

NUME ȘI PRENUME: Palko Nandor-Robert

Facultatea de AUTOMATICĂ ȘI CALCULATOARE

SECȚIA: Ingineria Sistemelor

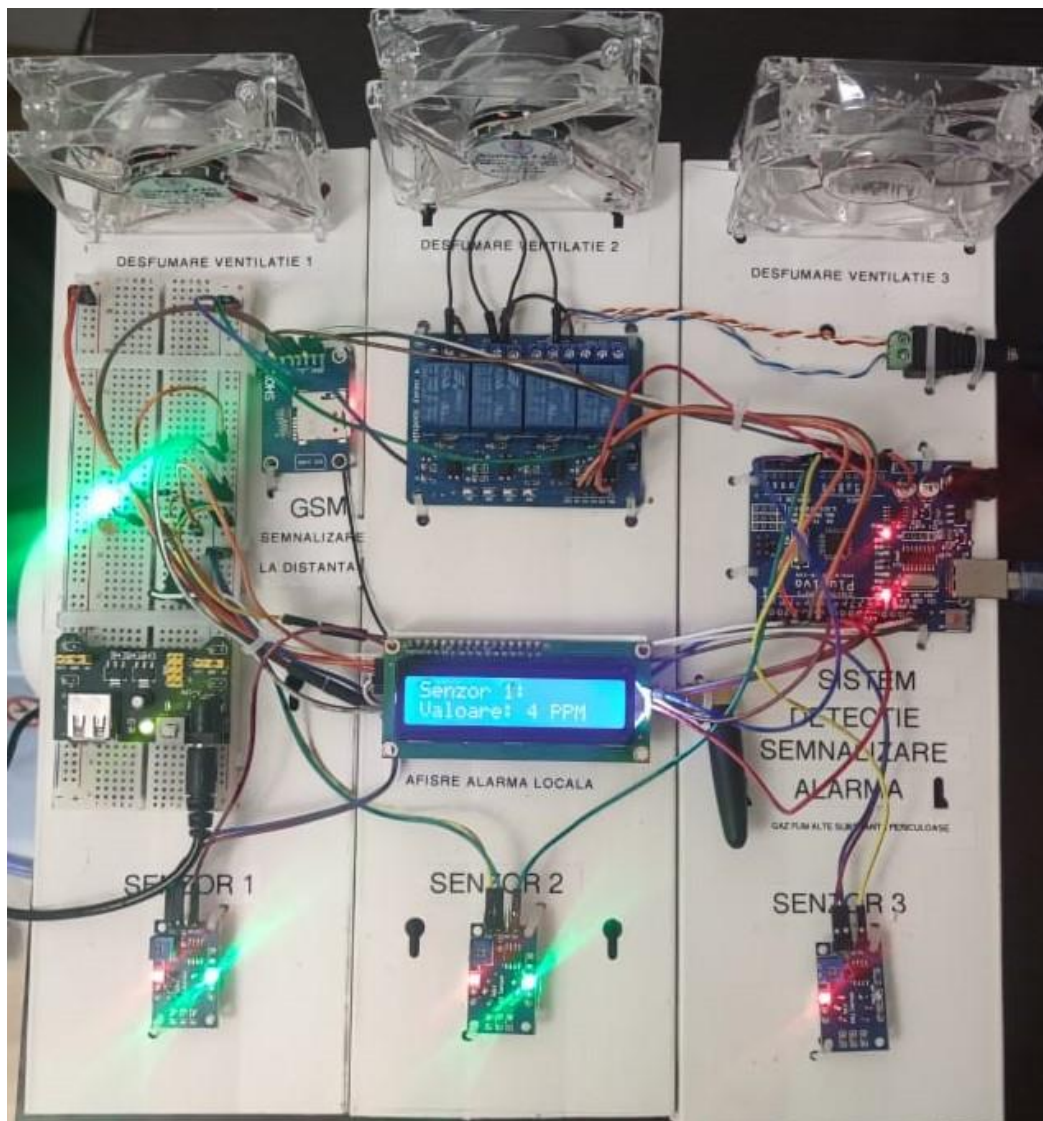
# SISTEM DE DETECȚIE ȘI AVERTIZARE A SUBSTANȚELOR GAZOASE

## Cuprins

1. Introducere .....	3
2. Descrierea componentelor utilizate.....	5
2.1 Senzorul de gaz MQ-135 .....	5
2.2 Interfața Arduino UNO .....	6
2.3 Modulul GSM Sim800.....	7
2.4 Liquid Crystal Display bazat pe comunicare serială I2C.....	8
2.5 Ventilatoare cu motor de curent continuu de 12V și alarmă sonoră.....	9
2.6 Modulul de 4 relee .....	10
2.7 Leduri indicatoare simulative pentru pornirea/oprirea instalației de gaz .....	11
2.8 Surse de alimentare.....	12
2.9 Funcționalitatea practică a sistemului (rezumativ) .....	13
2.10 Metode de îmbunătățire a sistemului .....	13
2.11 Schema electrică .....	14
3. Bibliografie .....	16

## 1. Introducere

Unul dintre cele mai importante aspecte din viața oricărui individ este siguranța acestuia, drept urmare luând decizia să proiectez un astfel de sistem automatizat care să servească atât simplei detecții a unor substanțe nocive vizibile sau invizibile ochiului uman, cât și la acțiunea unor protocoale în scopul de a favoriza soluționarea unei astfel de situații neplăcute.



*Fig. 1 Macheta sistemului*

Principala idee a acestui proiect este realizarea cu succes a unui sistem global de detecție a diverselor substanțe gazoase prezente în special în interiorul instalațiilor destinate furnizării acestora, semnalizarea prezenței posibilelor scurgeri pe cale auditivă și vizuală, acționarea unui sistem de ventilație în cazul detecției și pornirea sau oprirea instalației de gaz construită în clădire.

În ciuda faptului că acest sistem este unul de tip global, spre exemplu, reușește monitorizarea fiecărei încăperi dintr-o clădire, acesta dispune de câte un subsistem asociat fiecărei camere existente, favorizând astfel consumul de putere total și, totodată, determinarea cu acuratețe a locului unde s-a produs detecția, ulterior fiind mai ușoară identificarea problemei. În acest caz, sistemul dispune de 3 senzori de gaz fiecare în parte fiind asociați unei încăperi fictive. De asemenea, alături de sistemul de detecție, am proiectat sistemul de ventilație sau defumare, reprezentat de 3 ventilatoare, funcționează în corespondență cu senzorii aferenți: senzorul 1 corespunde ventilatorului 1 amplasate în încăperea 1, senzorul 2 corespunde ventilatorului 2 amplasate în încăperea 2, etc. Cele două sisteme comunică pe întreaga durată a funcționării aparatului de detecție.

Macheta proiectului dispune de 3 senzori ce pun în evidență sistemul de detecție, corespondenți a 3 ventilatoare, reprezentând sistemul de ventilație. Cu siguranță, folosinduse echipamente mai performante, cele 2 sisteme se pot extinde în funcție de cerințele clădirii în care acestea sunt amplasate.

Acest proiect are ca scop punerea în lumină a versatilității domeniului de automatizare, prin înregistrarea unor valori de intrare și procesarea acestora pentru a obține ceea ce ne dorim. De asemenea, prin acest proiect doresc să afirm că majoritatea sistemelor de automatizare se pot îmbunătăți pe parcurs prin adăugarea și dezvoltarea a noi funcții, care, totodată, măresc gradul de inteligență a sistemului, limita îmbunătățirii fiind nemărginită.

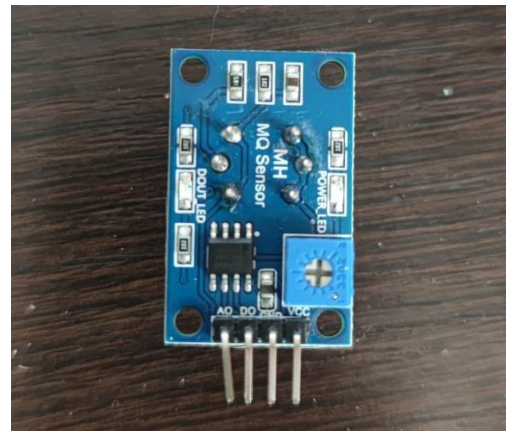
## 2. Descrierea componentelor utilizate

### 2.1 Senzorul de gaz MQ-135

Cea mai importantă componentă a acestui proiect este senzorul de gaz. În acest caz, am folosit 3 senzori de tip MQ-135, reprezentat în Figurile 1 și 2, capabili de a detecta o gamă largă de substanțe organice gazoase, precum metan, butan, propan, gaz petrolier, vapori de benzină, etc. Pentru testarea funcționalității acestora, se va folosi gazul unei brichete, al cărei compoziție este un amestec de aproximativ 25% butan și 75% propan.



*Fig.2 Senzor MQ-135 vedere din față*



*Fig.3 Senzor MQ-135 vedere din spate*

Principiul de funcționare a unui astfel de senzor constă în detecția înregistrarea variațiilor a rezistivității unui semiconductor pe bază de oxid în interiorul senzorului, aceasta manifestând modificări în urma interacțiunii acelui semiconductor cu unul sau mai multe gaze menționate mai sus. Există două elemente ale senzorului care oferă, în final, rezultate experimentale. Primul este semiconductorul, reprezentând latura chimică a senzorului care, în contact cu moleculele de gaz, își modifică rezistivitatea. Al doilea element este traductorul care convertește aceste variații ale semiconductorului într-un semnal analogic măsurabil. Concentrația de gaz detectată este direct proporțională cu variația

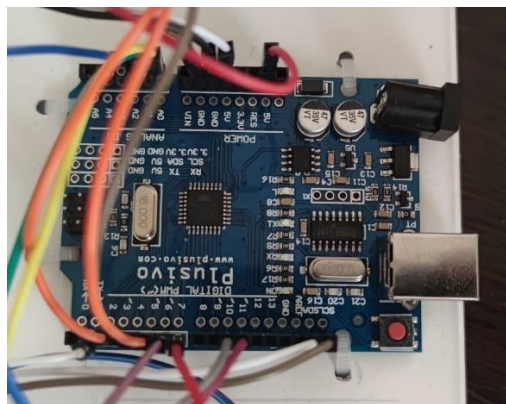
conductivității semiconductorului, astfel fiind posibilă, prin intermediul unui monitor al unui mediu de dezvoltare software, observarea nivelului de gaz detectat.

Transmiterea valorilor înregistrate se face prin intermediul pinului analogic de ieșire a senzorului, conectat la un pin de intrare analogică a interfeței microcontrolerului, în acest caz, Atmega32 amplasat pe o interfață Arduino UNO. De asemenea, senzorul dispune de o alimentare de 5V, 2 pini fiind destinați terminalelor pozitiv și negativ. Senzorul dispune și de un potențiomtru semireglabil prin intermediul căruia se poate modifica sensibilitatea senzorului. Valoarea înregistrată de un astfel de senzor va fi exprimată în PPM (parts per million).

În procesul de proiectare, am folosit inițial 3 tipuri de astfel de senzori: MQ-5, MQ-6 și MQ-135 pentru a testa funcționalitatea și viabilitatea fiecăruia în parte. Ca și principiu de funcționare, aceștia prezintă similarități, mai puțin în ceea ce privește sensibilitatea la gazul de brichetă, senzorul MQ-135 dovedindu-se cel mai potrivit pentru o astfel de aplicație: MQ-135 răspunde mult mai rapid la variațiile conductivității, oferind rezultate mai rapide față de restul senzorilor menționați. În final, am decis folosirea a 3 senzori MQ-135 pentru proiectarea sistemului.

## 2.2 Interfața Arduino UNO

Interfața Arduino UNO reprezintă principala componentă prin intermediul căreia întreg sistemul funcționează în parametri normali, reprezentată în Figura 3.



*Fig. 4 interfața Arduino UNO*



Aici sunt făcute toate conexiunile necesare în favoarea funcționalității sistemului, jucând rolul și de sursă de alimentare pentru Modulul GSM și Modulul de releu.

### 2.3 Modulul GSM Sim800L

Modulul GSM (Figura 4) este util pentru transmiterea unor mesaje specifice în momentul detecției și a pornirii alarmei. Comunicarea se face software pe bază serială, prin intermediul pinilor de ieșire TxD și RxD de transmitere a datelor (TxD) și receptare a datelor (RxD), conectați la pinii 11 și 10 ai microcontrolerului. De asemenea, modulul dispune de o alimentare de curent continuu de 5V, reprezentând totodată un consumator mare pentru sistem, motiv pentru care alimentarea acestuia este conectată în mod direct la modulul Arduino UNO.



*Fig. 5 Modul GSM Sim800L*

Transmiterea mesajului este făcută pe bază de SMS (Short Message Service), semnalând utilizatorul pe această cale de producerea unei detecții. În funcție de sectorul în care a avut loc detecția, Modulul GSM trimite un mesaj informativ cu referire la acel sector, aducând la cunoștință faptul că sistemul de ventilație a fost activat pe acel sector, iar instalația de gaz a fost oprită în întreaga clădire.

## 2.4 Liquid Crystal Display pe bază de comunicare serială I2C

Display-ul LCD (Fig.5) este folosit pentru a afișa în mod local starea sistemului.



*Fig. 6 Liquid Crystal Display*

În cazul în care sistemul nu detectează prezența gazului, display-ul afișează pe rând starea fiecărui senzor. În momentul detecției, display-ul afișează un mesaj de alarmare cu privire la detecția substanțelor nocive, cât și senzorul care a detectat acea perturbație a valorilor de siguranță.



*Fig. 7 LCD în stare normală pentru Senzorul 1*



*Fig. 8 LCD în stare normală pentru Senzorul 2*



*Fig. 9 LCD în stare normală pentru Senzorul 3*

În cazul detecției, display-ul va afișa sectorul în care a fost sesizată prezența substanțelor gazoase, afișând un mesaj corespunzător sectorului, respectiv senzorul care a realizat detecția.



*Fig. 10 LCD în starea de detecție Pentru senzorul 1*



*Fig. 11 LCD în starea de detecție Pentru senzorul 2*



*Fig. 12 LCD în starea de detecție Pentru senzorul 3*



Comunicarea serială a acestui display se face prin intermediul pinilor SCL și SDA, fiind necesară, totodată, alimentarea acestuia la un potențial de curent continuu de 5V.

## 2.5 Ventilatoare cu motor de curent continuu de 12V și alarmă sonoră

Cele 3 ventilatoare (Figura 6) amplasate pe machetă servesc drept reprezentare a sistemului de ventilație descris mai sus. De asemenea, reprezintă elementele celui de-al doilea sistem secundar ce comunică cu sistemul primar de detecție. În momentul prezenței de gaz pe unul dintre sectoare, se activează automat subsistemul de ventilație aferent sectorului în care s-a produs detecția. Sistemul de ventilație, din motive de siguranță, va fi activ până când elementul uman intervine și resetează sistemul de detecție, astfel ventilația oprindu-se, reluându-se procesul de detecție. În concordanță cu sistemul de ventilație, se va activa și elementul de alarmare sonoră (Figura 7), care va rămâne activ până la intervenția directă a individului asupra sistemului.



Fig. 13 Ventilator 12V

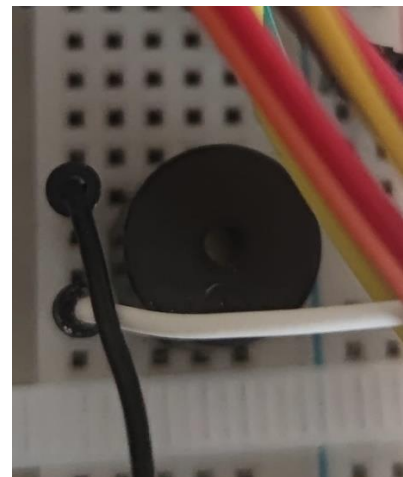


Fig. 14 Buzzer

Sistemul de ventilație funcționează prin intermediul unei surse externe de 12V, conexiunea între cele 3 ventilatoare fiind paralelă, astfel încât cele 3 ventilatoare să fie capabile de a fi acționate una câte una. Acționarea acestora se face prin intermediul unui modul de 4 relee, dintre care doar 3 sunt active. Buzzer-ul ce servește drept alarmă sonoră, este alimentat la un curent continuu de 5V prin intermediul unui pin de pe interfața Arduino UNO.

În momentul detecției, fiecare ventilator funcționează în mod independent în funcție de sectorul în care a fost realizată detecția. Asemănător afișajului local, se va activa ramura de ventilație aferentă sectorului în cauză.

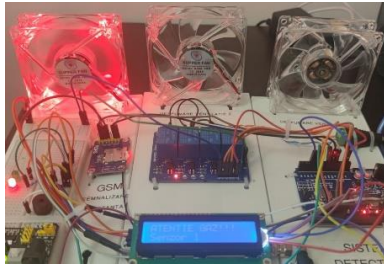


Fig.15 Ventilatorul 1 activat pe sectorul 1



Fig.16 Ventilatorul 2 activat pe sectorul 2



Fig.17 Ventilatorul 3 activat pe sectorul 3

## 2.6 Modulul de 4 rele

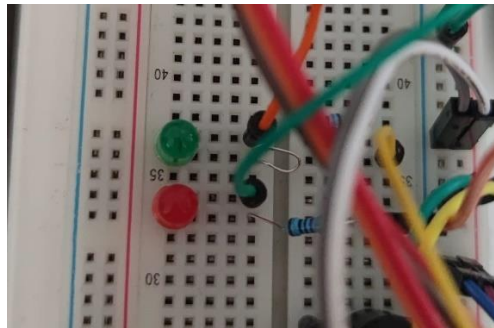
Acest modul (Figura 8) are o singură îndatorire, aceea de a activa ventilatoarele în funcție de caz. Modulul funcționează în regim normal-deschis, comutând în momentul detecției și pornind sistemul de ventilație. De asemenea, pentru procesul de funcționare al acestuia, este nevoie de o alimentare la un curent continuu de 5V. Acționarea acestor rele se face prin intermediul a 3 pini conectați la interfața Arduino UNO astfel ca prin prezența unui curent mic să fie posibilă trecerea unui curent suficient de mare pentru acțiunea ventilatoarelor.



Fig.18 Modul de rele

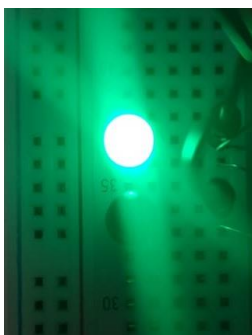
## 2.7 Leduri indicatoare simulative pentru pornirea/oprirea instalației de gaz

Un aspect esențial în detecția de substanțe gazoase nocive, este oprirea de siguranță a instalației de furnizare a acestor substanțe, din cauza unei posibile scurgeri. Prin urmare, în mod simulativ am implementat 2 leduri care indică funcționarea acestei instalații, presupunând că sistemul, în mod practic, ar fi conectat inclusiv la electrovalvele conductelor de gaz.

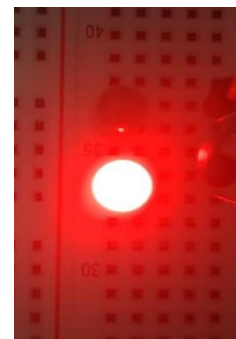


*Fig. 19 Leduri*

Rolul acestora constă în faptul că, pe durata funcționării în starea de non-deteecție, ledul verde este aprins, indicând starea activă a instalației de gaz. În momentul în care se produce detecția, ledul verde este stins, iar ledul roșu este aprins, sugerând oprirea acestui tip de instalație, alături de restul măsurilor pe care sistemul le produce.



*Fig. 20 Simularea prin led a instalației de gaz - pornită*



*Fig. 21 Simularea prin led a instalației de gaz - oprită*

## 2.8 Surse de alimentare

Sistemul dispune de 3 surse de alimentare, din cauza consumului ridicat de putere electrică. Din păcate, sursele de alimentare convenționale de 12V nu sunt capabile în totalitate de a alimenta întregul sistem: fie sistemul este funcțional, dar subalimentat, fie nu este alimentat deloc.

Desigur, sistemul ar putea fi alimentat de o singură sursă, pe lângă cea standard al interfeței arduino UNO, doar că este necesară o sursă de alimentare de 12V cel puțin mai mare de 2 Amperi. Prin urmare, macheta dispune de 2 terminale de alimentare, una de 12V și una de 9V. Folosind această tehnică, s-a observat funcționalitatea normală a sistemului.

Sursa de alimentare de 9V este folosit pentru un modul de alimentare ce convertește această tensiune în 5V sau 3.3V

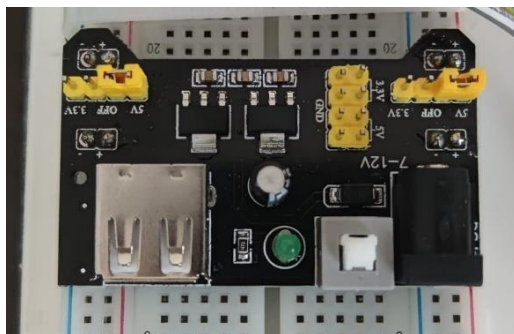


Fig 23. Terminal pentru sursa de 9V

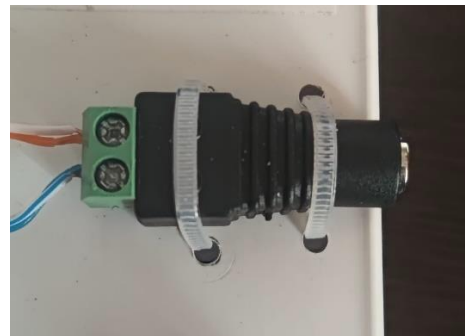


Fig.24 Terminal pentru sursa de 12

Terminalul de 9V, fiind conectat la placa bread board, are capacitatea de a suplimenta cu tensiune de 5V majoritatea componentelor descrise: cei 3 senzori, display-ul, o parte din modulul de rele.

Sursa de alimentare de 12V este strict folosită pentru alimentarea sistemului de ventilație. Am încercat conectarea paralelă a sursei de 12V atât pentru sistemul de ventilație, cât și pentru restul componentelor. Din păcate, sursa avută la dispoziție nu este îndeajuns de puternică pentru alimentarea întregului sistem, motiv pentru care am apelat la această alternativă.

## **2.9 Funcționalitatea practică a sistemului (rezumativ)**

Sistemul monitorizează cele 3 sectoare avute la dispoziție, activând procesele de alarmare individual pe sectoarele în care a fost produsă detecția. Componenta software dispune de o referință utilizată pentru compararea valorii înregistrate de senzori. În momentul în care această referință este depășită, sistemul de alarmare este activat, cu procesele caracteristice acestuia: afisarea pe display a senzorului care a detectat variații, semnalizare sonoră comună tuturor sectoarelor, semnalizare prin intermediul sistemului GSM cu privire la situația curentă, aferentă fiecărui sector, pornirea sistemului de ventilație pe acel sector și dezactivarea fictivă a instalației de gaz.

## **2.10 Metode de îmbunătățire a sistemului**

Sistemul fără doar și poate, permite instaurarea modificărilor cu scopul de a fi îmbunătățit.

În primul rând, mediul de dezvoltare Arduino este foarte limitat, ceea ce nu a permis detecția simultană a cele 3 sectoare. Cu alte cuvinte, dacă s-a produs detecția pe doar unul dintre sectoare, sistemul produce o buclă infinită în favoarea acționării proceselor de siguranță până la intervenția elementului uman de resetare a sistemului. Alte medii de dezvoltare, aferente altor interfețe de microcontroler compatibile, ar fi permis producerea unor întreruperi constând în activare proceselor automatizate, astfel fiind posibilă atât menținerea acestor procese până la intervenția elementului uman, cât și monitorizarea în continuare a celorlalte sectoare, fiind posibilă activarea simultană a acestor procese pe fiecare sector, nefiind necesară resetarea sistemului.

În al doilea rând, se pot aduce modificări cu privire la interacțiunea sistemului cu utilizatorul, prin crearea unei aplicații software care să permită o gamă mult mai largă de opțiuni: interacțiunea la distanță cu celelalte sisteme, apelarea prin intermediul aplicației a serviciilor de urgență, etc.



## 2.11 Schema electrică

S-au efectuat conexiunile alimentării fiecărei componente electronice la o tensiune de 5V. Prin intermediul modului de alimentare montat pe placa bread board, șinele de alimentare al acestuia vor avea capacitatea de a suplimenta majoritatea componentelor la o tensiune de 5V. Prin urmare, acest modul va alimenta display-ul LCD, cei 3 senzori de gaz MQ-135 și modulul de relee. O altă componentă cu rol de alimentare este placa Arduino UNO, care va alimenta de la terminalele specifice de 5V cele 2 leduri (alimentate de starea HIGH a pinilor 6 și 7), modulul GSM conectat direct la un terminal de 5V. Placa Arduino UNO poate fi alimentată fie printr-un cablu de transmisie de date USB conectat la un calculator, fie printr-o sursă de alimentare între 9-12V. Cele 3 ventilatoare vor dispune de o conexiune paralelă între terminalele motoarelor electrice, scopul fiind controlul individual al acestora, fiind alimentate de o sursă de tensiune între 9-12V (12V - tensiune maximă pentru motoarele electrice).

Senzorii de gaz vor furniza informație cu privire la deviația rezistențelor interne în momentul detecției către microcontroller prin intermediul pinilor analogici A0 (Senzor 3), A1 (Senzor 2) și A2 (Senzor 1).

Modulul de relee va acționa contactele pentru fiecare ventilator prin intermediul a 3 pini (3,4,5) de pe microcontroller, conectați la pinii IN1, IN2, IN3 de pe modul. De asemenea, modulul este alimentat la tensiunea VCC (5V) în 2 puncte.

Alarma sonoră de tip buzzer este conectată printr-un terminal la masă, alimentarea fiind efectuată prin intermediul pinului 2 al interfeței Arduino UNO. Starea HIGH a acestui pin cauzează vibrații ale diafragmei încorporate pentru a crea un sunet puternic. De asemenea, cele 2 led-uri sunt activate prin intermediul pinilor 6 și 7 ai interfeței.

Modulul GSM transmite și receptează date în mod serial prin intermediul pinilor TxD (transmitere de date) și RxD (receptare de date). Pentru aceste 2 căi de comunicare a fost adăugată o masă de referință. Aceste 2 conexiuni au rolul de a conecta echipamentul de comunicare de date (Data Communications Equipment – DCE, în cazul nostru modulul GSM) de un terminal de date, în cazul nostru microcontrollerul (Data Terminal Equipment - DTE). Semnalul TxD este semnal de ieșire pentru DTE și semnal de intrare pentru DCE, în timp ce RxD este semnal de ieșire pentru DCE și semnal de intrare pentru DTE. Conexiunea TxD și RxD la



interfața microcontroller-ului a fost realizată prin intermediul pinilor 10 și 11 ce pot genera semnale PWM.

Display-ul LCD, având în dotare modulul de comunicare serială I2C, s-a conectat la pinii SDA (Serial Data Line) și SCL (Serial Clock line) din dotarea interfeței Arduino UNO.

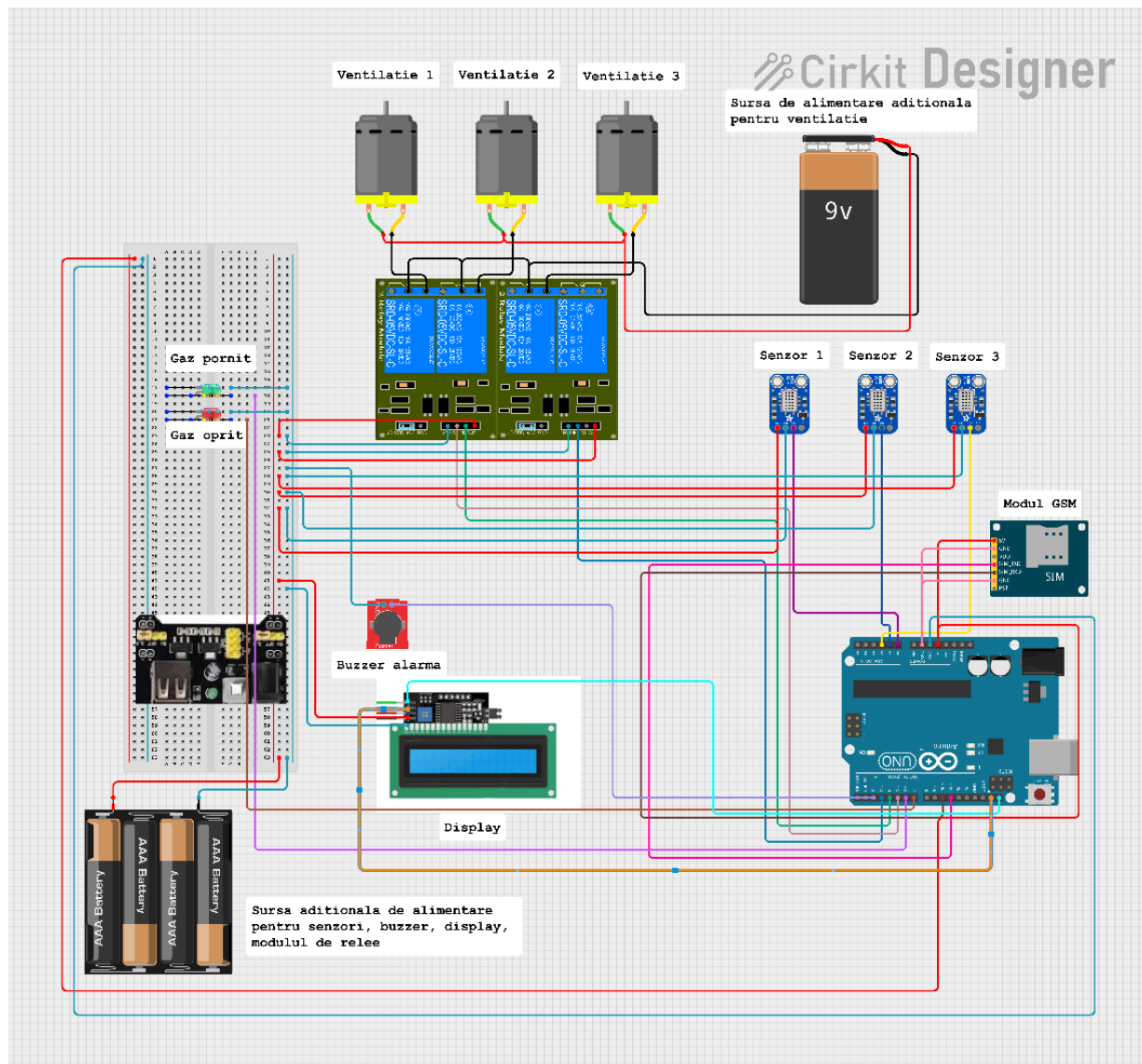


Fig 25. Schema electrică a sistemului

### 3. Bibliografie

Am încercat prin acest proiect folosirea creativității în virtutea descoperii de informații noi pe cale individuală. Totuși, există o referință bibliografică cu privire la acest proiect:

- Folosirea unui buzzer:  
<https://www.ardumotive.com/how-to-use-a-buzzer-en.html>
- Folosirea unui ventilator:  
<https://forum.arduino.cc/t/how-do-i-control-a-12v-dc-fan-with-arduino/657589>
- Folosirea unui senzor de gaz:  
<https://www.youtube.com/watch?v=cmL7QgTNv7M>
- Folosirea display-ului:  
<https://www.youtube.com/watch?v=EAeuxjtkumM>
- Folosirea modulului GSM:  
<https://www.youtube.com/watch?v=EAeuxjtkumM>
- Folosirea unui led:  
<https://www.youtube.com/watch?v=I0ZlrzoI61g>