One ADC channel | One ADC channel | I ² C |
| Range | CO:1 ~ 1000ppm NO2: 0.05~10ppm | VOC: 0ppb ~ 32768ppb. | %RH: 0 ~ 100 Temp: -40 ~ 125 | 0.3~1.0; 1.0~2.5; 2.5~10 | Detection Range CH4, C3H8 : 1 ~ 10000ppm | Detection Range H2S: 0.5 ~ 50ppm | PM 2.5 - PM 10 |
| Power consumption (max) | 81mW | 60mW | 66uW | 80mW | 80mW | 40mW | 35mW |
| Price | £7.55 | £9.25 | £2.63 | £16 | £3.26 | £5.00 | £6.29 |

Fig. 3.8 Informații despre senzorii folosiți, preț, energie consumată și interfața lor

Realizarea modului experimental

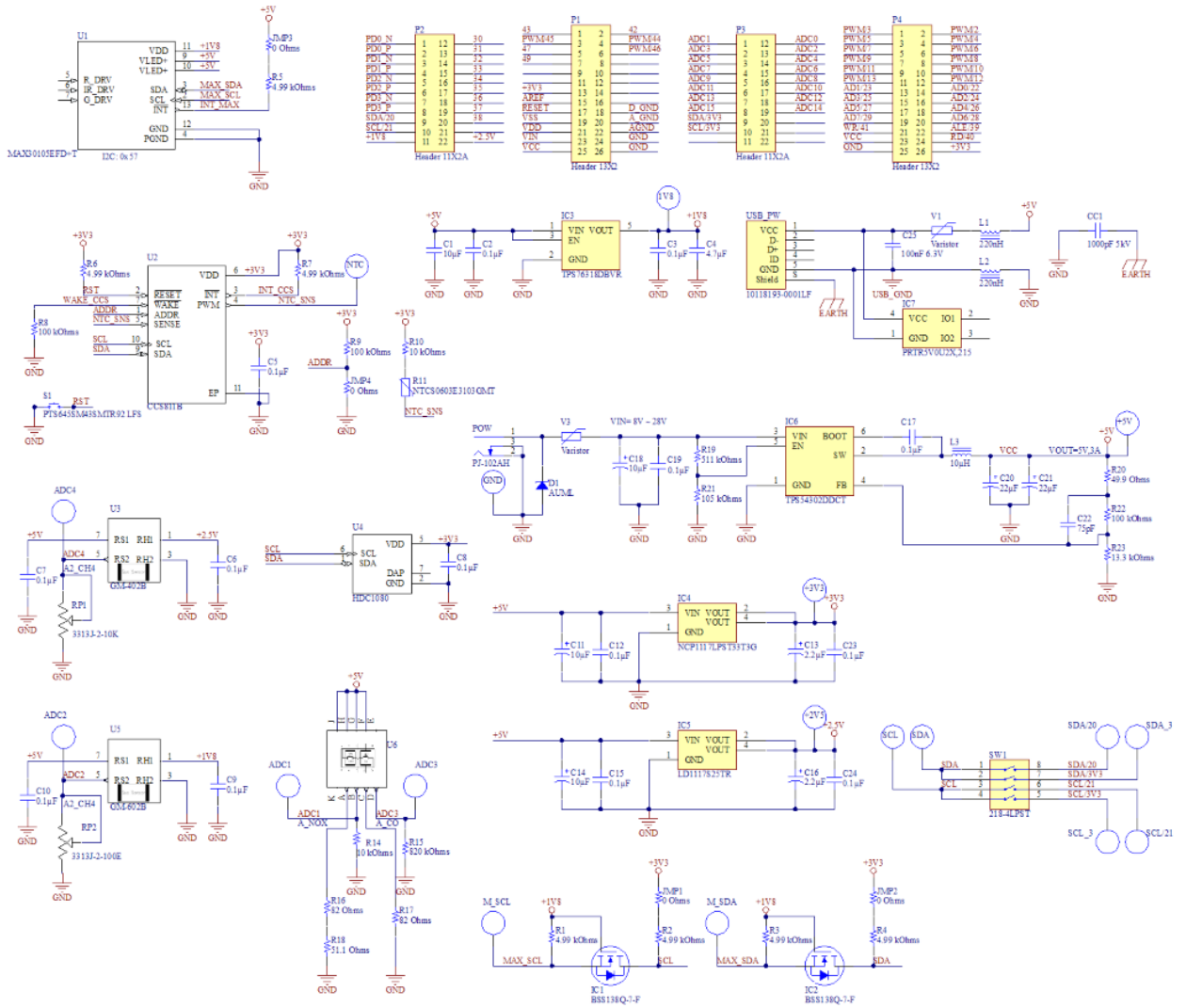


Fig. 3.9 Schema electrica modul experimental

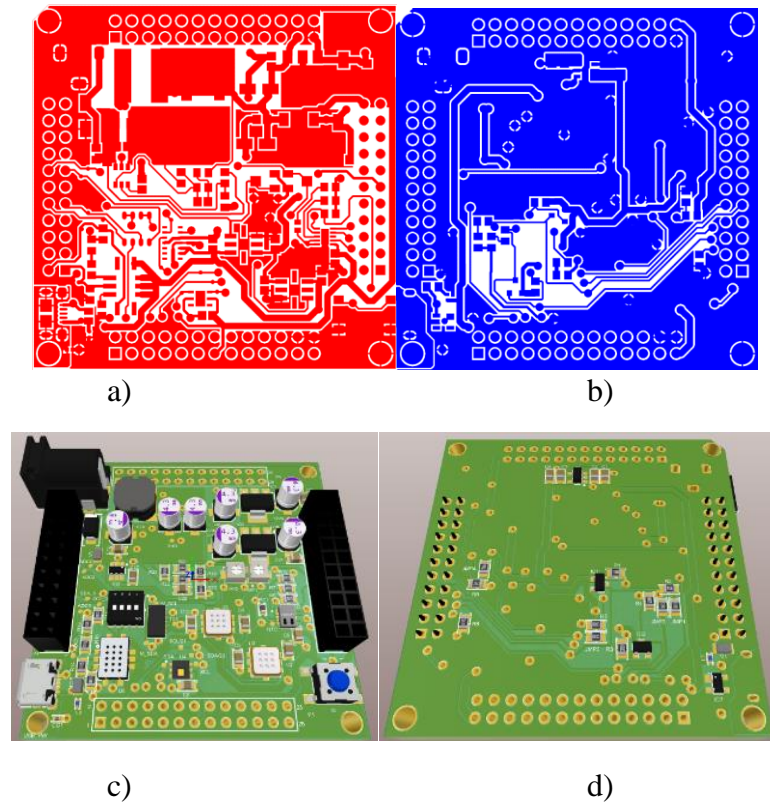


Fig. 3.10 Layout modul experimental TOP a) BOT b) TOP 3D c) BOT 3D d)

Alimentarea sistemului

Alimentarea sistemului se poate realiza în 2 moduri: folosind mufa USB existentă pe modul, sau utilizând o mufă prin care se alimentează de la priza de 12V a autovehiculului. Deoarece senzorii au nevoie de tensiuni diferite de alimentare a fost necesară proiectarea mai multor surse de tensiune:

- +5V
- +3.3V
- +2.5V
- +1.8V

Influența regimului termic asupra funcționalității senzorilor și integritatea alimentării

Proiectarea modului de achiziție a datelor de la senzorii necesită o atenție sporită asupra regimului termic, dar și electric, de funcționare. Simularea DC este folosită în paralel cu simularea termică pentru a analiza migrația temperaturii între senzori și pentru a detecta eventualele zone calde cauzate de temperatură.

Modelarea termică și electrică este parte integrată în procesul de realizare a circuitelor imprimate, existând pe piață mai multe aplicații care oferă o analiză cu diferite grade de precizie.

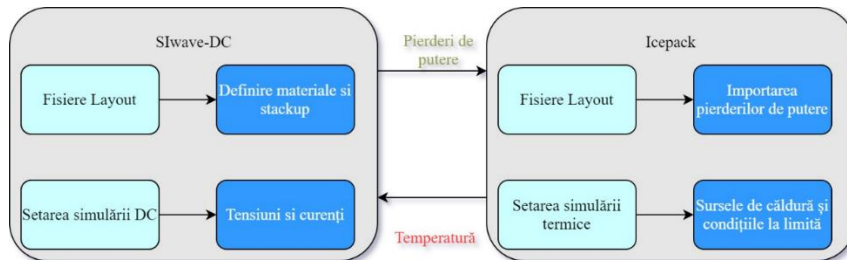


Fig. 3.11 Schema bloc interconectare SIwave-DC-->Icepack

Simularea DC s-a realizat folosind platforma SIwave de la ANSYS [66], analizele efectuate fiind :

- Analiza căderilor de tensiune pentru traseele de alimentare și masă
- Analiza distribuției de curent incluzând calea de întoarcere
- Analiza densității de putere
- Comunicația cu ICEPACK [66] pentru analiza termică

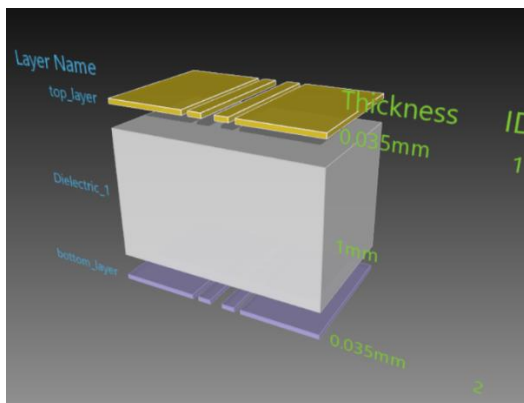


Fig. 3.12 Setare dimensiune padstack

Pentru fiecare capsulă care se va simula i se realizează modelul termic (Fig 3.13), pentru a-i simula temperatura doar în puncte critice, folosind aplicația ICEPACK, detaliind informațiile despre aria activă (a), interfața (b) între aria activă și baza de cupru (c) și pini componente (d-f),folosind astfel mai puțină putere de procesare.

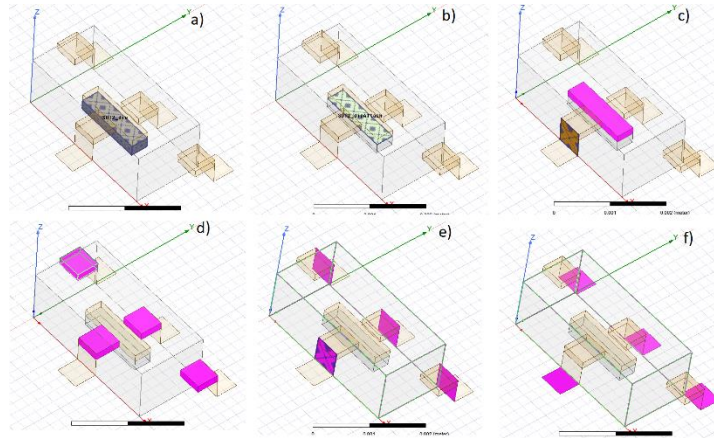


Fig. 3.13 Exemplu model termic

3.4. Sistem de afișare și control bazat pe tehnica de detecție a gesturilor folosind senzori cu infraroșu

În abordarea privind proiectarea acestui microsistem de detecție a gesturilor s-a încercat și reușit extinderea numărului de senzori pentru detecție, de la 2 sau 3, câți sunt folosiți în prezent în alte microsisteme de același fel, la un număr total de 4 senzori. Utilizând această abordare nouă, în timp ce majoritatea detectoarelor de gesturi existente utilizează două fotodiode și pot detecta doar câteva gesturi (de exemplu, de sus în jos, de jos în sus), dublând numărul LED-urilor și fotodiodelor, mărind-l la patru, respectând aceleași reguli am crescut și numărul de gesturi detectate la 5 (sus->jos, jos->sus, stânga->dreapta, dreapta->stânga și apropiere).

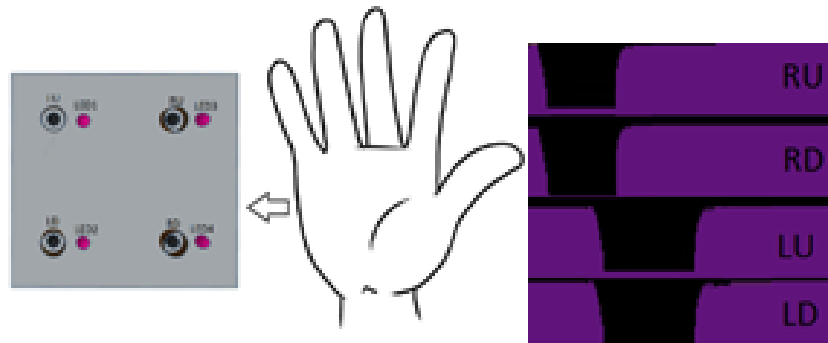


Fig. 3.14 Mișcarea mâinii de la dreapta la stânga deasupra microsistemului cu patru fotodiode (stânga) și citirea tensiunii corespunzătoare (dreapta)

Gesturile detectabile sunt:

- Jos- sus (mișcare a mâinii de jos în sus)
- Sus- jos (mișcare a mâinii de sus în jos)
- Stânga-dreapta (mișcare a mâinii de la stânga la dreapta)
- Dreapta-stânga (mișcare a mâinii de la dreapta la stânga)
- Jos (mâna este poziționată deasupra tuturor senzorilor)

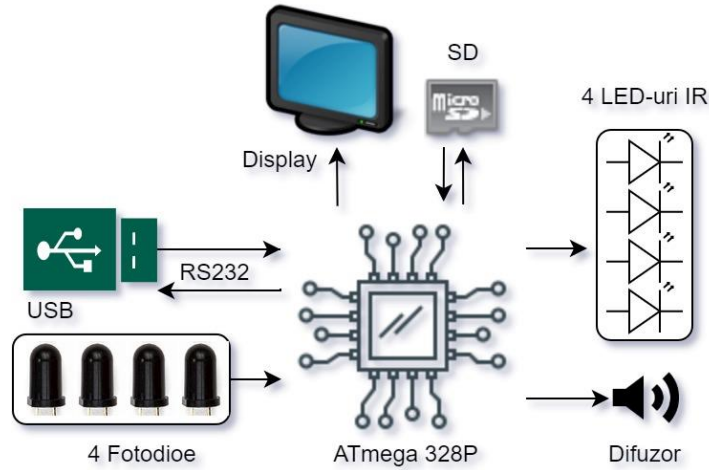


Fig. 3.15 Schema bloc prototip

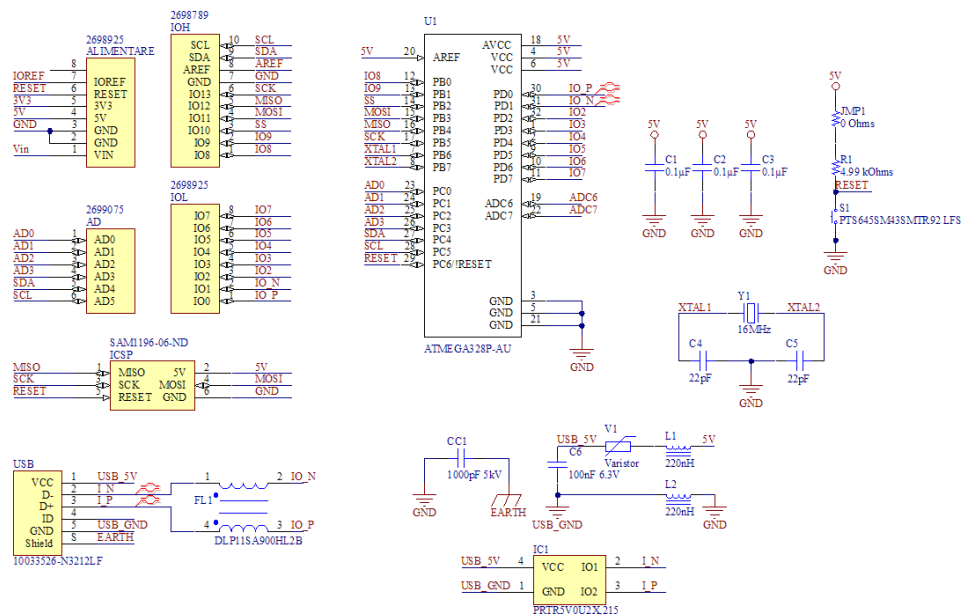
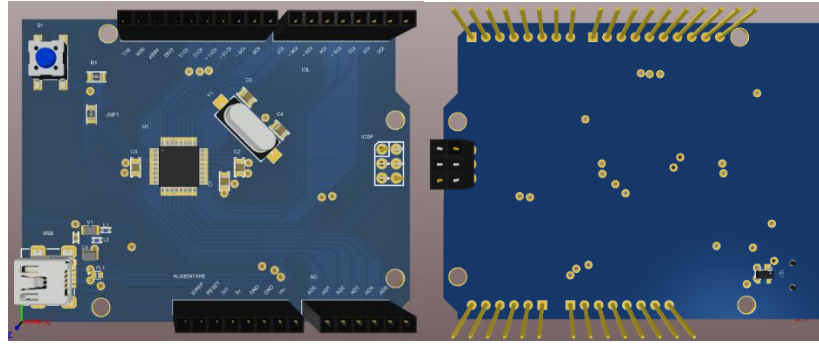


Fig. 3.16 Schema electrica circuitul imprimat principal



a) b)

Fig. 3.17 Layout PCB circuit principal TOP a), BOT b)

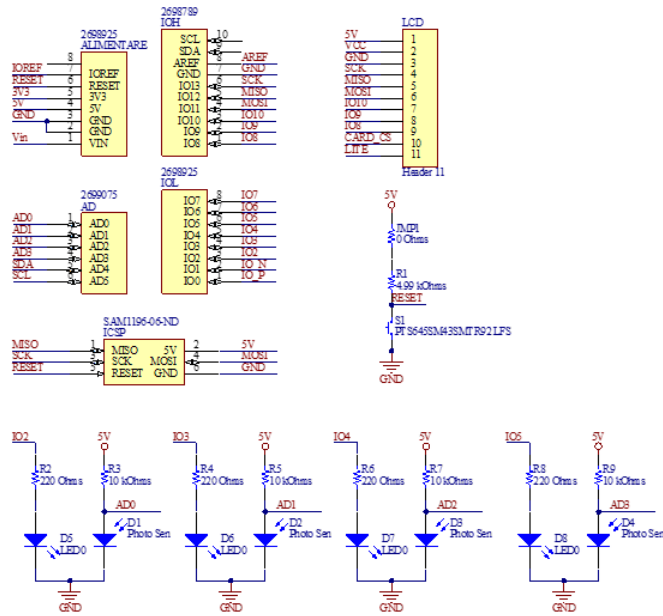


Fig. 3.18 Schema electrică a circuitului imprimat secundar

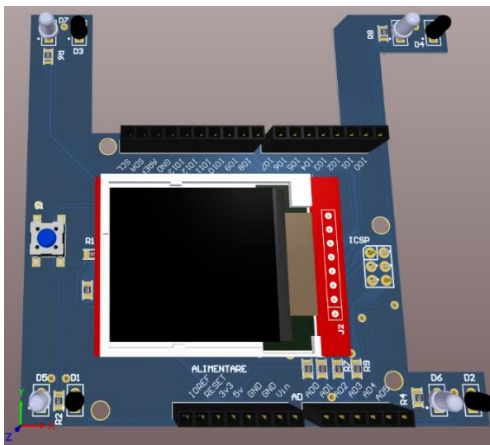


Fig. 3.19 Vedere TOP a circuitul imprimat secundar

3.5. Asamblarea sistemului

În Fig. 3.20 se observă modul de stivuire a sistemului de detecție a gesturilor, în partea superioară circuitul secundar, iar în partea inferioară se află circuitul principal al sistemului cu microprocesorul ATmega328P.

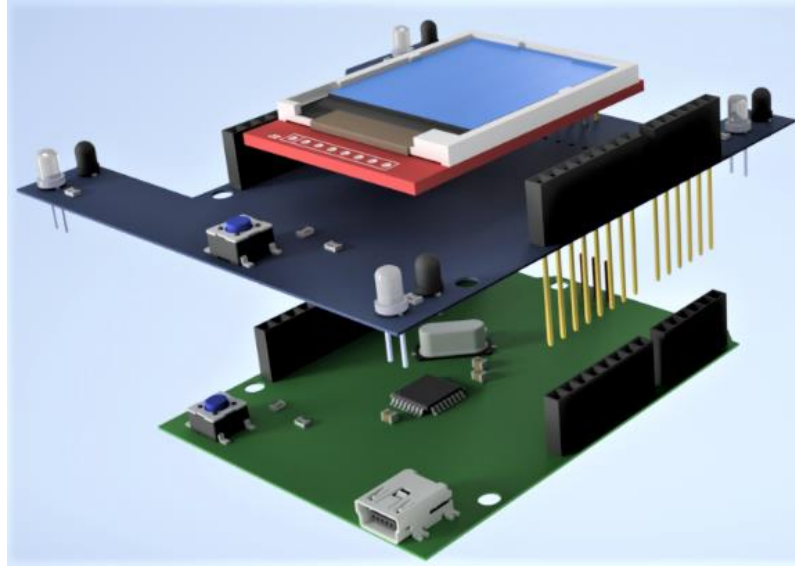


Fig. 3.20 Stivuirea celor 2 circuite

În Fig. 3.21 se observă modul de asamblare a modulelor sistemului de măsurare a calității aerului împreună cu senzorul PMS5003.

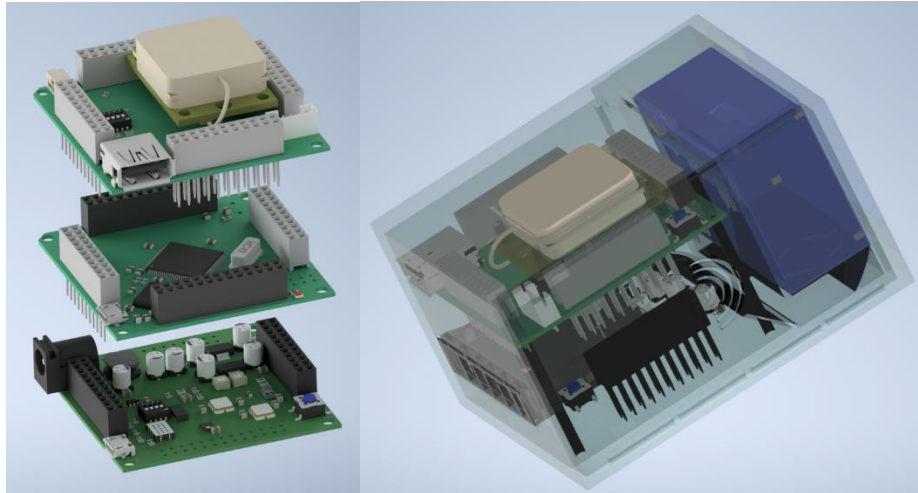


Fig. 3.21 Asamblarea modulelor sistemului de măsurare a calității aerului împreună cu senzorul PMS5003.

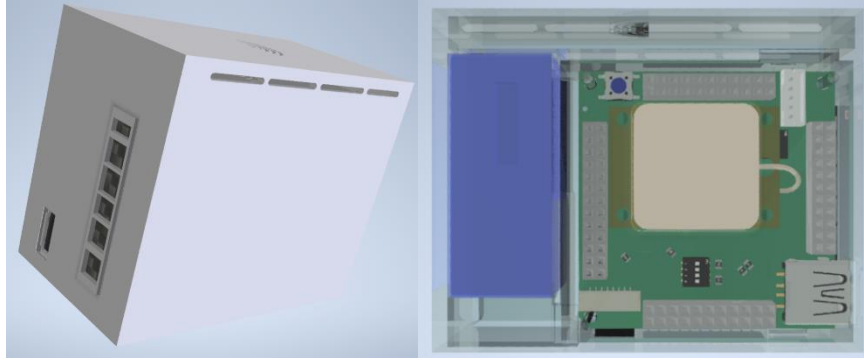


Fig. 3.22 Modelul 3D si compartimentarea cutiei sistemului

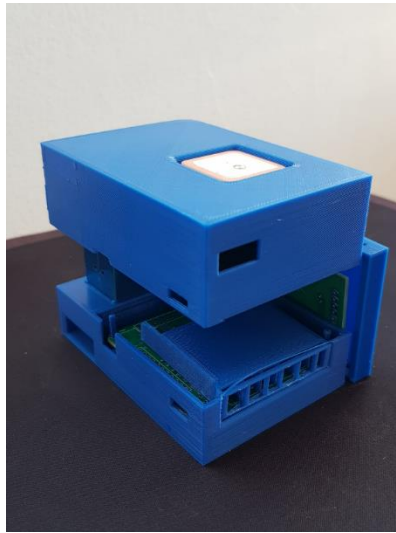


Fig. 3.23 Asamblarea carcusei

4. Sistem IoT de măsurare a temperaturii în mai multe puncte simultan folosind senzor bazat pe tehnologia MEMS

Studiul are la bază senzorul de căldură în infraroșu de înaltă precizie AMG8834, care utilizează tehnologia sistemelor micro electromecanice (MEMS) capabil să realizeze o hartă a căldurii suprafețelor astfel să facă utilizatorul conștient de un eventual pericol, cu capacitatea de a măsura în mai multe puncte temperatura unei suprafețe (corpul uman, piese auto), nu temperatura aerului înconjurător așa cum o fac modulele existente pe piață. Acesta vizează în principal utilizarea sistemului în interiorul vehiculelor autonome, pe măsură ce acestea devin din ce în ce mai avansate, ele vor acționa ca un șofer, luând copii de la școală, transportând persoane rănite ca ambulanță și multe alte activități care vor deveni uzuale în viața de zi cu zi. Deoarece nu va exista o persoană în mașină care să monitorizeze, necesitatea unei alerte în caz de pericol este tot mai mare. De obicei, vehiculele se încălzesc rapid, o mare parte din temperatura din interior crescând în primele 15 până la 30 de minute [59]; temperaturile interioare cresc foarte rapid și s-a descoperit că ajung la temperatura critică de 40 °C în aproximativ 8 minute într-o zi de vară.

Senzorul de temperatură AMG8834

Senzorul MEMS AMG8834 este un ansamblu hibrid plasat într-o carcasă ceramico-metalică sub forma unui modul SMD cu 14 pini. Acesta este alcătuit dintr-o lentila din siliciu cu câmp vizual de 60°, o bază ceramică, un detector cu infraroșu sub forma unei matrice senzoriale MEMS de 8x8, un termistor și un cip integrat digital-analog (interfața I²C), care este necesar pentru procesarea semnalelor de la matrice, control și comunicarea cu microcontrolerul. AMG8834 este un senzor matrice în infraroșu de tip Grid-Eye, acesta detectează căldura (razele infraroșii) corpului uman și al altor obiecte, de la -20 °C la 100 °C cu o precizie de ± 3 °C până la de 10 ori pe secundă. Fiecare pixel are un câmp de vizualizare de 7,5 ° și o gamă de până la 7 metri ceea ce îl face alegerea perfect pentru a fi utilizat în interiorul mașinii. Senzorul face posibilă formarea imaginii termice a obiectelor înconjurătoare sub forma unei matrice 8x8 pe care o trimite la microcontroler. Fiecare celulă a matricei este asociată cu temperatura obiectului care a picat în câmpul vizual al unei anumite celule receptive. Grid-EYE este un senzor foarte prietenos și economic, ideal pentru aplicații wireless IoT (Internetul Lucrurilor).

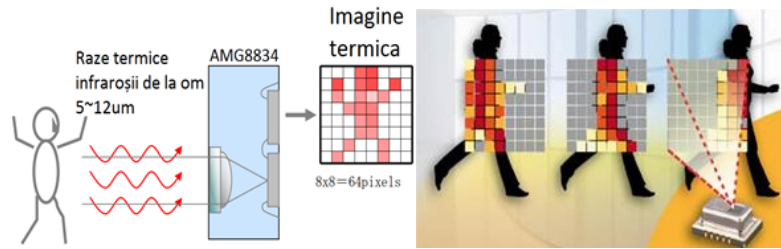


Fig. 4.1 Principiul de funcționare al senzorului AMG8834, (a- detecția temperaturii corpului uman, b- detecția mișcării) [65].

Modul de comunicare cu senzorul se realizează prin intermediul regiștrilor, cu ajutorul acestora se pot configura mai multe setări, cele mai importante sunt modurile de operare (tabelul de mai jos), numărul de cadre pe secundă (1: 1FPS- 1 cadru pe secundă, 0: 10FPS- 10 cadre pe secundă) sau generarea de întreruperi dacă temperatura citită la unul dintre pixeli depășește o valoare setată inițial.

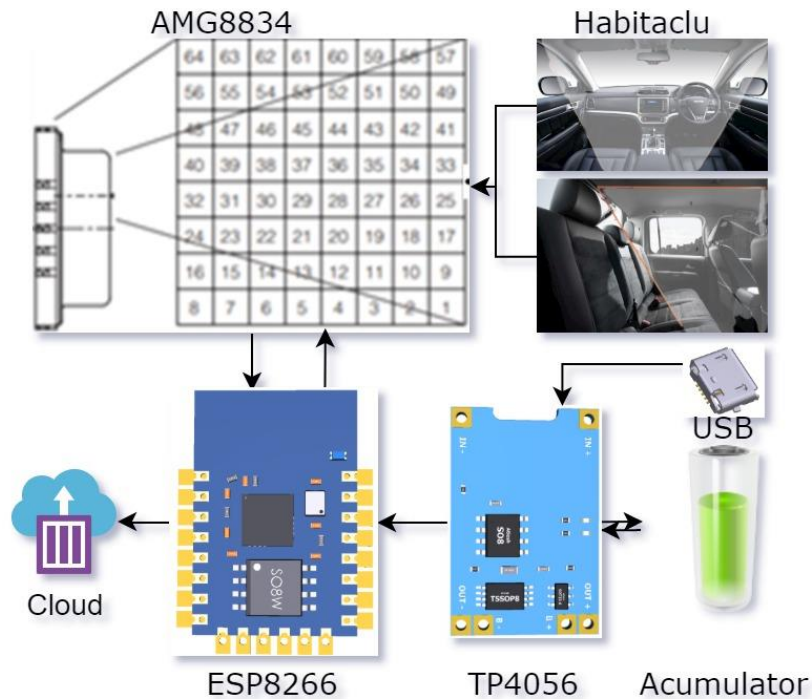


Fig. 4.2 Schema bloc a sistemului

4.1. Calcul poziționare senzor

Sistemul va fi amplasat convenabil în interiorul vehiculului. Pentru acest lucru, s-a studiat cea mai bună amplasare pentru senzor, pentru a-i determina poziția optimă astfel încât acesta va avea câmpul de vizualizare cel mai mare.

Pe baza acestor informații s-a ales plasarea senzorului în partea din spate a autovehiculului pentru a avea un câmp de vizualizare cât mai mare, astfel încât el să poată detecta radiația infraroșie venită atât dinspre scaunele din spate, dar și din față și de pe bordul mașinii.

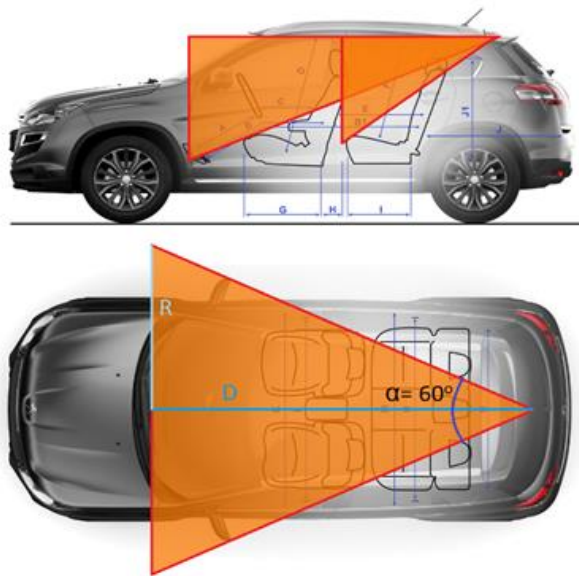


Fig. 4.3 Câmpul de vizualizare al senzorului

4.2. Realizare prototip.

Prototipul este alcătuit din două circuite imprimate, unul principal care conține microcontrolerul ESP8266, conectorul USB pentru alimentarea microsistemului, o sursă de alimentare reglată de 3.3V și doi conectori, P1 și P2, pentru adăugarea de hardware suplimentar. (Fig.4.5) și un circuit imprimat secundar, care este stivuit peste cel principal, conexiunea între cele două circuite fiind realizată cu ajutorul celor doi conectori P1 și P2 și conectorului FTDI.

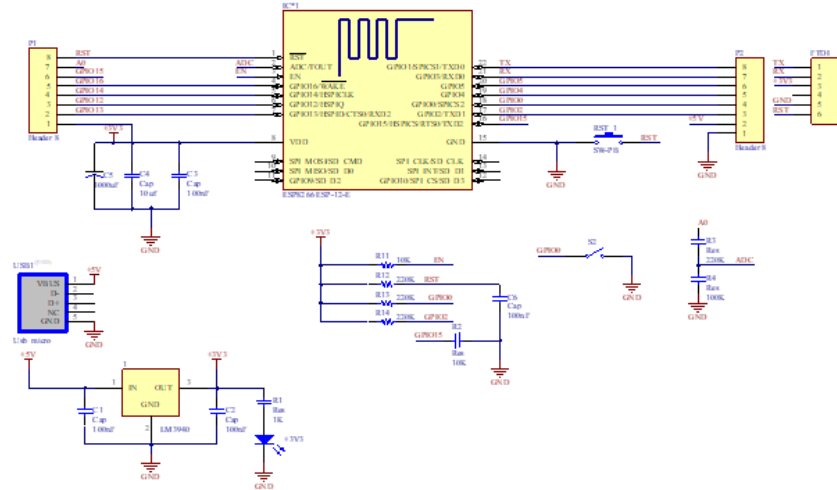


Fig. 4.4 Schema electronică cu microcontroler ESP8266

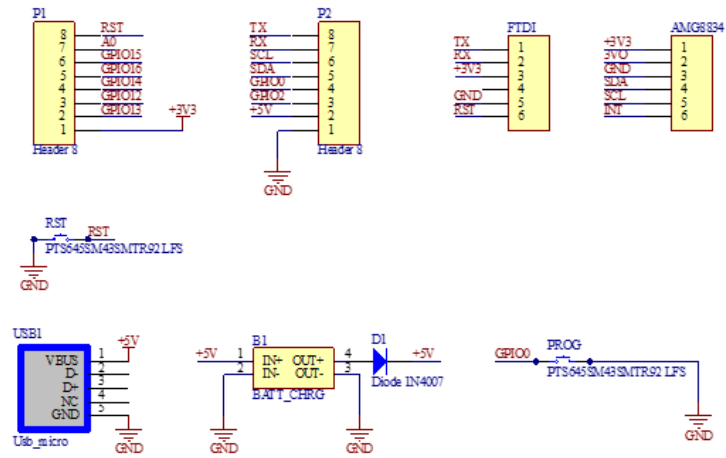
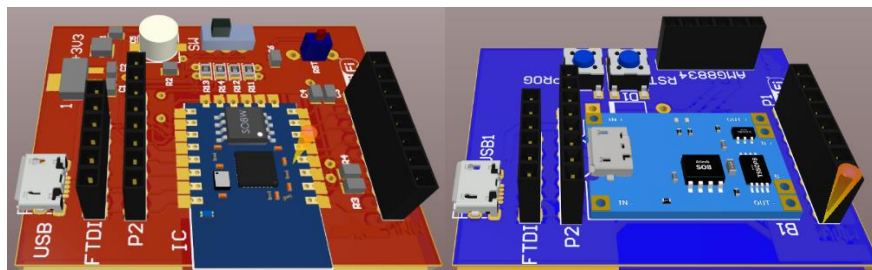


Fig. 4.5 Schema electronică circuit secundar



a)

b)

Fig. 4.6 Layout circuit imprimat principal (a) si secundar (b).

4.3. Asamblarea sistemului

Ansamblul este astfel conceput astfel încât totul să fie stivuit unul peste celălalt ca un sandwich, în timp ce este permis încă accesul la măsurători și viitoare adăugări de module.

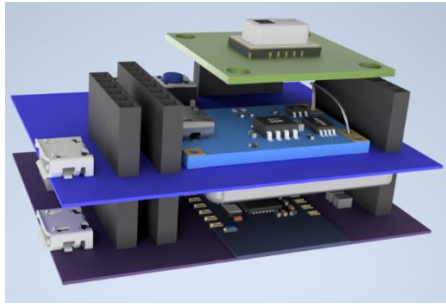


Fig. 4.7 Modul de stivuire a circuitelor

5. Soluție pentru vizualizarea și centralizarea datelor online primite de la dispozitivele IoT

Pentru a putea vizualiza și stoca datele primite de la nodurile senzorilor IoT au fost cercetate mai multe opțiuni existente. Problemele care s-au vrut a fi rezolvate au fost vizualizarea datelor de la fiecare nod de senzori pe o hartă, stocarea datelor în cloud pentru analiza acestora, semnalarea de tip alertă a eventualelor evenimente apărute în timp real și vizualizarea informațiilor primite de la senzori folosind cloud, totodată urmărind și siguranța comunicațiilor.

S-au studiat mai multe opțiuni existente pe piață care oferă soluții de gestionare a dispozitivelor conectate la internet și au fost alese câteva dintre ele pentru a fi analizate pe larg. S-a luat în considerare utilizarea exclusivă a platformelor online fără folosirea unor servere locale pentru o mai bună gestionare și siguranță a datelor.

Câteva din informațiile importante care sunt necesare a fi vizualizate în timp real sunt datele despre locație, ora la care au fost trimise datele respective și informațiile de la senzori. De asemenea s-au căutat soluții pentru trimiterea de alerte, pe un dispozitiv smartphone, în cazul unor eventuale pericole.

5.1. Introducere

După cum a fost descris mai sus, s-a urmărit dezvoltarea unei platforme pentru a vizualiza datele de la senzori IoT mobili. Există foarte multe soluții pentru vizualizarea datelor online, fiecare cu avantajele și dezavantajele lor, de aceea este nevoie de combinarea acestora pentru a crea o soluție optimă.

Mic sumar al problemelor ce se vor a fi rezolvate:

1. Trimiterea datelor de la senzorii de calitate a aerului și de la senzorul de temperatură în puncte într-un mediu IoT în cloud
2. Stocarea și analiza datelor primite în cloud
3. Trimiterea în timp real de alerte în cazul unui pericol detectat
4. Vizualizarea datelor despre calitatea aerului pe o hartă interactivă folosind datele stocate în cloud, luând în considerare faptul că sistemele IoT care vor trimite informații, în cloud, nu vor fi statice.

5.2. Motivație

Reprezentarea grafică a datelor a apărut cu mult timp înainte de apariția tehnologiei moderne (imprimante, calculatoare), aceasta datând de pe vremea hărților făcute de mână și mai târziu în cartografierea mai amănunțită. [72]. Utilizarea tehnologiilor moderne face posibilă vizualizarea datelor de către un utilizator mult mai simplu și mai ușor, pornind de la un simplu grafic în Excel până la vizualizarea în timp real a coliziunii ionilor [73].

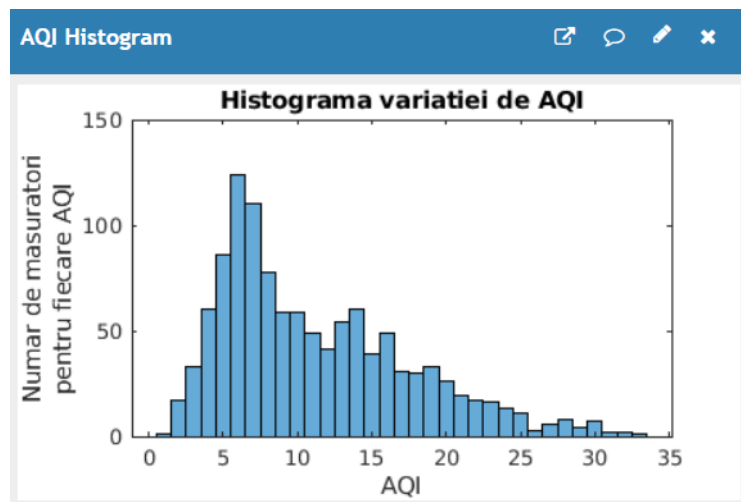


Fig. 5.1 Exemplu de vizualizare a histogramei variației de AQI

Rezultate evidențiate:

1. Realizarea unei hărți care poate afișa date prelevate de la senzorii de calitate a aerului folosind coordonatele primite de la modulul GPS al fiecărui dispozitiv
2. Comunicare bidirecțională între senzori și serverul IoT
3. Afișarea rezultatelor în timp real

5.3. Dezvoltarea sistemului IoT pentru managementul și utilizarea datelor

Sistemul IoT dezvoltat în acest proiect este constituit din mai multe dispozitive IoT conectate la cloud printr-un server și un mod de vizualizare a datelor recepționate. Proiectul se axează pe construirea unei arhitecturi de senzori mobili plasați pe autovehicule autonome pentru a realiza un sistem integrat IoT capabil să realizeze o cartografiere a zonelor cu un aer mai poluat, să poată emite alarme în timp real în cazul unui eventual pericol și să stocheze informațiile într-o bază de date urmând ulterior a fi procesate astfel încât să se ajungă la un nivel mai ridicat de cunoaștere a compoziției gazoase a mediului înconjurător.

5.4. Proiectarea sistemului IoT

Sistemul va avea câte un nod cu două microcontrolere ESP8266 montate în interiorul unui autovehicul autonom, unul dintre acestea se va ocupa de monitorizarea nivelelor de temperatură ale suprafețelor sau persoanelor existente în habitacul și va alerta, folosind aplicația instalată pe smartphone, utilizatorului prezența unor persoane sau animale în interior și care se pot afla într-o situație de alertă din cauza unei temperaturii excesive în habitacul. Totodată se poate folosi și ca mijloc de alertă în caz de intrare ilegală în autovehicul, alerta va fi trimisă pe dispozitivul smartphone. Al doilea microcontroler ESP8266 prezent în habitacul se va ocupa de prelevarea informațiilor de la senzori și transmiterea acestora către cloud pentru a fi analizate și vizualizate în timp real.

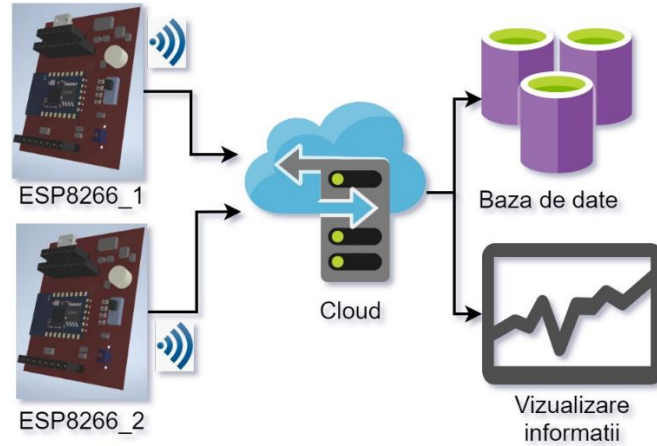


Fig. 5.2 Diagrama sistem gestionare IoT pentru un nod de senzori

5.5. Moduri de utilizare si vizualizare a datelor primite de la senzori

Un mod ce va fi dezvoltat implică folosirea server-ului Blynk și a unei aplicații instalate pe un dispozitiv smartphone astfel încât utilizatorul nodului IoT să poată vizualiza în timp real datele achiziționate și să primească alerte în cazul unor evenimente generate de nod. Se dorește astfel realizarea unui sistem IoT personal unde posesorul nod-ului IoT este cel care îl administrează. Al doilea mod de utilizare care va fi dezvoltat va utiliza o platformă online pentru gestionarea tuturor nodurilor IoT lansate și stocarea datelor într-o bază de date în cloud pentru a fi vizualizate și procesate ulterior în diferite aplicații. Obiectivul final fiind gestionarea tuturor dispozitivelor de către un singur operator.

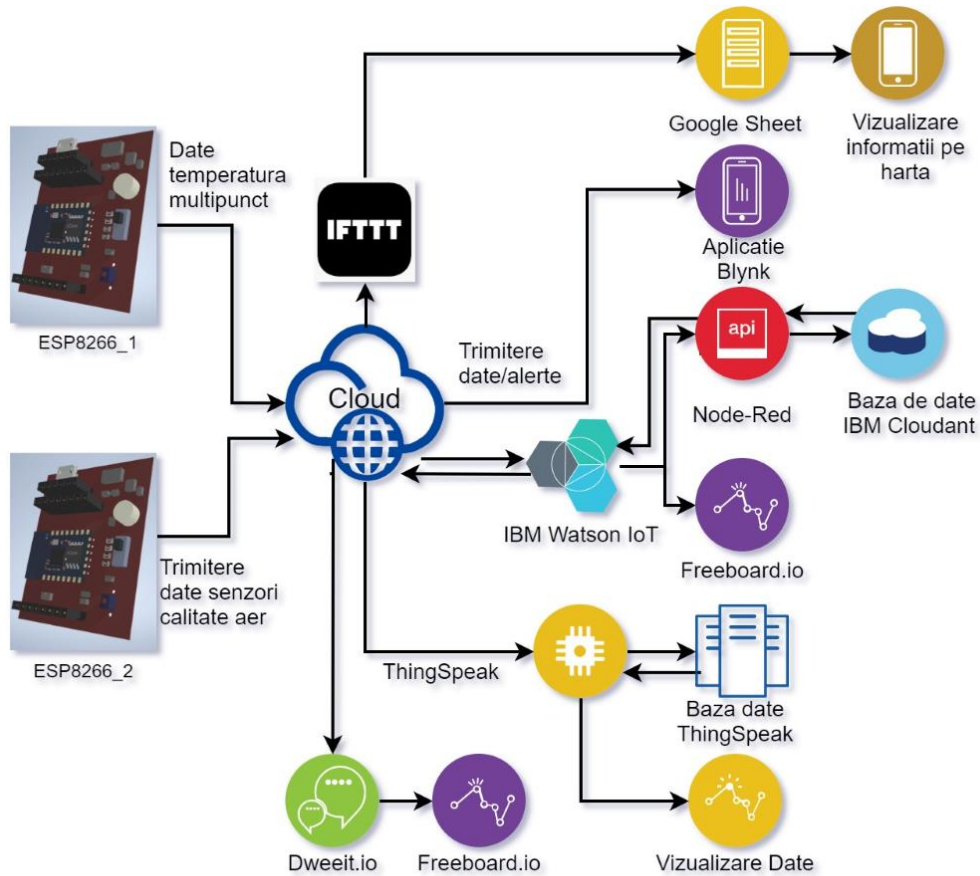


Fig. 5.3 Schema bloc platforme cloud proiectate

6. Concluzii

6.1. Rezultate obținute

Rezultate capitol 3. Sistem IoT pentru achiziția datelor despre calitatea aerului

În acest capitol s-a proiectat un microsistem sub formă de prototip ce are ca scop obținerea de date de achiziție de la senzori (CO₂, NO_x, temperatură, umiditate, COV, fum, particule, gaz combustibil și H₂S), afișează informații pe un display și avertizează utilizatorul în cazul unei creșteri ai poluanților.

Rezultatele experimentale au fost obținute prin plasarea sistemului în instalația de încălzire, ventilație și climatizare (HVAC) a vehiculului pentru a demonstra funcționalitatea acestuia.

Interfața cu senzorii se realizează prin comunicarea I2C pentru senzorii CCS811,

HDC1080 și MAX30105. Pentru MICS4514, GM-402B și GM-602B interfața se realizează prin ADC. Nivelurile ADC de la senzori sunt reglate bine pentru a obține cea mai bună precizie de la convertorul ADC de 10 biți de la microcontrolerul ATmega 2560 și pentru a putea detecta eventualele erori din punct de vedere electric. Interfața cu senzorul PMS5003, ESP8266, GPS NEO6MV2 este realizată folosind comunicația serială.

Informațiile de la senzorul HDC1080 sunt utilizate, de asemenea, pentru a compensa citirile de gaz ale senzorului CCS811 datorită modificărilor de temperatură și umiditate. MAX30105 are un senzor de temperatură pe cip pentru calibrarea dependenței de temperatură a subsistemului de detectare a particulelor. Senzorul de temperatură are o rezoluție inerentă de 0,0625 ° C.

Măsurarea se face la fiecare 60 de secunde, sistemul va reacționa mai lent la prezența poluanților, dar are un curent mediu de funcționare scăzut. Sistemul se schimbă la o frecvență mai mare a eșantionului la detectarea poluanților.

Microcontrolerul transmite fiecare informație citită prin interfața USB și pe serial către ESP8266, astfel încât datele pot fi citite de orice dispozitiv conectat.

Scopul acestui proiect este de a realiza structura hardware și funcțiile generale de control pentru a permite dezvoltarea ulterioară.

După cum se observă, în urma implementării și a unor prime rezultate obținute, se arată eficiența sistemului propus, precum și posibilitatea de monitorizare a interiorului unei mașini cu echipamente mai puțin costisitoare decât cele utilizate în prezent care pot reacționa automat în lipsa unei reacții firești a operatorului uman.

Sistemul, în regim de producție, poate avea dimensiuni reduse, iar prin depistarea precoce a unor evenimente precum incendiile sau deteriorarea materialelor din interiorul mașinii, poate salva vieți și bunuri materiale.

S-a încercat demonstrarea că anumite sisteme utilizate în prezent pentru monitorizarea calității aerului pot fi înlocuite cu sisteme mai puțin costisitoare, cu o mai mare rapiditate în generarea de alerte, aceasta nefiind o soluție unică ci una optimă. Reușind să demonstrez că, în funcție de nevoile fiecărui utilizator, cu un nivel rezonabil de detectare, la un preț scăzut și consum de energie, putem măsura poluarea aerului, datele fiind disponibile în timp real.

Accesul la senzori cu costuri reduse oferă noi aplicații atmosferice interesante, poate susține noi servicii atmosferice și poate facilita includerea unui nou grup de utilizatori.

Sistemul este astfel conceput ca, împreună cu sistemul de poziționare globală (GPS), să încurajeze oamenii din orașe să colecteze date de mediu. Datele vor fi folosite pentru a cartografia orașul, pe baza calității măsurate a aerului, fără a fi necesară o rețea de senzori, care, mai apoi, să permită oricărui utilizator să răsfoiască datele de pe o hartă pe web sau o aplicație mobilă, obiectivul principal este de a spori conștientizarea cetățenilor asupra mediului.

Rezultate sistem de afișare și control bazat pe tehnica de detecție a gesturilor folosind senzori cu infraroșu

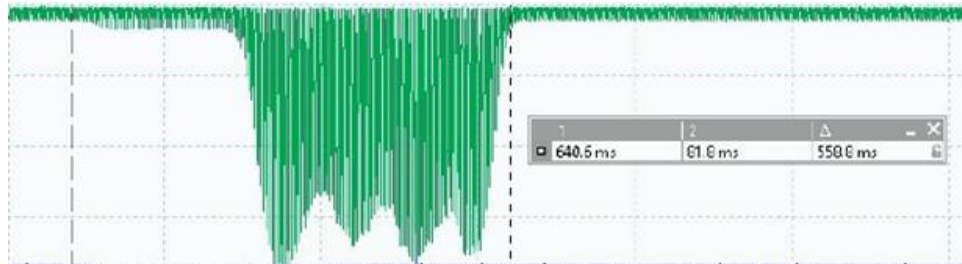


Fig. 6.1 Tensiunea citită cu osciloscopul atunci când mâna se mișcă deasupra unei fotodiode și timpul mișcării

Când a fost detectat un gest "jos", soneria va emite un semnal sonor (acesta va genera un beep de fiecare dată când un gest este detectat corect și sistemul va trimite informațiile pe interfața serială pentru a fi interpretate

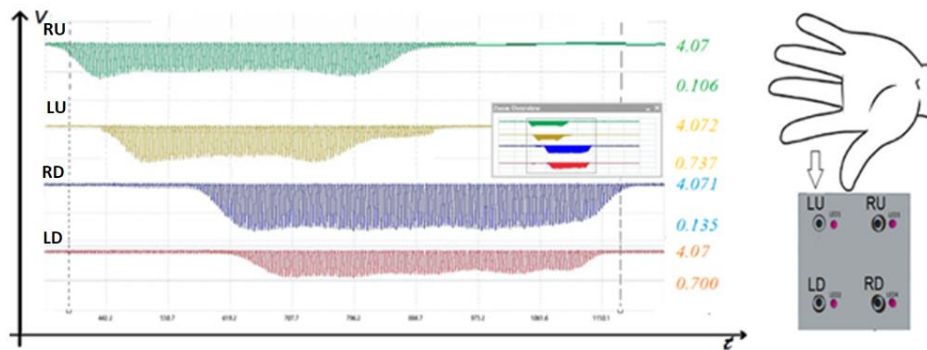


Fig. 6.2 Valorile tensiunilor citite cu osciloscopul pentru un gest sus-jos

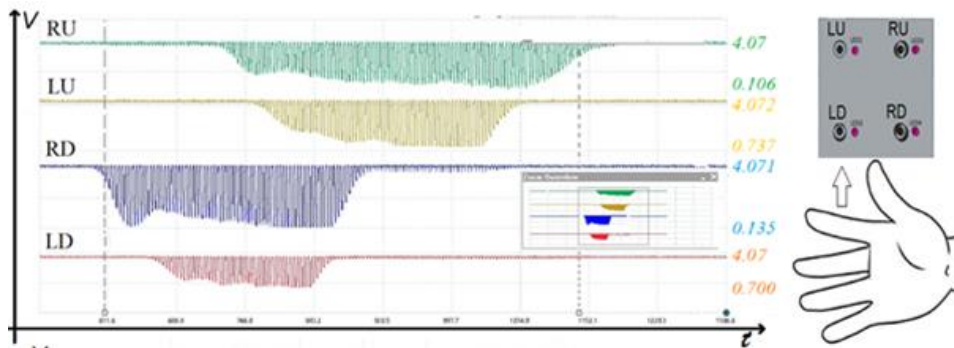


Fig. 6.3 Valorile tensiunilor citite cu osciloscopul pentru un gest jos-sus

În timpul testelor s-a observat un avantaj suplimentar față de utilizarea a doi sau trei senzori, acela de a detecta gesturi în spațiul tridimensional (3D) cu o dezvoltare ulterioară după cum se poate observa în Fig.6.4, se pot detecta degetele individual.

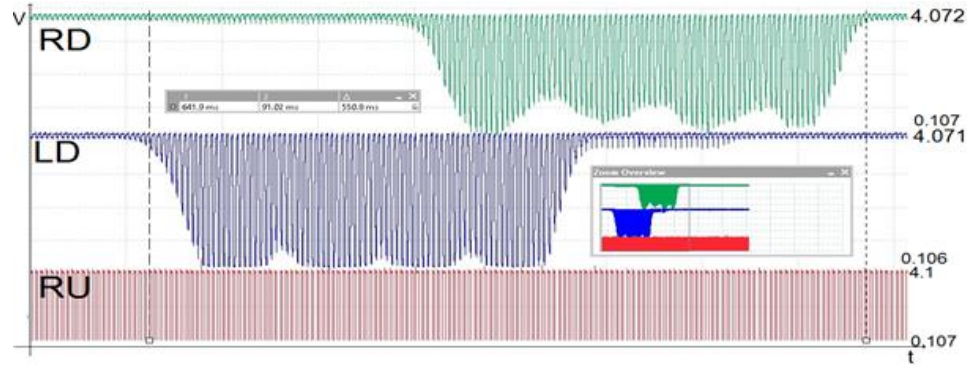


Fig. 6.4 Valorile tensiunilor de la 2 senzori (RD și LD) citite cu osciloscopul în momentul în care sunt trecute degetele pe deasupra lor și de la un senzor complet acoperit (RU)

Când nivelul unui poluant depășește un anumit prag, pe ecran va apărea o culoare roșie intermitentă cu un mesaj de avertizare care informează utilizatorul (Fig.6.5).



Fig. 6.5 Informațiile afișate pe display cu o alarmă declanșată atunci când apare o concentrație mare de gaz combustibil

Prin aceasta implementare, folosind ca noutate plasarea și citirea celor patru senzori în modul expus, este facilitată o identificare mai ușoară a unui gest făcut de o mână care se deplasează peste cei patru senzori fotodiode, și de asemenea cu o dezvoltare ulterioară se pot detecta mai multe mișcări cu o viteză precisă a mâinii și gesturi complicate. Principalul avantaj al utilizării a patru senzori tip fotodiodă față de doi este faptul că oferă mai multe opțiuni de utilizare, detectarea unui număr mai mare de gesturi cu o viteză mai mare, sporind posibilitatea de a detecta gesturile mai precis și mai detaliat.

Rezultate simulare termică in Icepack și SIWAVE

ANSYS EMI Scanner RULES

ANSYS EMI Scanner RULE RESULTS

SIGNAL REFERENCE

Critical Net Crossing Split Reference Plane - Violations: 0 ON
 Critical Net Changing Reference Plane - A - 0, B - 0, C - 0 ON
 Critical Net Near Edge of Reference Plane - Violations: 0 ON

WIRING/CROSSTALK

Critical Net Near I/O Net - Violations: 0 ON
 Length of Exposed Critical Traces - Violations: 0 ON
 Critical Net Isolation (Single-Ended Nets) - Violations: 0 ON
 Critical Net Isolation (Differential Nets) - Violations: 0 ON
 Critical Differential Net Length Matching and Spacing - Violations: 0 ON
 Wide Power/Ground Traces - Violations: 47 ON

DECOUPLING

Decoupling Capacitor Density - Violations: 0 ON
 Decoupling Capacitor Distance from IC Power Pin - Violations: 4 ON
 IC Power/Ground Reference Pin Distance to Via - Violations: 22 ON
 Decoupling Capacitor Distance to Via - Violations: 14 ON
 Power/Ground Reference Trace Decoupling - Violations: 0 ON
 Power Via Density - Violations: 0 ON

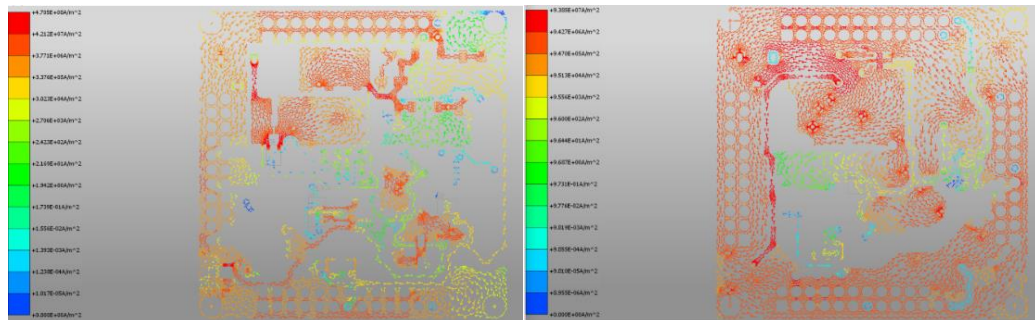
PLACEMENT

I/O Filter Distance to I/O Connector - Violations: 0 ON
 Distance from Oscillator to Clock Driver - Violations: 0 ON

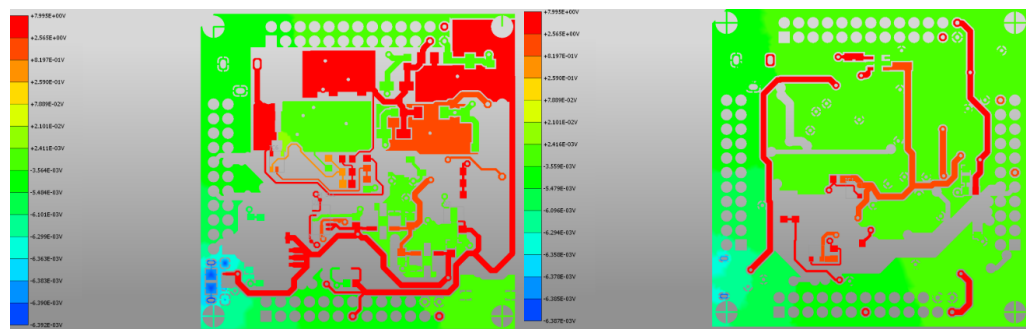
Fig. 6.6 Rezultate analiză EMI

| | Actual Voltage | Actual Current | IR Drop | Specification | Pass/Fail |
|--|----------------|----------------|-----------------------------|---------------|-----------|
| <p>I-2.100A</p> <p>+5V_001E183_0001L F_006_P06_S02FlowSink Vout=5V</p> <p>+5V $\Delta V=5.586mV$</p> <p>Completed ICA Actual 0.000A +5V_006_P06_S02FlowSink Completed 4.70V Actual 4.800V</p> | 4.994V | 0.000A | $\Delta V=5.586mV @ 0.15A$ | 5V(+5.0%) | Pass |
| <p>+5V $\Delta V=6.026mV$</p> <p>Completed ICA Actual 0.000A +5V_006_P06_S02FlowSink Completed 4.70V Actual 4.800V</p> | 4.994V | 0.000A | $\Delta V=6.026mV @ 0.15A$ | 5V(+5.0%) | Pass |
| <p>+5V $\Delta V=56.577mV$</p> <p>Completed ICA Actual 0.8A +5V_DP117201E J05_S02FlowSink Completed 4.70V Actual 4.800V</p> | 4.943V | 0.8A | $\Delta V=56.577mV @ 1.15A$ | 5V(+5.0%) | Pass |
| <p>+5V $\Delta V=6.760mV$</p> <p>Completed ICA Actual 0.18A +5V_MAC30160E12 F_120_S02FlowSink Completed 4.70V Actual 4.800V</p> | 4.993V | 0.18A | $\Delta V=6.760mV @ 0.15A$ | 5V(+5.0%) | Pass |
| <p>+5V $\Delta V=58.868mV$</p> <p>Completed ICA Actual 1.0A +5V_007E1110_P11E J05_S02FlowSink Completed 4.70V Actual 4.800V</p> | 4.941V | 1A | $\Delta V=58.868mV @ 1.25A$ | 5V(+5.0%) | Pass |
| <p>+5V $\Delta V=49.582mV$</p> <p>Completed ICA Actual 0.2A +5V_FP2030160V R_P01_S02FlowSink Completed 4.70V Actual 4.800V</p> | 4.950V | 0.2A | $\Delta V=49.582mV @ 1.05A$ | 5V(+5.0%) | Pass |

Fig. 6.7 Rezultate analiză cădere de tensiune



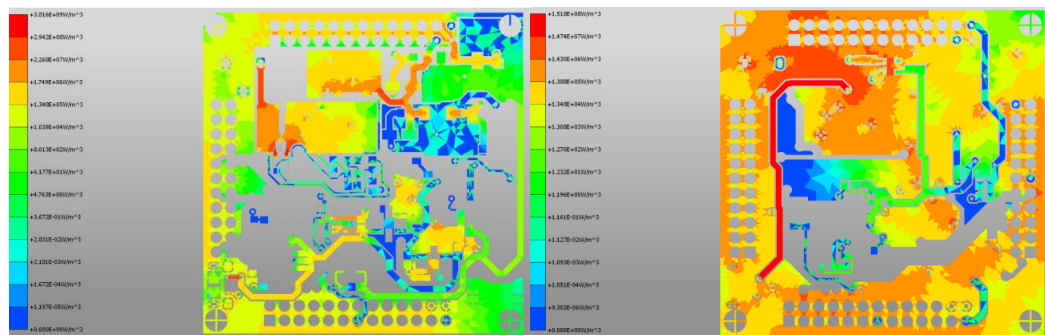
a) b)
Fig. 6.8 Densitatea de curent pe TOP a) și BOT b)



a)

b)

Fig. 6.9 Valorile tensiunilor pe trasee pe TOP a) si BOT b)



a)

b)

Fig. 6.10 Densitatea de putere TOP a) si BOT b)



Fig. 6.11 Simulare termică folosind direcționarea aerului cu filtru

Rezultate capitol 4. Sistem IoT de măsurare a temperaturii în mai multe puncte simultan folosind senzor bazat pe tehnologia MEMS

Testarea sistemului s-a realizat prin stabilirea unui test în care o parte a suprafeței de pe bordul unui autovehiculul este încălzită la două temperaturi diferite și s-a măsurat temperatura în fiecare stadiu. Dacă se detectează o temperatură ridicată, microcontrolerul va trimite o alertă prin internet. Flăcările sunt detectate prin procesarea datelor colectate de senzorul MEMS și analizând schimbarea constantă a fiecărei valori de pixeli din cadre consecutive.



Fig. 6.12 Citire valori temperatură ambientală

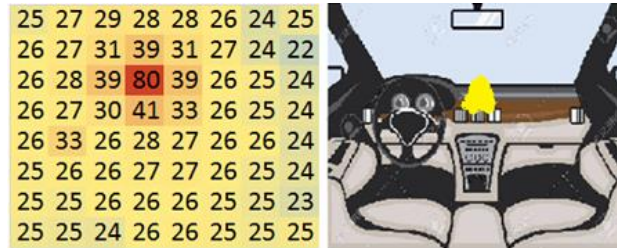


Fig. 6.13 Temperatura citită după o încălzire ușoară a unei zone

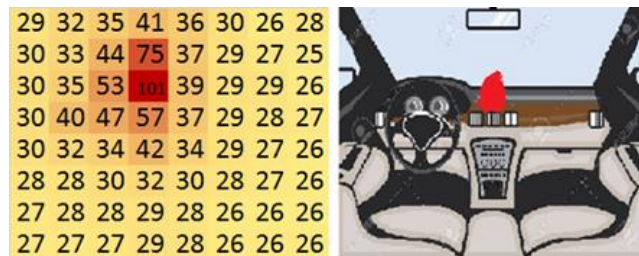


Fig. 6.14 Temperatura citită după aplicarea unei temperaturi ridicate asupra unei zone

S-a încercat și demonstrat faptul că anumite sisteme utilizate în prezent pentru monitorizarea interiorului unei mașini pot fi înlocuite cu sisteme mai puțin costisitoare, cu algoritmi mult mai eficienți de prelucrare a datelor și generare de alarme (un algoritm de decizie pe baza a 64 de puncte de măsură este mult mai eficient decât un algoritm de prelucrare a imaginilor). Aceasta nu este o soluție unică, ci o soluție optimă.

Senzorul AMG8834 utilizează radiații infraroșii (IR) în comparație cu transferul de căldură prin conducție, ceea ce oferă o soluție unică, care permite obținerea unor noi nivele de performanță și fiabilitate în multe aplicații restrânse. S-a reușit astfel, folosind dispozitivul de detectare a temperaturii prin infraroșu, maparea temperaturii și distribuției termice în 64 de puncte ale unei suprafețe scanate, în mod pasiv, fără intruziune, lucru care permite, în funcție de fiecare zonă scanată, stabilirea unor praguri de temperatură acceptabile precum și a pragurilor de alarmare. Totodată, pentru anumite suprafețe scanate, se poate stabili și viteza de modificare a temperaturii, precum și a pragurilor de alertare. Sistemul propus poate sta la baza dezvoltării și a altor aplicații ulterioare cum ar fi sisteme de alarmă și prevenire a efracției. În contrast puternic cu senzorii termici cu un singur element și senzorii piroelectrici, sistemul poate detecta în același timp multiple persoane aflate sau nu în mișcare, iar temperatura suprafețelor poate să fie măsurată extrem de precis în timp real. Sistemul proiectat poate fi folosit ca platformă de utilizare și dezvoltare ulterioară pentru alte cercetări, astfel încât un utilizator care nu este familiar să le înțeleagă cu ușurință și să dezvolte rapid o aplicație.

Rezultate capitol 5. Soluții pentru vizualizarea și centralizarea datelor online primite de la dispozitivele IoT

În mod utilizator, informațiile de la mai multe nod-uri IoT mobile plasate în habitacul autovehiculului sunt procesate cu ajutorul platformelor prezentate anterior, rezultatul final fiind integrarea acestora într-o pagină web care va putea fi accesată de către utilizator cu ajutorul aplicației Blynk dar și de către orice alt terminal cu acces la internet. În paralel, informațiile de la un nod IoT sunt trimise și afișate direct în aplicația Blynk atașată acestuia pentru a putea primi și alerte în cazul unui posibil pericol în timp real.

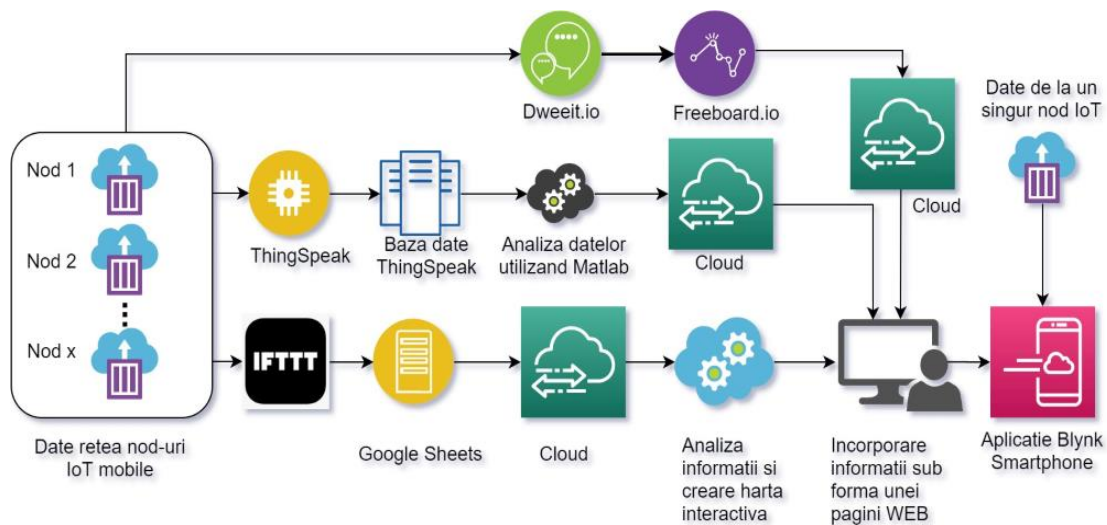


Fig. 6.15 Schema bloc mod utilizator

Modul utilizator înglobează mai multe platforme din cele prezentate anterior și anume platforma ThinkSpeak, Google Sheet, Blynk, IFTTT, Dweet.ro și Freeboard.io pentru a furniza rezultatul final, acela de a afișa datele în timp real, poziționarea pe o hartă, dar și o analiză a acestora pe una sau mai multe zile.

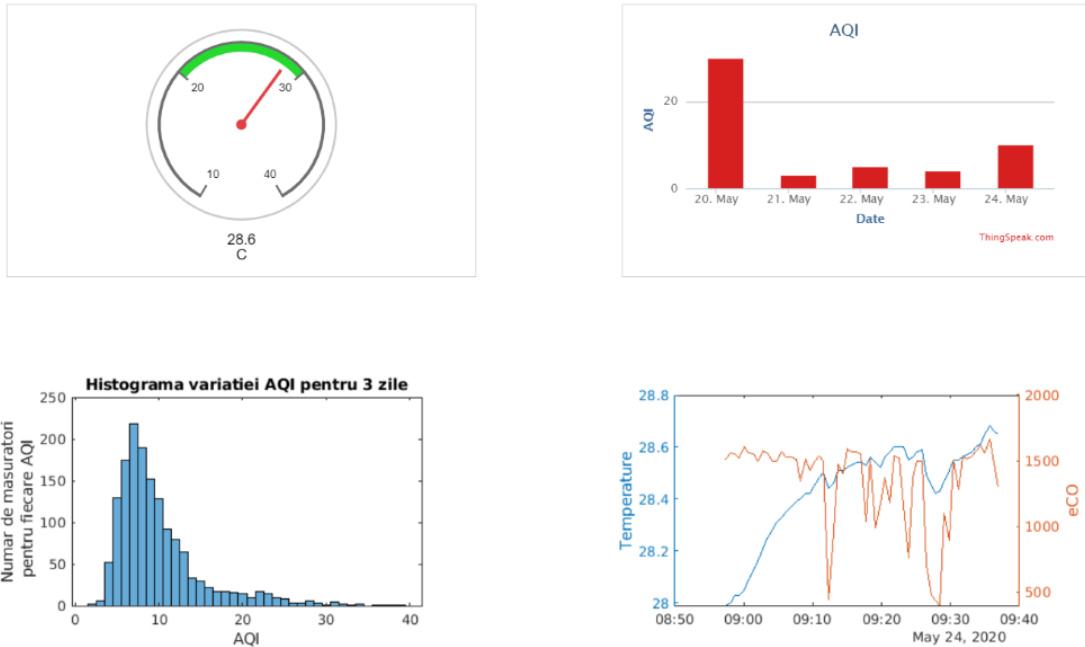


Fig. 6.16 Rezultate procesare date cu Matlab în ThinkSpeak

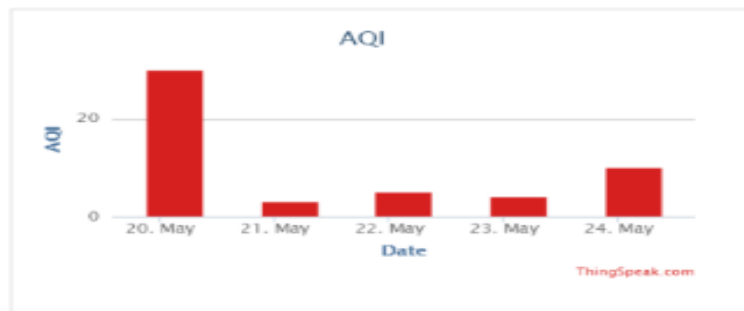


Fig. 6.17 Vizualizare media AQI pe zile

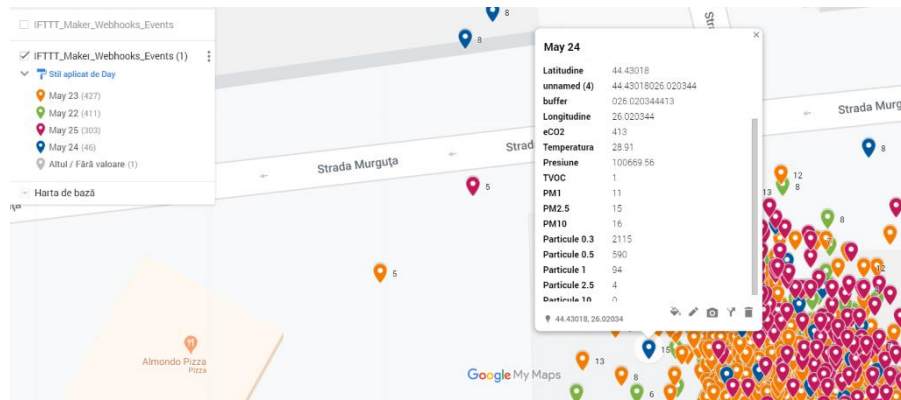


Fig. 6.18 Reprezentarea pe hartă a valorilor de la senzori trimise în Google Sheets

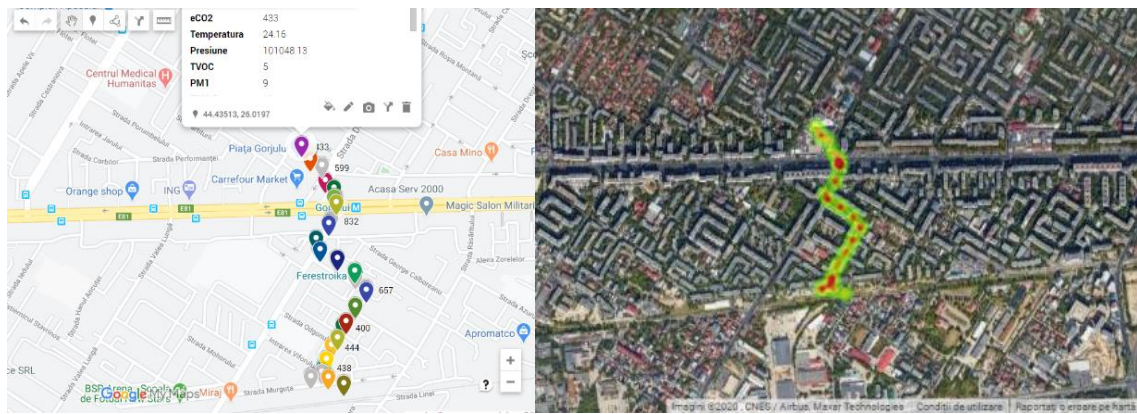


Fig. 6.19 Vizualizare heatmap generată folosind Google Sheets și Google Maps pentru eCO2

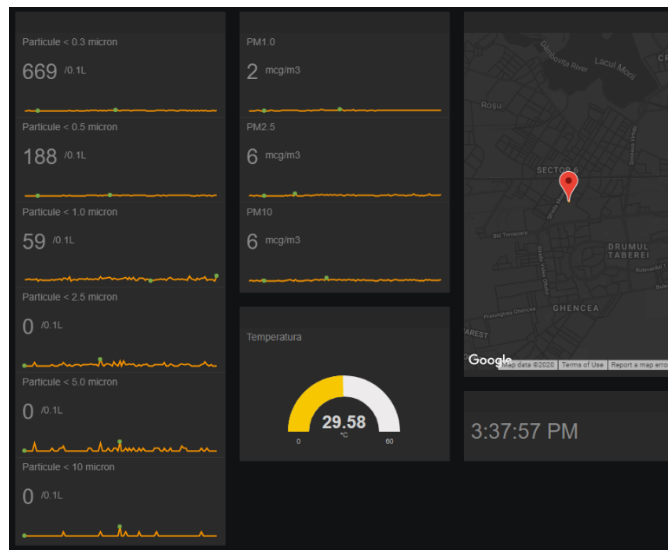


Fig. 6.20 Vizualizare utilizând platforma Freeboard.io

După implementarea modului de lucru, următorul pas a fost dezvoltarea unei pagini WEB, folosind Google Sites, pentru a facilita accesul la modul de vizualizare a datelor pe hartă. Pagina web este realizată folosind limbaj HTML, CSS și JavaScript, în Fig.6.21 sunt prezentate unele din informațiile disponibile pe pagina de internet care include și vizualizarea din Freeboard.io din Fig. 6.20:

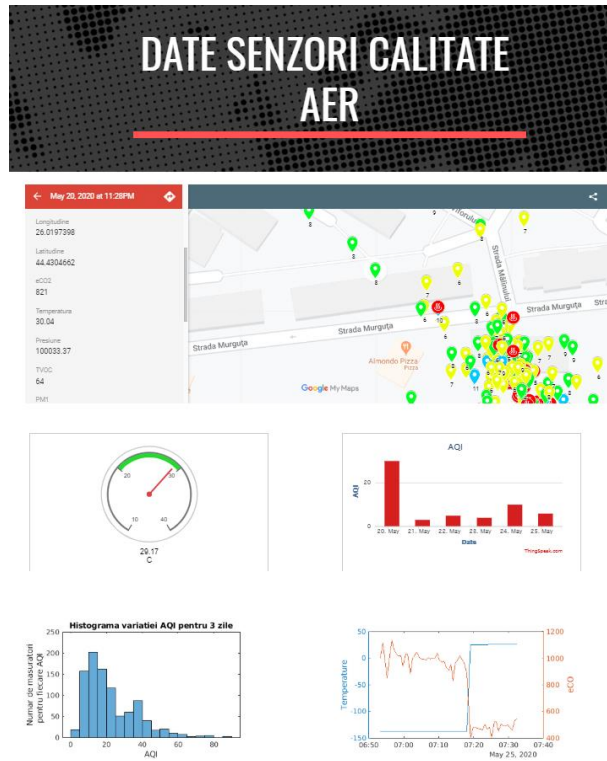


Fig. 6.21 Vizualizare pagina WEB dezvoltată

Pentru implementarea modului de utilizare de tip administrator s-a utilizat platforma IBM Watson IoT (Fig.6.25), care oferă un grad crescut al securității, o monitorizare și depanare mai ușoară a tuturor dispozitivelor IoT, ulterior aceasta permițând și implementarea unui mod de distribuire a actualizărilor software sau de a configura anumite setări ale dispozitivelor folosind tehnologia OTA (Over The Air).

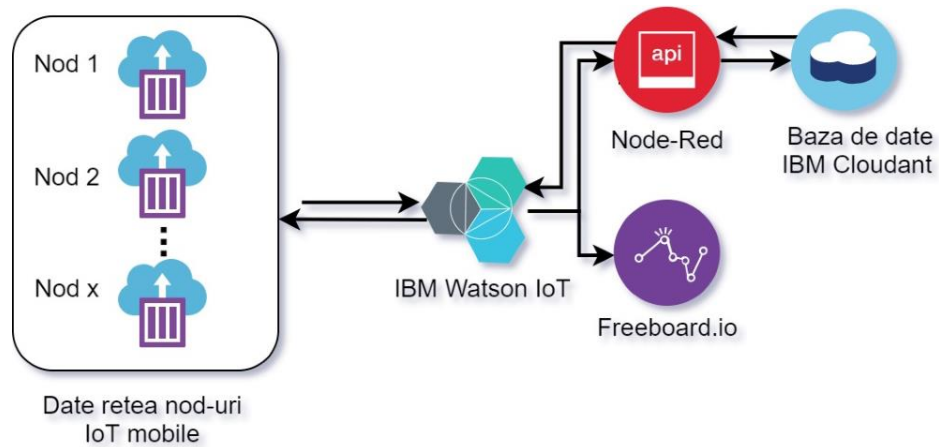


Fig. 6.22 Modul de utilizare al platformei IBM Watson IoT

Accesul la platforma administrator se va realiza folosind un identificator și o parolă.

Pentru vizualizarea datelor se va folosi modul de vizualizare pus la dispoziție de platformă (Fig.6.26), dar se va utiliza și platforma Freeboard.io pentru a publica informații accesibile pentru tuturor utilizatorilor.

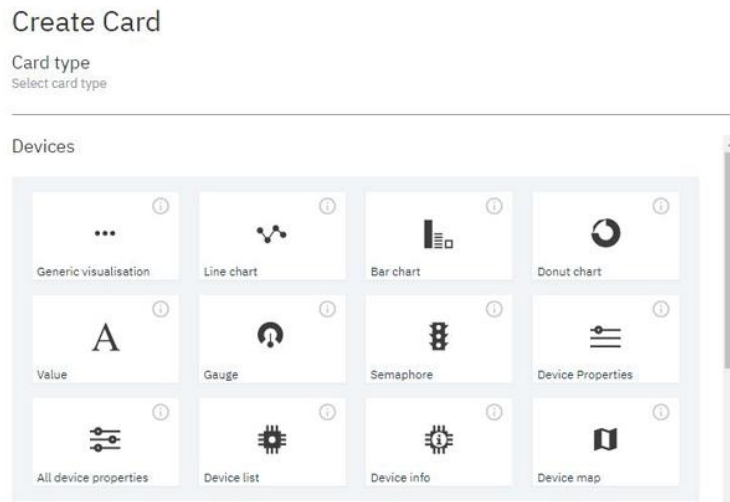


Fig. 6.23 Moduri de vizualizare disponibile pe platforma IBM Watson IoT

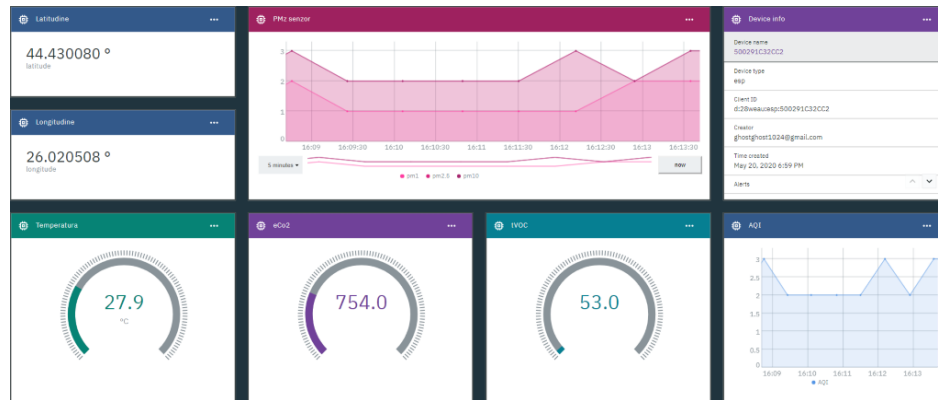


Fig. 6.24 Vizualizarea informațiilor de la un nor IoT folosind platforma IBM Watson

Vizualizarea informațiilor pentru dispozitivele mobile IoT care sunt în mișcare sunt în folosință în multe domenii, integrarea lor în electronica auto este doar o chestiune de timp.

6.2. Contribuții originale

1. Conceperea unui dispozitiv accesibil tuturor categoriilor de oameni, pentru a le da o perspectivă nouă asupra compoziției atmosferice
2. Stabilirea unor criterii de selecție a senzorilor, am căutat cei mai noi senzori existenți pe piață care îndeplinesc obiectivele de a fi ieftini dar în același timp performanți și eficienți
3. Conceperea prototipului ca parte integrată a unei rețele de senzori plasați pe mașinile autonome ajutând la managementul poluării aerului într-un oraș sau o regiune
4. Realizarea unui prototip comandă și control folosind patru senzori infraroșu și implementarea unui algoritm pentru detecția gesturilor pe baza informațiilor de tensiune procesate de microcontroler.
5. Realizarea unui model 3D pentru simularea termică
6. Realizarea simulării DC pentru determinarea stabilității liniilor de alimentare
7. Conceperea ansamblurilor modulelor utilizate și proiectarea 3D a acestora
8. Realizarea tuturor circuitelor imprimate ca platforme de dezvoltare care să permită utilizarea lor în alte cercetări ulterioare
9. Implementarea a două moduri de gestionare și administrarea a dispozitivelor IoT care includ stocarea, procesarea și manipulara datelor în cloud.

6.3. Lista lucrărilor originale

1. M. V. Moise, A. G. Mazare and P. M. Svasta, "Implementation of 3D gesture control system for environmental control," 2018 7th Electronic System-Integration Technology Conference (ESTC), Dresden, 2018, pp. 1-4, doi: 10.1109/ESTC.2018.8546342.
2. M. Vasile Moise, L. Mihai Ionescu and P. Mugur Svasta, "Comparison between deploying an IoT system designed to be used online and one designed to be used offline," *2018 IEEE 24th International Symposium for Design and Technology in Electronic Packaging (SIITME)*, Iasi, 2018, pp. 161-164, doi: 10.1109/SIITME.2018.8599279.
3. Vasile Madalin Moise; Vlad Andrei Zamfirica; "Solution for Autonomous driving on the highway"- 2017- Journal of Electrical Engineering, Electronics, Control and Computer Science, Vol 3, No 3 (2017), <https://jeeccs.net/index.php/journal/article/view/72>
4. M. V. Moise, P. M. Svasta and A. G. Mazare, "Implementation of a prototype embedded system for in-car multipoint temperature measuring," *2019 22nd European Microelectronics and Packaging Conference & Exhibition (EMPC)*, Pisa, Italy, 2019, pp. 1-4, doi: 10.23919/EMPC44848.2019.8951766.
5. M. V. Moise, P. Mugur Svasta and L. M. Ionescu, "Implementation of a prototype air quality measurement system using MEMS sensors," *2019 IEEE 25th International Symposium for Design and Technology in Electronic Packaging (SIITME)*, Cluj-Napoca, Romania, 2019, pp. 106-109, doi: 10.1109/SIITME47687.2019.8990695.

Lucrari acceptate spre publicare:

6. Madalin Vasile Moise, Paul Mugur Svasta and Alin Gheorghita Mazare, „PROGRAMABLE IOT PILLS DISPENSER” -2020- 43rd International Spring Seminar on Electronics Technology, Demanovska Valley - Slovakia
7. M. V. Moise, P. Mugur Svasta and L. M. Ionescu, ” Implementation of a prototype air-quality detection network system with geolocation”, 2020, 8'th Electronics System-Integration Tehnology Conference, September 15th to September 18th, 2020

Bibliografie selectivă

- [1] Fundamentals of air pollution / Daniel A. Vallero — 4th ed., 2008, ISBN: 978-0-12-373615-4
- [2] Louwies, T; Int Panis, L; Kicinski, M; De Boever, P; Nawrot, Tim S (2013). "Retinal Microvascular Responses to Short-Term Changes in Particulate Air Pollution in Healthy Adults". *Environmental Health Perspectives*. 121: 1011–6
- [3] Hong et al., 2002 Y. C. Hong, J. T. Lee, H. Kim and H. J. Kwon, "Air pollution: a new risk factor in ischemic stroke mortality", *Stroke* 33 (9) (2002), pp. 2165–2169.
- [4] <http://www.tsocm.pub.ro/PERFORM/suportcurs/2015-06-29%20A12.pdf>
- [6] Human health effects of air pollution, Kampa M. Castanas, *Environmental Pollution* (Barking, Essex : 1987), 23 Jul 2007, 151(2):362-367 ;
- [9] <https://ro.mouser.com/applications/automotive-circuit-protection/>
- [11] Bell Laboratories (1983). S. Millman (ed.). *A History of Engineering and Science in the Bell System*, Physical Science (1925–1980) (PDF). AT&T Bell Laboratories. p. 413. ISBN 0-932764-03-7
- [59] McLaren, Null, Quinn. Heat Stress from Enclosed Vehicles: Moderate Ambient Temperatures Cause Significant Temperature Rise in Enclosed Vehicles. *Pediatrics* Vol. 116 No. 1. July 2005.
- [65] Infrared Array Sensor “Grid-EYE”, Application Notes Disponibil pe: <https://www.robot-electronics.co.uk/files/grideyeappnote.pdf>
- [66] <https://www.ansys.com/products/electronics>
- [72] Friendly, Michael & Chen, Chun-houh & Härdle, Wolfgang Karl & Unwin, Antony. (2008). *A Brief History of Data Visualization*. 10.1007/978-3-540-33037-0_2.
- [73] <https://ziare.com/magazin/descoperire/big-bang-ul-recreat-la-cern-1054331>