



Fakultet elektrotehnike i računarstva, Sveučilišta u Zagrebu
Zavod za elektroničke sustave i obradu informacija
Sveučilište u Zagrebu

Sustav za detekciju opasnosti u kupaonici



- Δ Namijenjen svim ukućanima koji žele koristiti ovakav sustav
- Δ Programiranje Arduina
- Δ Komunikacija sa senzorima
- Δ Korištenje GSM modula

Sažetak

Sustav za detekciju opasnosti u kupaonici omogućuje ukućanima praćenje plinova (ugljikovog dioksida i ugljikovog monoksida) pri ulasku u kupaonicu radi pravovremenog reagiranja na nedozvoljene količine plinova te detektiranje osobe u kupaonici pomoću senzora pokreta. Sustav se sastoji od mikrokontrolera, senzora, GSM modula, zujalice i LCD-a. Senzor pokreta omogućuje detektiranje osobe koja je u opasnosti i pozivanje hitne pomoći putem GSM modula. Ovo omogućuje brže spašavanje ugroženog života. Prednost je što u svakom trenutku korisnik može saznati kolike su razine plinova prikazom na LCD-u ili putem SMS-a ako se korisnik trenutno ne nalazi u kući. Nedostatak je taj što GSM modul koristi SIM karticu koja mora imati sredstva na računu kako bi se mogla dobiti informacija putem SMS-a odnosno pozvati hitna pomoć. Koristi imaju svi ukućani koji žele imati uvid u kvalitetu zraka u svojoj kupaonici sa i bez fizičke prisutnosti.

Sadržaj

1. UVOD	2
2. OPIS SUSTAVA	3
2.1 Mikrokontroler Arduino Mega 2560	3
2.2 SIM 900 GPRS/GSM modul	4
2.3 PIR senzor HC-SR501	4
2.4 Senzor ugljikovog monoksida MQ-7	6
2.5 Senzor ugljikovog dioksida MQ-135	7
2.6 LCD prikaznik	8
2.7 Zujalica.....	8
3. REALIZACIJA SUSTAVA.....	9
4. PROGRAMSKA REALIZACIJA SUSTAVA.....	11
5. ZAKLJUČAK.....	16
6. LITERATURA.....	17
7. POJMOVNIK	18

Ovaj seminarski rad je izrađen u okviru predmeta „Sustavi za praćenje i vođenje procesa“ na Zavodu za elektroničke sustave i obradbu informacija, Fakulteta elektrotehnike i računarstva, Sveučilišta u Zagrebu.

Sadržaj ovog rada može se slobodno koristiti, umnožavati i distribuirati djelomično ili u cijelosti, uz uvjet da je uvijek naveden izvor dokumenta i autor, te da se time ne ostvaruje materijalna korist, a rezultirajuće djelo daje na korištenje pod istim ili sličnim ovakvim uvjetima.

1. Uvod

Pojam „pametna kuća“ se sve više pojavljuje u današnjem svijetu. Razvojem tehnologije ljudi su se počeli pitati kako si olakšati svakodnevni život njenim korištenjem.

Sustav za detekciju opasnosti u kupaonici je dio „pametne kuće“. On omogućuje praćenje plinova (ugljikovog dioksida i monoksida) te detektiranje osobe koja je u opasnosti. Važna karakteristika ovog sustava je što je to sve omogućeno bez fizičke prisutnosti korisnika i dostupna je svim stanarima kuće. Također, važan dio sustava je i senzor pokreta koji omogućuje detektiranje osobe u opasnosti te time brzo reagiranje pri spašavanju života.

Svi stanari kuće mogu u bilo kojem trenutku saznati informaciju o koncentraciji plinova CO i CO₂ putem SMS-a. SMS je danas jednostavan način razmjene informacija. No, osim toga omogućen je i prikaz koncentracija na LCD-u prilikom ulaska u kupaonicu. Također, pozivanje hitne pomoći u slučaju životne opasnosti je omogućeno bez fizičkog biranja telefonskog broja, kao i pozivanje bliske osobe.

Sustav za detekciju opasnosti može pogrešno detektirati da je osoba u opasnosti i time pogrešno pozvati hitnu pomoć čime se troše njihovi resursi.

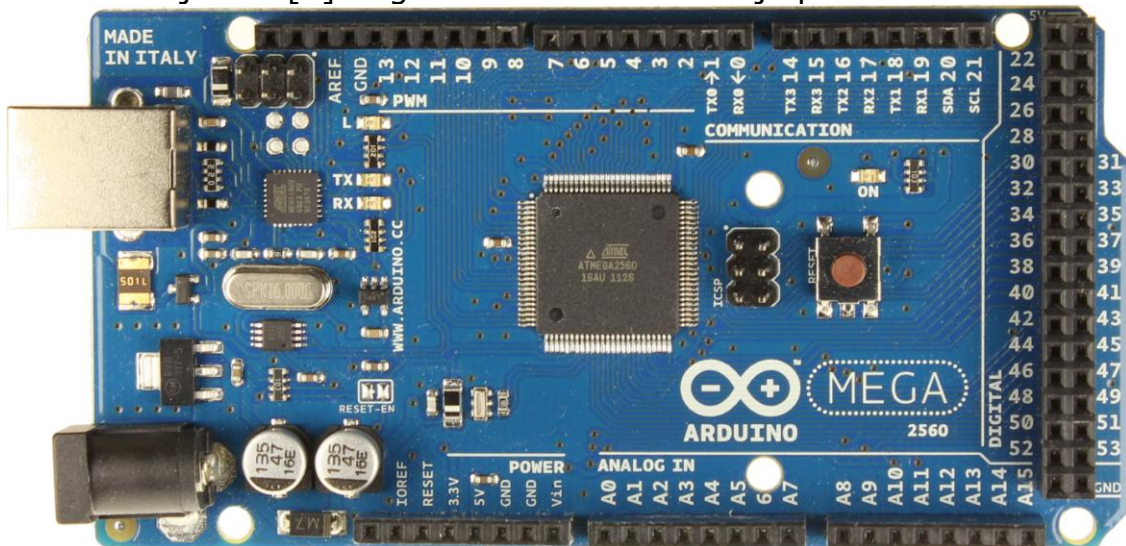
2. Opis sustava

Sustav za detekciju opasnosti u kupaonici se sastoji od:

- Mikrokontrolera Arduino Mega 2560
- SIM900 GPRS/GSM modula
- PIR (engl. *Passive Infrared*) senzora HC-SR501
- Senzora ugljikovog monoksida MQ-7
- Senzora ugljikovog dioksida MQ-135
- LCD prikaznika
- Zujalice

2.1 Mikrokontroler Arduino Mega 2560

Arduino je razvojna platforma otvorenog tipa. U ovom sustavu je korišten mikrokontroler Arduino Mega 2560. On sadrži 54 GPIO pinova od kojih 15 može biti korišteno kao PWM izlazi i 16 analognih ulaza. Od ostalih komponenti sadrži i 4 sučelja za UART komunikaciju, priključak za USB, priključak za ICSP i tipku za reset. Mikrokontroler koristi kristalni oscilator sa frekvencijom od 16 MHz. Napajanje se izvodi preko USB priključka ili preko AC/DC adaptera od 9-12 V. Napon koji koriste pinovi mikrokontrolera je 5 V [1]. Izgleda mikrokontrolera je prikazan na Slika 1.



Slika 1. Mikrokontroler Arduino Mega 2560 [1]

2.2 SIM 900 GPRS/GSM modul

GPRS/GSM modul je uređaj koji koristi telefonsku mrežu kako bi primao podatke sa udaljene lokacije. To je omogućeno pomoću tri metode: SMS, audio veze i GPRS veze.

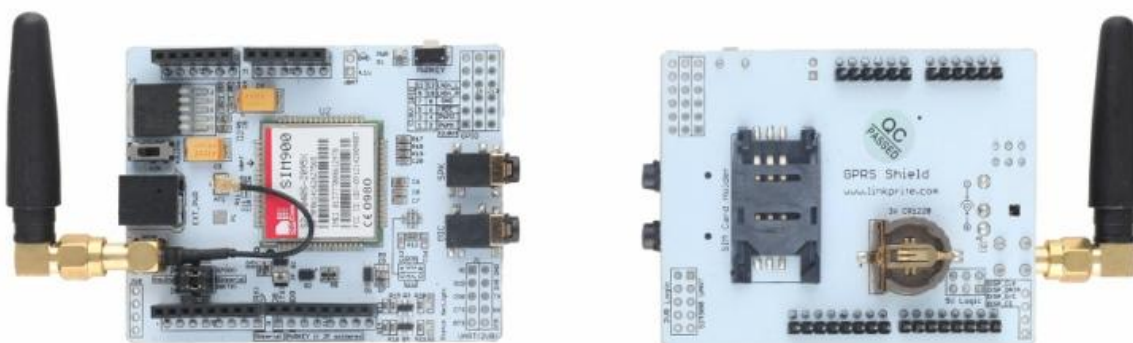
Modul je kompatibilan sa svim pločicama koji imaju jednaku strukturu i raspored pinova kao i standardna Arduino pločica.

Temeljen na SIM900 modulu, ovaj uređaj se ponaša kao telefon jer ima utor za SIM karticu. Modul komunicira sa Arduino pločicom preko UART komunikacije pomoću jednostavnih AT naredbi.

Ostale komponente koje sadrži modul su 12 GPIO pinova, 2 PWM pina i analogno-digitalni pretvornik.

Napajanje može biti preko USB sučelja koje koristi Arduino pločica, vanjsko napajanje od 4.8 – 5.2 V ili preko baterije za koju postoji utor na stražnjoj strani modula [2].

Sve komponente su vidljive na Slika 2.

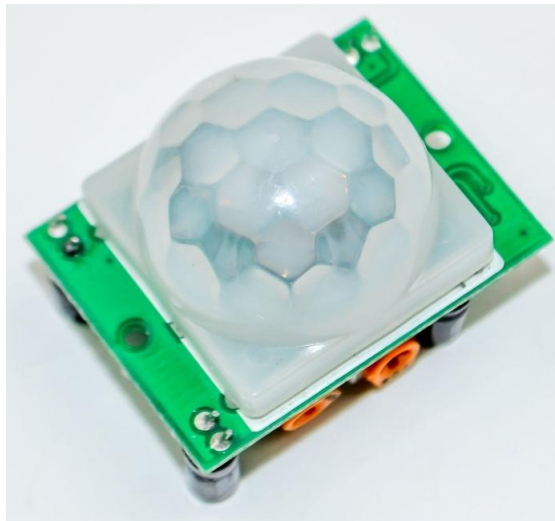


Slika 2. Prikaz prednje (lijevo) i stražnje (desno) strane GPRS/GSM modula [2]

2.3 PIR senzor HC-SR501

PIR (engl. Passive InfraRed) senzor (Slika 3.) je senzor koji nam služi za detekciju ljudskog tijela do određenih udaljenosti.

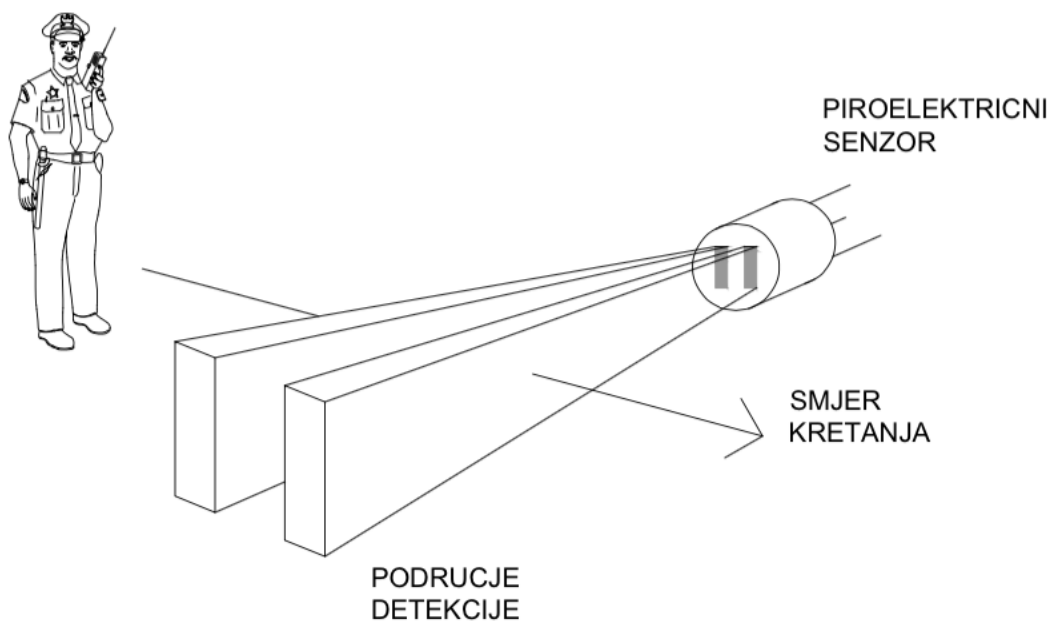
Temeljni dio PIR senzora je piroelektrični element koji detektira količinu infracrvene radijacije. Svako biće zrači sa određenim stupnjom radijacije, što je ono toplije jača je i radijacija.



Slika 3. PIR senzor

Princip rada se temelji na promjeni infracrvenog zračenja na jednom od dva dijela (proreza) kojeg čine piroelektrični element što je prikazano na Slika 4. Ako jedan prorez očita više radijacije od drugog to možemo detektirati kao promjenu izlaza senzora. Važan dio senzora je i leća. Ona može varirati s obzirom na zakrivljenost, širinu, materijal, uzorak i sl.

Senzor može detektirati pokret na udaljenosti do 7 m i kutom do 110° [3].



Slika 4. Prikaz rada PIR senzora [4]

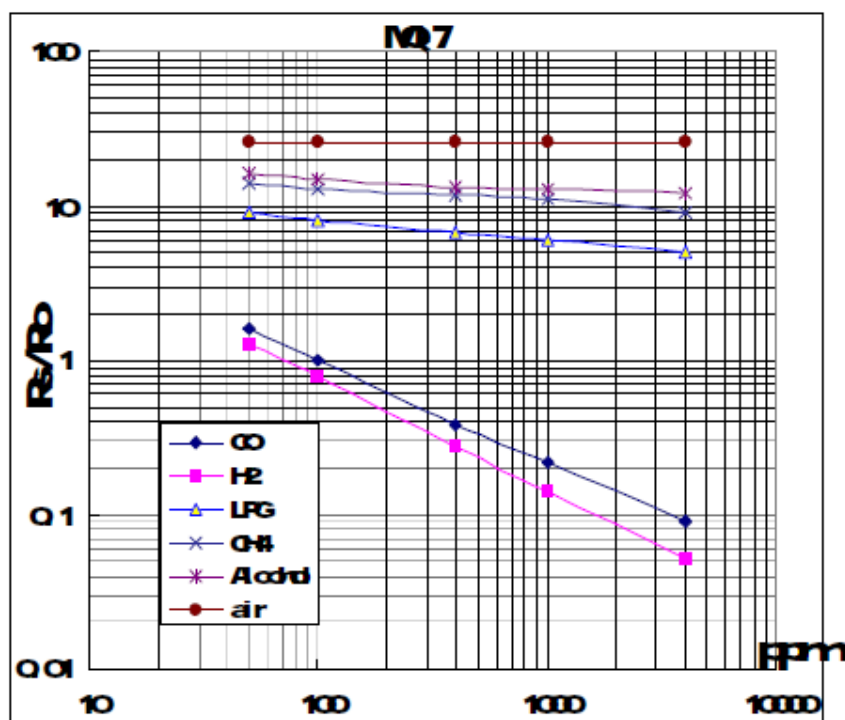
2.4 Senzor ugljikovog monoksida MQ-7

Senzor MQ-7 je senzor koji može pratiti koncentracije različitih plinova, ali u ovom projektu se koristi za praćenje koncentracije ugljikovog monoksida (CO). Izlazna vrijednost je napon VRL.

Senzor se sastoji od napajanja, trošila i grijača. Napajanje koje koristi senzor može biti od 4.9 – 5.1 V. Trošilo se koristi na izlazu senzora prema uzemljenju. Vrijednosti trošila ovog senzora je od 5 – 47 k Ω , odnosno može se mijenjati pomoću potenciometra čime se mijenja i osjetljivost senzora. Grijač služi za kalibriranje senzora kako bi on mogao vjerodostojno mjeriti koncentraciju plina. Obično treba 48 h za kalibraciju odnosno zagrijavanje. Senzor može mjeriti koncentracije od 20 – 2000 ppm [5].

Senzor sadrži 4 pina: VCC, GND te po jedan analogni i digitalni izlazni pin te potenciometra za postavljanje praga.

Na Slika 5. Vidimo kako koncentracija ovisi o omjeru R_s/R_0 . R_0 je otpor senzora pri koncentraciji CO od 100 ppm u zraku, a R_s izlazni otpor. R_s obično iznosi od 2 – 20 k Ω .



Slika 5. Prikaz ovisnosti koncentracije (ppm) o omjeru otpora R_s/R_0 za različite plinove [5]

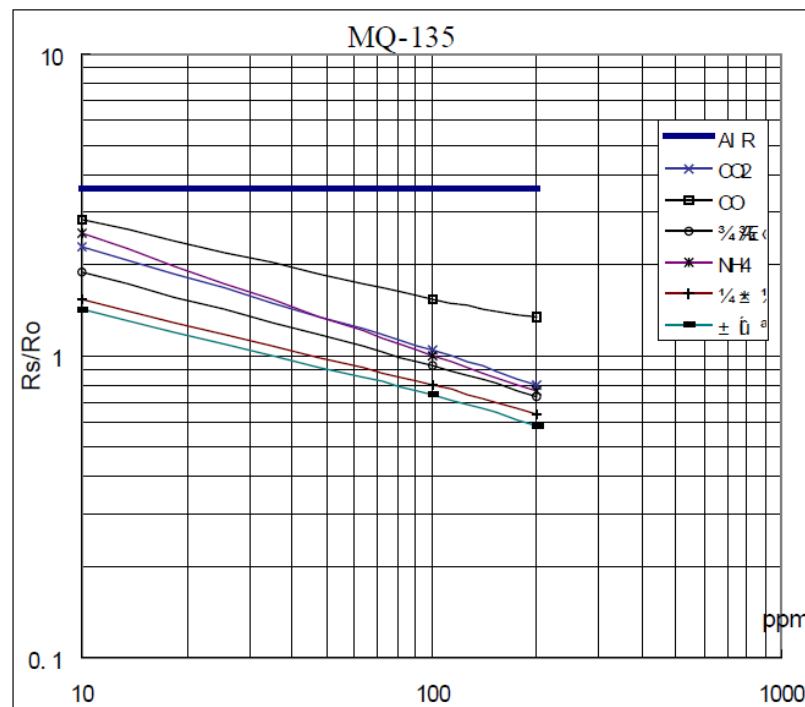
2.5 Senzor ugljikovog dioksida MQ-135

Senzor MQ-135 je još jedan u nizu senzora koji mogu pratiti koncentracije različitih plinova. On omogućuje praćenje benzena, alkohola i dima. No, uz određenu formulu moguće je dobiti i koncentraciju ugljikovog dioksida (CO₂) za što se koristi u ovom projektu.

Kao i MQ-7, ovaj senzor se također sastoji od napajanja, trošila i grijača. Napajanje je od 4.9 – 5.1 V. Vrijednost trošila je moguće podesiti pomoću potenciometra od 10 – 47 kΩ. Za zagrijavanje ovog senzora potrebno je više od 24 h. Senzor mjeri koncentracije od 20 – 2000 ppm.

Senzor također sadrži 4 pina: VCC, GND te po jedan analogni i digitalni izlazni pin te potenciometar za postavljanje praga.

Na Sliku 6. Vidimo prikaz ovisnosti koncentracija različitih plinova o omjeru R_s/R_0 . R_s može imati vrijednost od 30 – 200 kΩ [6].



Slika 6. Prikaz ovisnosti različitih koncentracija plinova o omjeru R_s/R_0 senzora MQ135 [6]

2.6 LCD prikaznik

LCD prikaznik je uređaj koji omogućuje prikazivanje teksta, simbola ili vrijednosti što dolazi sa Arduina. Sadrži 16 pinova. Sposoban je prikazati 16 znakova u 2 reda.

2.7 Zujalica

Zujalica (engl. buzzer) je audio signalizacijski uređaj koji može biti mehanički, elektromehanički ili piezoelektrični. Sadrži 2 pina: za napajanje od 5 V i GND. Njegova tipična primjena je u alarmnim sustavima [7].

3. Realizacija sustava

Nakon nabavke svih komponenti bilo je potrebno sastaviti sustav. Budući da su korištena 3 senzora koji trebaju napajanje od 5 V korištena je eksperimentalna pločica pomoću koje je dovedeno napajanje iz mikrokontrolera Arduino Mega 2560 na navedene komponente. Napajanje mikrokontrolera je izvedeno pomoću USB kabela čiji je drugi kraj spojen na računalo.

Prije samog spajanja na Arduino potrebno je podesiti određene parametre svih senzora.

PIR senzor ima izlazni digitalni pin koji je spojen na digitalni ulazni pin 9 mikrokontrolera. On sadrži i kratkospojnik koji može biti u stanju HIGH ili LOW kao inicijalno početno stanje, tj. ako je kratkospojnik u stanju HIGH to znači da će senzor na izlazu dati logičku jedinicu kada je pokret detektiran. Kratkospojnik je postavljen u položaj HIGH. Također sadrži i potenciometar pomoću kojeg možemo mijenjati raspon udaljenosti na kojoj želimo mjeriti.

Senzor MQ-7 sadrži analogni i digitalni izlazni pin. Analogni pin se spaja na pin A0 na Arduinu, dok se digitalni izlazni pin spaja na digitalni ulazni pin 7. Analogni pin daje vrijednost napona na RL (otpor potenciometra) koji je proporcionalan sa koncentracijom CO, dok digitalni pin daje vrijednost 0 ili 1 ovisno je li koncentracija niža ili viša od praga. Prag se postavlja pomoću potenciometra. Vrijednost RL je 20 k Ω . Makismalna vrijednost izlaznog signala je 1023.

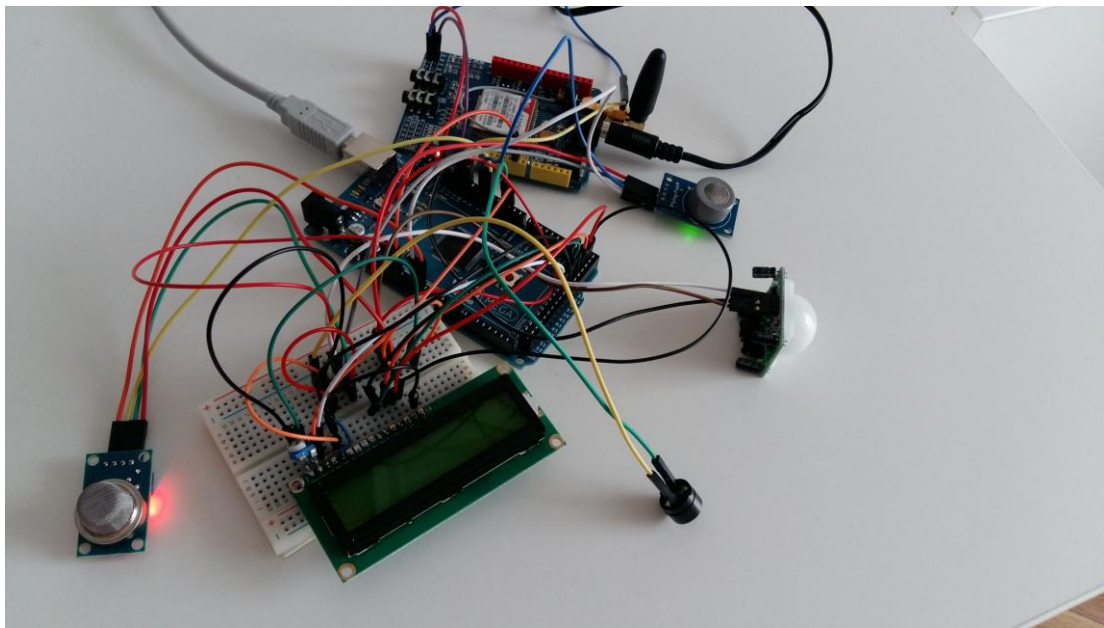
Senzor MQ-135 ima sličnu strukturu kao i MQ-7. Njegov analogni pin se spaja na pin A1, dok mu se digitalni pin spaja na digitalni ulazni pin 6 na Arduinu. Također mu digitalni pin daje vrijednost 0 ili 1 u ovisnosti o koncentraciji. RL je podešen na 10 k Ω . Maksimalna izlazna vrijednost je ista kao i kod MQ-7.

Nakon što su podešeni parametri senzora, potrebno je osposobiti GSM modul. On zahtjeva SIM karticu bilo kojeg operatera kako bi se mogao ponašati kao telefon. Odabrana je SIM kartica koja ima broj +385958853515. Kada smo postavili SIM karticu u utor na GSM modulu, potrebno je namjestiti antenu na samom modulu. Budući da se GSM modul može napajati preko Arduina što može dovesti do oštećenja modula, odabrano je dodatno vanjsko napajanje od 5 V za modul. Za spajanje modula na Arduino trebaju nam 4 pina: 2 GND, RX i TX. Potrebno je spojiti TX na pin 10 te RX na pin 11.

LCD prikaznik koristi pinove: VSS, VDD, V0, RS, R/W, E, D4, D5, D6, D7, A i K koji se redom spajaju na pinove Arduina: GND, VCC, 2, 34, GND, 32, 30, 28, 26, 24, 22, i GND.

Zujalica se spaja na pinove GND i pin 3 na Arduinu.

Nakon što je sve spojeno potrebno je učitati program na Arduino pomoću USB kabela.



Slika 7. Prikaz realizacije sustava

4. Programska realizacija sustava

Pri programskoj realizaciji najprije treba postaviti određene pinove i pridijeliti im značenje kao i definirati varijable koje će se koristiti u programu.

```
#include <SoftwareSerial.h>
#include <LiquidCrystal.h>

SoftwareSerial SIM900(10, 11); //postavljanje RX i TX pina na pin 10 i
//11 na Arduinu
LiquidCrystal lcd(34,32,30,28,26,24); //postavljanje pinova za LCD

char incoming_char=0;
int CO_a=0; //analogni pin MQ7 na A0
int CO_d=7; //digitalni pin MQ7 na pin 7
int CO2_a=1; //analogni pin MQ135 na pin A1
int CO2_d=6; //digitalni pin MQ135 na pin 6
int pir=9; // izlaz PIR senzora na pin 9
float valueCO2;
float valueCO;
int limitCO;
int buzzer=3; //pin zujalice na pin 3
int holdtime;
int calibrationTime=20;
long unsigned int low;
long unsigned int pause = 5000;
long unsigned int pokret;
long unsigned int mirovanje;

boolean lockLow = true;
boolean takeLowTime;

void Call();
void SendTextMessage();
```

Nakon definiranja varijabli, potrebno je postaviti brzine prijenosa za serijsku komunikaciju i GSM modul. Također je potrebno i kalibrirati senzore. Kalibracija traje 20 sekundi. Ovaj dio koda se izvršava samo jednom.

```
void setup(){

  analogWrite(2,120); //podesavanja kontrasta LCD-a
  Serial.begin(19200); // baudrate za serijsku komunikaciju
  SIM900.begin(19200); // baudrate za GSM modul
  lcd.begin(16,2);

  delay(10000); //

  SIM900.print("AT+CMGF=1\r"); // postavljanje SMS-a u tekst nacin rada
  delay(100);
  SIM900.print("AT+CNMI=2,2,0,0,0\r");

  delay(100);

  pinMode(CO_d,INPUT); // postavljanje digitalnih pinova
  //senzora kao ulazne
  pinMode(CO2_d,INPUT);
  pinMode(pir, INPUT);
  pinMode(buzzer, OUTPUT); //postavljanje pina zujalice kao izlaznog

  Serial.print("Kalibracija senzora ");
  for(int i = 0; i < calibrationTime; i++){
    Serial.print(".");
    delay(1000);
  }
  Serial.println(" gotovo");
  Serial.println("senzori aktivni");
  delay(50);
}
```

Sada slijedi konstantno citanje vrijednosti senzora te ispisivanje na LCD i provjera za poslanu poruku. Slanjem poruke SEND, poziva se funkcija SendTextMessage koja šalje vrijednosti CO i CO2 SMS-om.

```
void loop()
{
    limitCO=digitalRead(CO_d);//procitaj vrijednost granice 1 ili 0
    valueCO=analogRead(CO_a); // procitaj vrijednost CO sa senzora MQ7
    valueCO2=analogRead(CO2_a); //procitaj vrijednost CO2 sa senzora MQ135

    lcd.display(); //uključi LCD
    prikazivanje vrijednosti CO i CO2 na LCD-u
    lcd.setCursor(0,0);
    lcd.print("CO:");
    lcd.print(valueCO);
    lcd.setCursor(0,1);
    lcd.print("CO2:");
    lcd.print(valueCO2);

    if(SIM900.available(>0) //provjera je li GSM modul dostupan, ako je i
ako mu je poslana poruka SEND pozovi funkciju za slanje poruke
    {
        incoming_char=SIM900.read();
        if(incoming_char=='S'){
            delay(100);

            incoming_char=SIM900.read();
            if(incoming_char=='E'){
                delay(100);

                incoming_char=SIM900.read();
                if(incoming_char=='N'){
                    delay(100);
                    incoming_char=SIM900.read();
                    if(incoming_char=='D'){
                        delay(100);
                        SendTextMessage();
                    }
                }
            }
        }
    }
}
```

Ovaj dio koda se odnosi na prikaz rada senzora pokreta.

```
delay(1000);

if(digitalRead(pir) == HIGH){ //ako je pokret detektiran
  if(lockLow){
    lockLow = false;
    Serial.println("---");
    Serial.print("Pokret detektiran u ");
    pokret=millis()/1000;
    Serial.print(pokret);
    Serial.println(" sekundi");
    delay(50);
  }
  takeLowTime = true;
}

if(digitalRead(pir) == LOW){          // ako je pokret završen
  if(takeLowTime){
    low = millis();                  //vrijeme prijelaza iz HIGH u
    LOW
    takeLowTime = false;
  }

  //ako senzor daje nisku razinu dulje od zadane pauze,
  pretpostavljamo da se vise nece dogoditi pokret
  if(!lockLow && millis() - low > pause){
    lockLow = true;
    Serial.print("Pokret završen u ");
    mirovanje=(millis()-pause)/1000;
    Serial.print(mirovanje);
    Serial.println(" sekundi");
    delay(50);
  }
}
```

Nakon što se dobiju potrebni podaci sa senzora, prelazi se na dio koda koji omogućuje uključivanje zujalice i pozivanje osobe ili hitne pomoći ukoliko je došlo do prepoznavanja opasnosti.

```
if(limitCO==0){ //ako je razina CO veca od praga
ukljuci zujalicu
    beep();
}

    holdtime=mirovanje-pokret; //racunanje trajanja
    pokreta
if(holdtime>30 && limitCO){ // ako je trajanje
    pokreta vise od 30 sekundi i razina CO veca od
    praga,osoba je u opasnosti, nazovi hitnu ili blisku
    osobu
        Call();
    }
}
void SendTextMessage(){ //funkcija za slanje poruke
    SIM900.print("AT+CMGF=1\r"); //postavljanje SMS-a u tekst način
    rada
    delay(100);
    SIM900.println("AT+CMGS=\""+385989365914\""); //posalji poruku na
    zadani broj
    delay(100);
    //posalji vrijednosti CO i CO2 SMS-om
    SIM900.print("CO:");
    delay(100);
    SIM900.println(valueCO);
    delay(100);
    SIM900.print("CO2:");
    delay(100);
    SIM900.println(valueCO2);
    delay(100);
    SIM900.println((char)26); //ASCII kod od ctrl+z je 26-s tim završava
    poruka
    delay(100);
    SIM900.println();
}
void Call(){ //funkcija za pozivanje
    delay(100);
    SIM900.println("ATD+ +385989365914;"); //nazovi broj
    delay(10000); // cekaj 10 sekundi
    SIM900.println("ATH"); // prekini poziv
}
void beep(){ // funkcija za oglašavanje zujalice
    analogWrite(3,20);
    delay(3000);
    analogWrite(3,0);
    delay(3000);
}
```


5. Zaključak

Ovaj jednostavan projekt pomaže u svakodnevnom praćenju kvalitete zraka u kupaonici. Uz komponente koje su vrlo niske cijene i barem malo programiranja svatko može napraviti ovakav projekt. U projektu se nije uspio riješiti problem pozivanja hitne pomoći, no moguće su nadogradnje pomoću zvučnika i mikrofona koji bi se spojili na GSM modul. No, zato je moguće pozvati bližnju osobu ukoliko se osoba nađe u životnoj opasnosti što doprinosi možda bržem spašavanju života. Koristi imaju svi ukućani. Nadogradnja projekta je moguća u smislu da bi trebalo koristiti bolje senzore. Moguće je i kreirati vlastitu web stranicu kako bi se mogla pratiti kvaliteta zraka bilo kada te kako ne bi morali trošiti novce na slanje poruka kako bi saznali informacije o koncentracijama plinova. Također je moguće koristiti ovaj model i u drugim stambenim prostorijama.

6. Literatura

- [1] Arduino Mega 2560, Overview
URL: <https://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardMega2560> (2016-06-11)
- [2] SIM 900 GPRS/GSM Shield, wiki
URL: http://linksprite.com/wiki/index.php5?title=SIM900_GPRS/GSM_Shield (2016-06-11)
- [3] PIR senzor HC-SR501, Datasheet
URL: <http://e-radionica.com/productdata/31227sc.pdf> (2016-06-11)
- [4] Princip rada PIR senzora
URL: <https://e-radionica.com/hr/blog/2015/08/19/kkm-hc-sr501/> (2016-06-11)
- [5] MQ-7 senzor, Datasheet
URL: <https://www.sparkfun.com/datasheets/Sensors/Biometric/MQ-7.pdf> (2016-06-12)
- [6] MQ-135 senzor, Datasheet
URL: <https://www.olimex.com/Products/Components/Sensors/SNS-MQ135/resources/SNS-MQ135.pdf> (2016-06-12)
- [7] Zujalica, wiki
URL: <https://en.wikipedia.org/wiki/Buzzer> (2016-12-06)

7. Pojmovnik

Pojam	Kratko objašnjenje	Više informacija potražite na
SMS	Short Message Service-usluga slanja kratkih poruka	https://en.wikipedia.org/wiki/Short_Message_Service
LCD	Liquid Crystal Display-ekran temeljen na tehnologiji tekućih kristala	https://en.wikipedia.org/wiki/Liquid-crystal_display
SIM900	Sučelje za podatke, pozive...	http://www.propox.com/download/docs/SIM900.pdf
GPRS	General Packet Radio Service-bežična podatkovna komunikacijska usluga	https://en.wikipedia.org/wiki/General_Packet_Radio_Service
GSM	Global System for Mobile Communications-standard za mobilnu telefoniju	https://en.wikipedia.org/wiki/GSM
GPIO	General-purpose Input/Output-pin u integriranim krugovima	https://en.wikipedia.org/wiki/General-purpose_input/output
PWM	Pulse Width Modulation-pulsno širinska modulacijska tehnika	https://en.wikipedia.org/wiki/Pulse-width_modulation
UART	Universal Asynchronous Receiver/Transmitter-asinkrona serijska komunikacija	https://en.wikipedia.org/wiki/Universal_asynchronous_receiver/transmitter
USB	Universal Serial Bus-univerzalna serijska sabirnica za komunikaciju s vanjskim uređajima	https://en.wikipedia.org/wiki/USB
ICSP	In Circuit Serial Programming-metoda za programiranje mikrokontrolera	https://en.wikipedia.org/wiki/In-system_programming
AT	„Attention“-oznaka za naredbe koje se koriste pri komunikaciji s modemima	https://www.techopedia.com/definition/575/at-command-set