

Факултет инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу



Назив студијског програма: Машинско инжењерство

Ниво студија: Основне академске студије

Модул: Информатика у инжењерству

Предмет: Програмски језици

Број индекса: 87/2016

Никола С. Миленковић

**Мерење нивоа CO₂ сондом са бежичном
комуникацијом**

-завршни рад-

Комисија за преглед и одбрану:

1. Ред. проф.др Ненад Грујовић-ментор

2. _____

3. _____

Датум
одбране: _____

Оцена: _____

У оквиру овог завршног рада кандидат треба да:

Применом Ардуино хардвера дизанирати мерни систем за одређивање концентрације угљен-диоксида у радном радном окружењу. Развити програмску апликацију која подржава вежичну WiFi комуникацију са могућношћу активирања ређаја у зависности од стања мерне величине.

Препоручена литература:

[1] 45 пројеката за почетнике и стучњаке, **Bert van Dam**[3]

[2] ESP-12F, **Ai Thinker**[3]

[3] Android Studio IDE-кувар за развој апликација, **Rick Boyer** и **Kyle Mew**[4]

Крагујевац, 30.05.2019.

ментор:

др Ненад Грујовић, редовни професор

Садржај

Резиме рада	5
1. Увод.....	6
2. Угљен-диоксид.....	7
3. Компоненте и софтвер коришћени у раду.....	8
3.1. Arduino Uno платформа.....	8
3.2. Модул ESP8266.....	10
3.3. Сензор гаса MQ135	13
3.4. Развојно окружење Arduino IDE	14
3.4.1. Инсталација Arduino IDE софтвера	14
3.4.2. Подешавање радног окружења	15
3.5. Имплементација кода на ESP8266 модул	17
4. Реализација пројекта.....	20
4.1. Повезивање ESP8266 модула са MQ135 сензором	20
4.2. Учитавање резултата преко HTML странице	22
4.2.1. HTML.....	22
4.2.2. Приказивање резултата на HTML страници.....	22
4.3. Учитавање резултата преко Android апликације	24
4.3.1. Android.....	24
4.3.2. Android апликација за пројекат	25
5. Тест уређаја.....	33
6. Закључак	35
Литература.....	36

Резиме рада:

Циљ овог пројекта је израда бежичног уређаја који ће да мери ниво угљен-диоксида у радном окружењу који ће са Android апликацијом комуницирати преко Wifi модула ESP8266.

Помоћу софтвера Arduino IDE ћемо оспособити сензор за комуникацију са Wifi модулом. Android апликација је развијена помоћу софтвера Blyn, која ће моћи да прима резултате са сензора, да обрађује исте и да их приказује кориснику.

Кључне речи: Угљен-диоксид, Arduino, Arduino IDE, WiFi модул ESP8266, сензор за мерење гаса, Android апликација

Summary of work:

The main objective of this project is the creation of wireless device which will measure the level of carbon-dioxide in the working environment and communicate through WiFi module ESP8266 with an Android application.

With the help of Arduino IDE software, we will be able to enable a sensor to communicate with the Wifi module. Android application is developed using Blyn software, which will be able to receive the results from the sensor, to process them and show them to the user.

Key Words: Carbon-dioxide, Arduino, Arduino IDE, WiFi module EPS8266, sensor for measurement of the gas, Android application

1. Увод

Сам развојем преносних технологија и бежичних уређаја доео нам је многобројне иновације у свим делатностима. Постоји велики број уређаја који мери угљен-диоксида али један такав уређај је јако комплексан, скуп и није свима доступан.

Циљ овог пројекта јесте да се направи преносни уређај што мањих размера који ће служити човеку да уз једноставно коришћење може да прати ниво угљен-диоксида у било ком радном окружењу.

Помоћу Android апликације, корисник ће моћи да прати ниво угљен-диоксида у радном окружењу, а уз помоћ нотификација добијаће обавештења када ниво угљен-диоксида достигне одређену граничну вредност.

Преносни уређај описан у овом раду служи за мерење нивоа угљен-диоксида у било ком радном окружењу. Малих је димензија, једноставан за коришћење, пре свега јефтин и самим тим доступан свима. На овај начин можемо пратити ниво угљен-диоксида у било ком тренутку а за то је само потребно да имамо инсталирану апликацију на свом мобилном телефону. Уређај ће бити детаљно описан почевши од технологије, радног окружења која су потребна за реализацију пројекта, физичког повезивања, имплементације кода на Arduino платформу па све до крајњих резултата која ће бити приказана у самој Android апликацији.

За конструисање уређаја који мери нивоа угљен-диоксида, коришћен је **ESP8266** модул као и сензор **MQ135** за мерење гаса, односно угљен-диоксида.

2. Угљен-диоксид

Угљен-диоксид или угљеник(IV)-оксид је атмосферски природни гас који се састоји од једног атома угљеника и два атома кисеоника спојених ковалентним везама. Хемијска формула овог гаса је CO_2 . У стандардним условима температуре и притиска је у гасовитом стању. У Земљиној атмосфери се налази у количини од око 0,041% (по запремини).

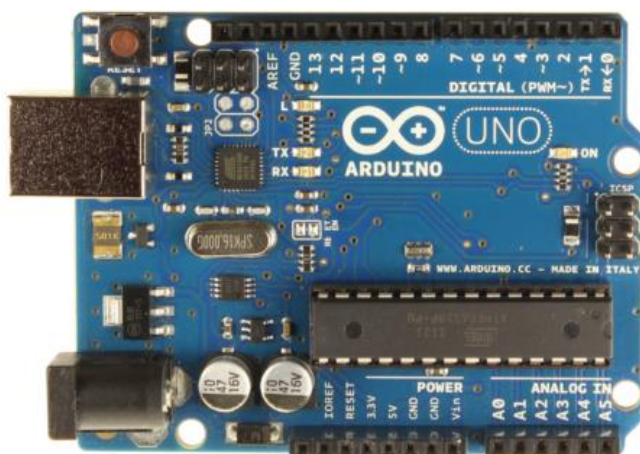
Део је угљениковог циклуса, а биљке, алге и цијанобактерије га користе у процесу фотосинтезе (у присуству воде деловањем сунчеве светлости) за производњу угљених хидрата, чиме се као нуспроизвод отпушта кисеоник. Међутим, пошто се фотосинтеза не може одвијати у мраку, део угљен-диоксида биљке производе ноћу у процесу дисања. Угљен-диоксид у природи настаје сагоревањем угља или угљоводоника, ферментацијом шећера у алкохолна пићима, као и дисањем свих живих организама. Људи и копнене животиње га избацују из дисајних органа. Емитују га вулкани, гејзири и врели извори воде те друга места где је Земљина кора танка. Ослобађа се и из карбонатних стена путем растварања. CO_2 се може наћи у језерима на дубинама испод нивоа мора, те измешан са нафтом и природним гасом.

Утицаји угљен-диоксида на околину су од значајног интереса. Угљен-диоксид је важан стакленички гас, који загрева површину Земље тако што смањује и онемогућава радијацију топлоте у свемир. Атмосферски угљен-диоксид је основни извор угљеника за живот на Земљи, а његова концентрација у Земљиној атмосфери пре индустријске револуције још од касног предкамбријума била је регулисана фотосинтетичким организмима. Међутим, од индустријске револуције до данас брзо је порасла концентрација CO_2 у атмосфери због сагоревања карбонских (фосилних) горива (угља, нафте и природног гаса). Последица повећања концентрације CO_2 у атмосфери је глобално загревање те антропогене климатске промене. Угљен-диоксид је највећи извор закишељавања океана пошто он при растварању у води производи угљену киселину која је слаба киселина те је њена јонизација у води некомплетна ($\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{CO}_3$).[1]

3. Компоненте и софтвер коришћени у раду

3.1. Arduino Uno платформа

Arduino Uno(слика 1) је микроконтролер базиран на ATmega328P који се састоји од софтверског и хардверског дела. Софтверски део развојног Arduino Uno система састоји се од програма који се користе за превођење програмског језика C у асемблерски код. Хардверски део Arduino Uno развојног система састоји се од развојне плоче која садржи микроконтролер ATMEL који разуме само асемблерски код.



Слика 1. Arduino Uno.

Након пренесеног преведеног кода у меморију микроконтролера, он се извршава све док има напајања. Приликом прекида напајања или рестартовања, програмски код почиње да се извршава из почетка. Време које је потребно за обраду појединих података унутар микроконтролера краће је од милисекунде, што омогућава релативно брзу обраду података.

Arduino Uno садржи 14 дигиталних пинова(излаза/улаза), 6 аналогних улаза, 16Mhz кварцног кристала, улаз за USB кабал, улаз за напајање и дугме за рестартовање. Лако спајање нових модула и прикључака је кључна ствар код Arduino. Додаци – модули за Arduino се називају шилдовима (енг.shield). Купују се готови или их сами правимо по потреби. Сврха шилдова је проширење функционалних могућности. Најпознатији шилдови су: GPS, GSM, bluetoothe, ethernet, LCD екран, RFID, итд. Готови Arduino бордови долазе са сопственим бутлоадером који омогућава аплодовање написаних програма у флеш меморију Arduino. Раније верзије Arduino система су користиле серијски порт RS-232 за програмирање и комуникацију, а новији Arduino системи данас раде преко USB- а.[2]

Радни напон	5 V
Напон напајања(препоручени)	7-12 V
Максимални напон напајања	6-20 V
Дигитални У/И пинови	14
Аналогни У/И пинови	6
Струја по У/И пину(3.3 V)	40 mA
Струја по У/И пину(5 V)	50 mA
Флеш меморија	32KB од којих 0.5KB користи bootloader
EEPROM	1 KB
SRAM	2 KB
Радни такт	16 MHz
Димензије	68.6x53.4 mm
Тежина	25g

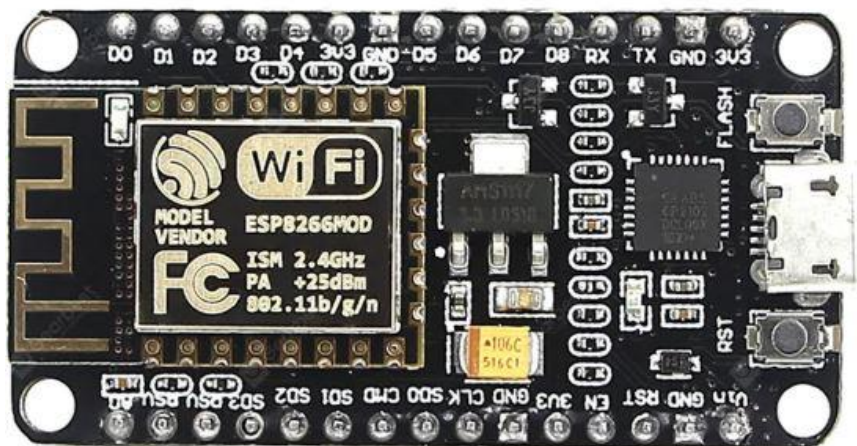
Табела 1. Спецификације *Arduino Uno*.

Напајање	Vin 3.3V,5V,GND	
Ресет	Reset	Ресетује микроконтролер
Аналогни пинови	A0–A5	Омогућава аналогни улаз од 0-5V
Дигитални пинови	0-13	Као улазни/излазни пинови
Серијал пинови	0(Rx),1(Tx)	Пријем и слањесеријских података
Спољни прекиди	2,3	За покретање прекида.
AREF	AREF	Обезбеђује референтни напон за улазни напон
TWI	A4(SDA),A5(SCA)	Служи за TWI комуникацију..
PWM	3,5,6,9,11	Омогућава 8-bit PWM излаз.
SPI	10(SS),11(MOSI),12(MISO),13(SCK)	Служи за SPI комуникацију.

Табела 2. Функције пинова *Arduino Una*.

3.2. Модул ESP8266

Технологија вештачке интелигенције развила је ESP-12F WiFi модул. Водећи у индустрији, процесор с језгром ESP8266 интегрише Tensilicu L106 ултра-ниског-напона са 32 bitа микро MCU у малим пакетима са 16-о bit-ним лајт модом који ради помоћу 80 MHz и 160 MHz, подржава RTOS и интегрише WiFi Mac BB/RF/PA/LNA. ESP-12F WiFi модул подржава стандардни IEEE802.11 b/g/n протокол, комплетно TCP/IP слагање протокола. Корисници могу да користе овај модул како би додали могућности умрежавања постојећим уређајима или да изграде посебне мрежне контролере.



Слика 2. ESP8266 модул.

ESP8266 је бежични SOC високог перформанса који нуди максималну употребљивост по најнижој цени и безграничне способности за уграђену WiFi функционалност у друге системе.

ESP8266 је WiFi мрежно решење које може да ради потпуно независно. ESP8266 је способан да директно покрене из спољне флеш меморије када је прикључен помоћу апликације и једини је апликациони процор у уређају. Уграђен кеш помаже у унапређењу перформанса система и смањује меморијске захтеве.

У другом случају, ESP8266 је одговоран за бежични приступ интернету.

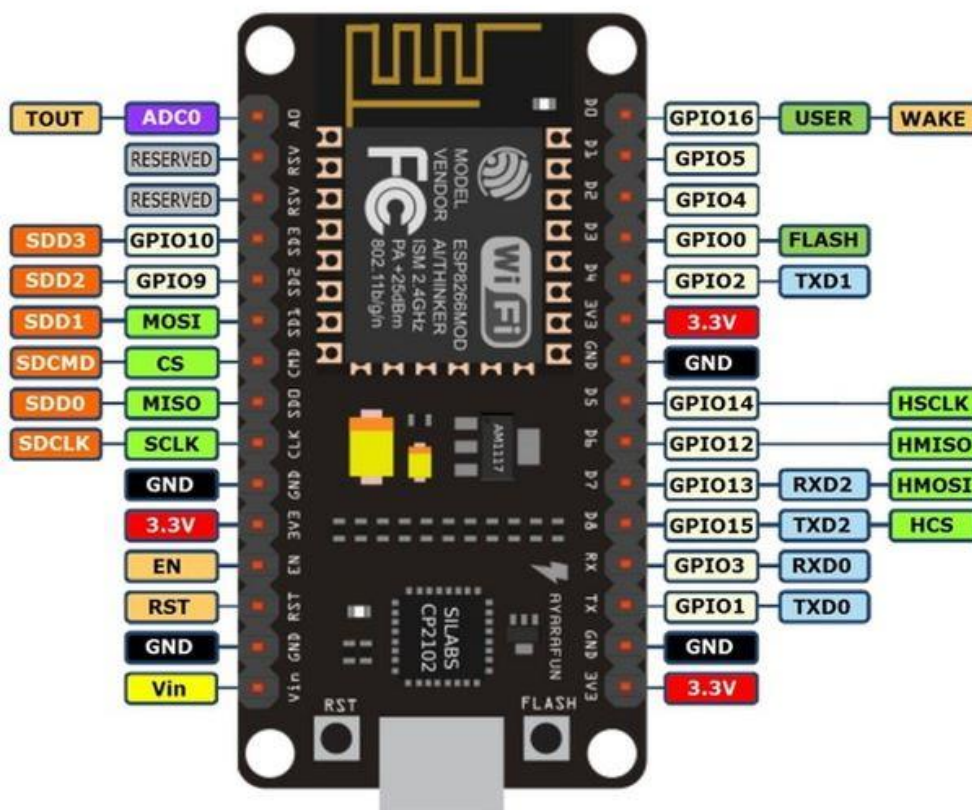
Када је у питању задатак WiFi адаптера, он може бити додат било ком микро дизајну заснованом на контролеру. Конекција је једноставна и проста, само помоћу SPI/SDIO интерфејса или I2C/UART прикључака.

ESP8266 моћно чиповско процесуирање и складишне могућности допуштају му да интегрише сензоре и друге одређене апликацијске уређаје кроз GPIO прикључак и тако смањује системске ресурсе кроз минимални предњи развој и операцију.[3]

Радни напон	3.0~3.6V
Дигитални У/И пинови	17
Аналогни У/И пинови	1
Флеш меморија	16MB
SRAM	160 KB
Радни такт	80 MHz
Број језгара	1
Димензије	24x16 mm

Табела 3. Спецификације ESP8266 модула.

На слици 3 приказане су улоге пинова ESP8266 модула.



Слика 3. Улога пинова ESP8266 модул.

	ESP8266 модул	Arduino Uno
Радни напон	3.0~3.6V	5V
Дигитални У/И пинови	17	14
Аналогни У/И пинови	1	6
Флеш меморија	16MB	32KB
Радни такт	80MHz	16MHz
SRAM	160KB	2KB
WiFi	Да	Не

Табела 4. Поређење ESP8266 модула са Arduino Uno-ом.

Предности ESP8266 модула у односу на Arduino Uno:

- поседује WiFi
- већи број дигиталних У/И пинова
- већа количина флеш меморија
- бржи радни такт
- више SRAM меморије
- мање димензије

Мане ESP8266 модула у односу на Arduino Uno:

- мање аналогних У/И пинова
- теже је програмирање
- скупљи је

3.3. Сензор гаса MQ135

Сензор гаса MQ135 детектује гасове попут амонијака, нитрогена, ваздуха, алкохола, ароматичних једињења, сулфата и дима. Помоћни конвертор чипа MQ135 гасног сензора, јесте PT1301. Радни напон овог гасног сензора је од 2.5V до 5.0V. У атмосфери можемо наћи загађујуће гасове али проводљивост гасног сензора се повећава заједно са повећањем концентрације загађујућег гаса. Има потенцијал да детектује различите штетне гасове. MQ135 гасни сензор може да детектује угљен-диоксид, дим, бензил, пару и друге штетне гасове. MQ135 гасни сензор има јако приспудачну цену.[4]



Слика 4. Сензор гаса MQ135.

Чип	PT1301
Напајање	2.5-5V
Опсег	10-1000PPM
Димензије	40x21mm

Табела 5. Спецификације MQ135.

Бр. пина	Симбол	Опис
1	DOUT	Дигитални излаз
2	AOUT	Аналогни излаз
3	GND	Уземљење
4	VCC	Напајање(2.5-5.0V)

Табела 6. Функције пинова MQ135.

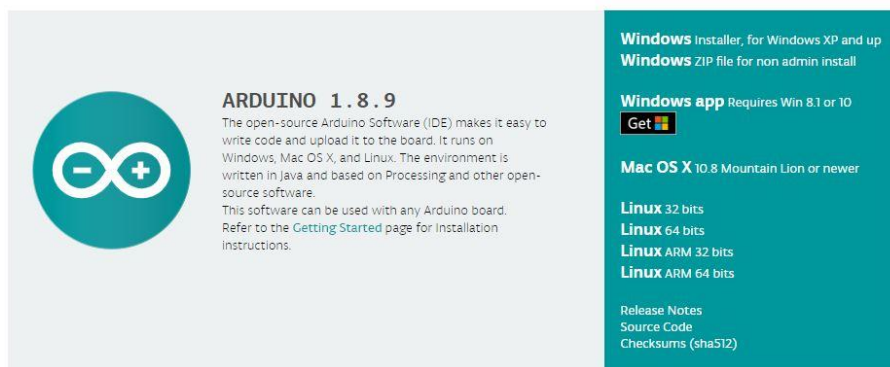
3.4. Развојно окружење Arduino IDE

Arduino IDE је софтвер који кориснику олакшава писање и аплодовање кода на плочу. Ради на свим платформама-Windows, Linux и Mac оперативним системима. Окружење Arduino IDE софтвера написано је у програмском језику JAVA. Софтвер се може користити на свим врстама Arduino плоча. Преко Arduino IDE софтвера, код се може писати на било ком програмском језику. Такође, постоји и велики број бесплатних библиотека, које се лако инсталирају, како би кориснику било што лакше писање софтвера.[5]

3.4.1. Инсталација Arduino IDE софтвера

Arduino IDE софтвер се инсталира врло једноставно. Потребно је да се са официјалног сајта, у одељку SOFTWARE, пронађе и покрене инсталација за одређени оперативни систем.[6]

Download the Arduino IDE



Слика 5. Инсталација Arduino IDE софтвера .

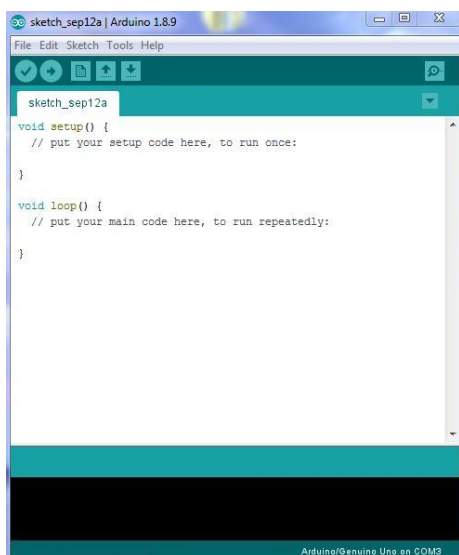
Након успешне инсталације Arduino IDE софтвера, потребно је да се изврши оптимизација радног окружења у зависности од потребе корисника.

3.4.2. Подешавање радног окружења

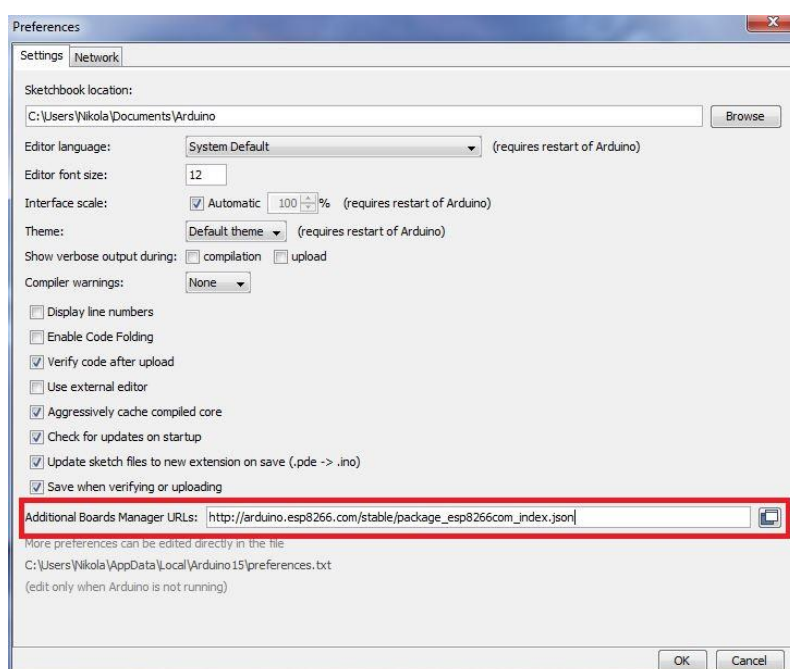
Да би програм прафилно функционисао, потребно је да се прилагоде одређене компоненте софтвера са потребама самог пројекта. Прво је потребно да се изврши прављење новог пројекта преко опције **File>New**(слика 6) а затим је потребно да се сними фајл преко опције **File>Save as**.

Након тога, преко опције **File>Preferences-Settings** , отвара се прозор у којем се у правоугаонику **Additional Boards Managers URL**(слика 7) копира следећи линк:

„http://arduino.esp8266.com/stable/package_esp8266com_index.json“[7]



Слика 6. Покретање новог пројекта.



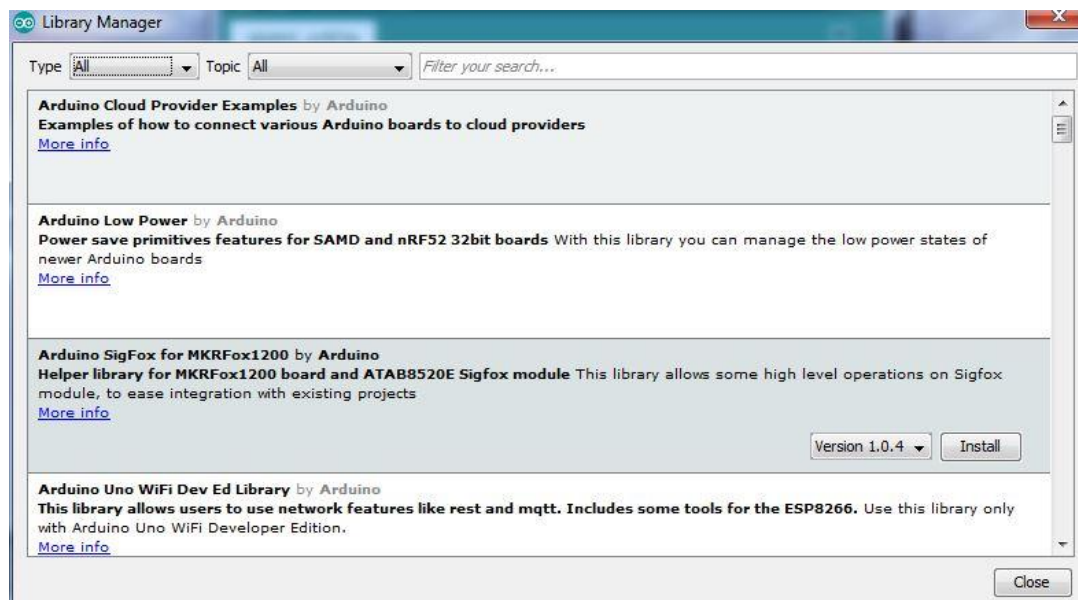
Слика 7. Додавање URL линка.

Затим се врши повезивање одговарајуће платформе. Физичко повезивање се врши помоћу USB кабла док се програмско повезивање врши преко опције **Tools>Board**, где је потребно да се са листе платформи изабере одговарајућа платформа. Затим је потребно да се изабере одговарајући порт платформе(провера порта се може извршити у **Device Manager**-у), помоћу опције **Tools>Port**.

Зависно од платформе која се користи, некада је потребно да се инсталирају додатни драјвери, али то је редак случај. Инсталација драјвера се углавном врши прекликом физичког повезивања платформе са рачунаром.

У зависности од потреба самог пројекта, односно од сензора који се користи, такође је потребно да се инсталирају одређене библиотеке које су бесплатне. Инсталирање библиотека се врши тако што се преко опције **Sketch>Include library>Manage libraries** дође до прозора(слика 8) где се преко претраживача пронађе одговарају

библиотека, а помоћу дугмета **Install** се врши инсталирање исте. Након успешно обављене инсталације библиотеке, потребно је да се та исту библиотеку убади у пројекат тако што се помоћу опције **Sketch>IncludeLibrary** са листе изабере одговарајућа библиотека.



Слика 8. Прозор за додавање библиотека.

3.5. Имплементација кода на ESP8266 модула

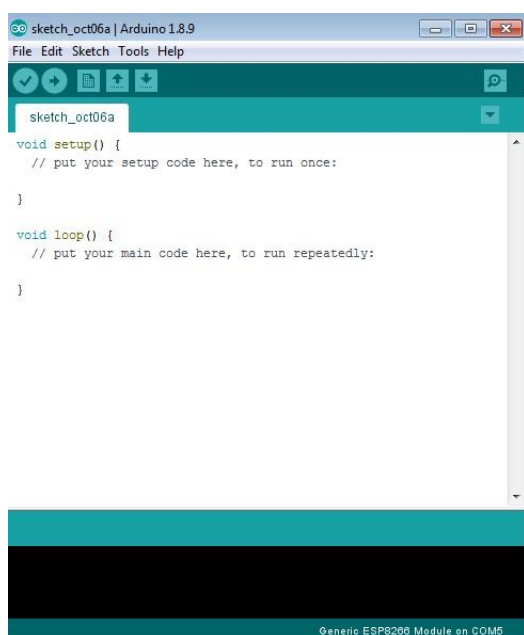
За тестирање исправности ESP8266 модула, користићемо готов код који се налази у опцији **File>Examples>WiFi>WiFiScan**.

Собзиром да се користи ESP8266 модул, пре свега је потребно инсталирати драјвере за модул помоћу опције **Tools>Board>BoardsManager**. У прозору **BoardsManager**-а (слика 12), у простору за **Search**, потребно је укуцати назив модула, тј. „ESP8266“.

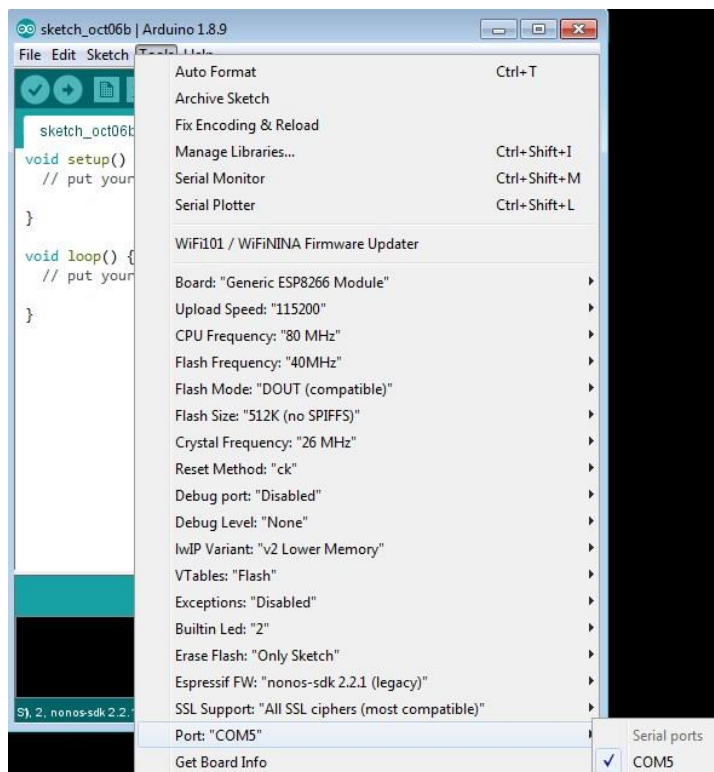
Кораци:

- 1.Покретање новог пројекта(слика 9)
- 2.Одабир порта и модула(слика 10) (слика 11)
- 3.Инсталација библиотеке за ESP8266 модул(слика 12)
4. Имплементација код(код 1)

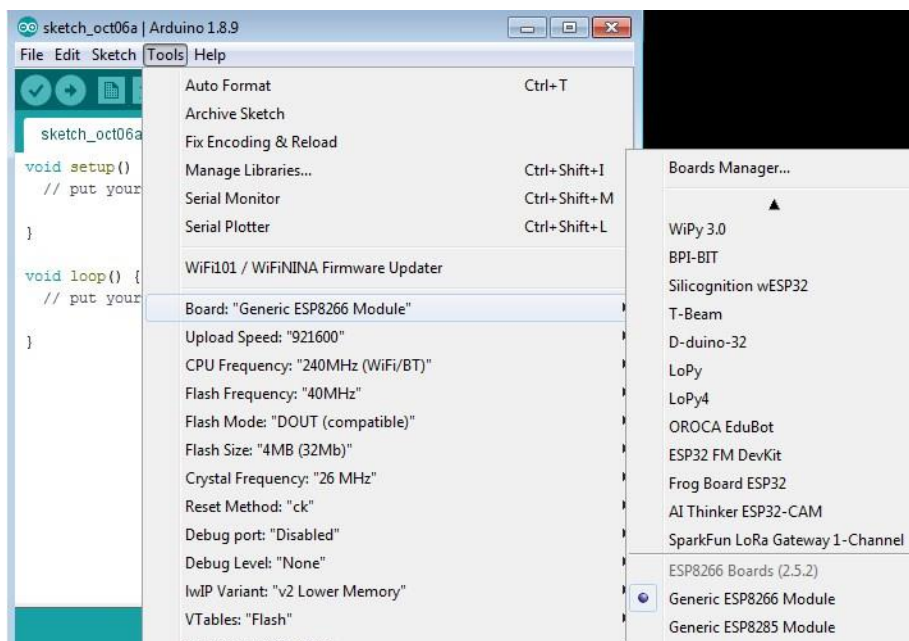
Провера порта се врши у **Device Manager**-у који се налази у опцијама **Tools>Port**.



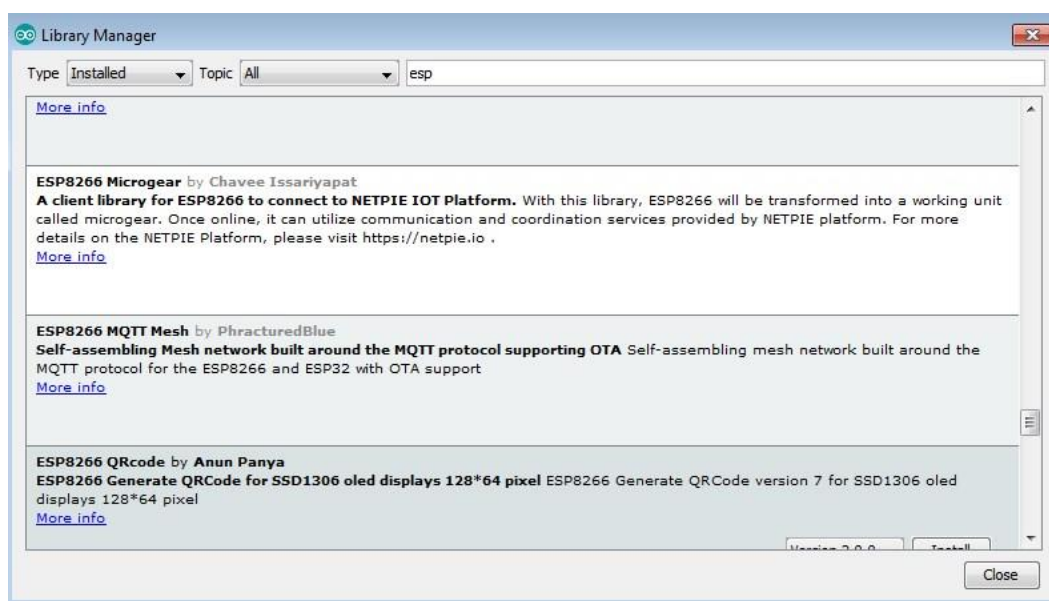
Слика 9. Покретање новог пројекта.



Слика 10. Одабир порта.



Слика 11. Одабир модула.



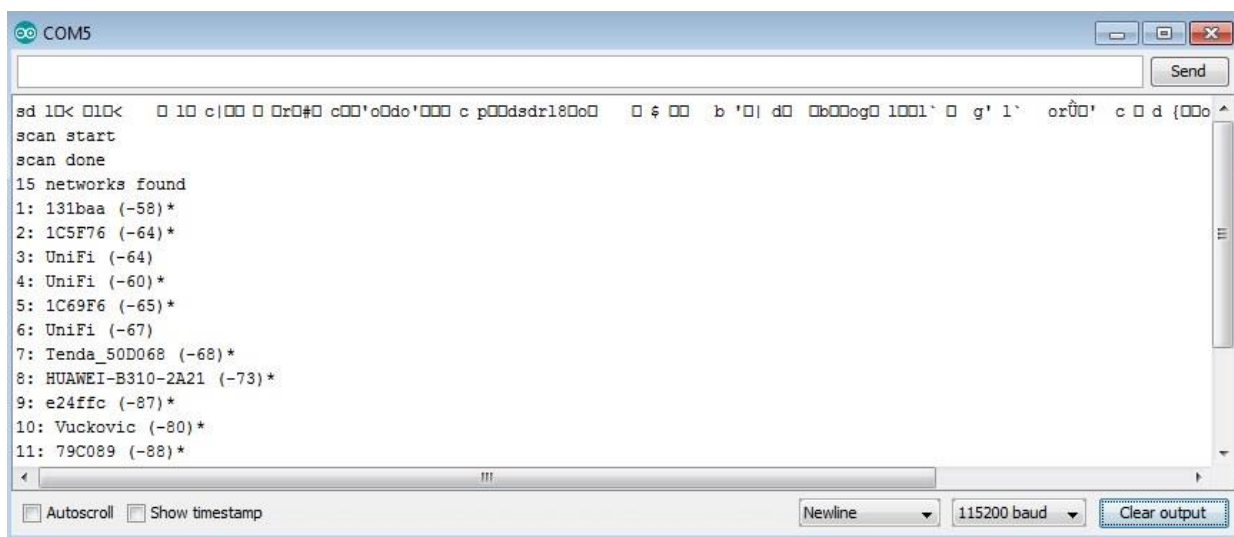
Слика 12. Инсталација библиотеке за ESP8266 модул.

```

#include "WiFi.h"
void setup()
{
  Serial.begin(115200);
  // Set WiFi to station mode and disconnect from an AP if it was previously connected
  WiFi.mode(WIFI_STA);
  WiFi.disconnect();
  delay(100);
  Serial.println("Setup done");
}
void loop()
{
  Serial.println("scan start");
  // WiFi.scanNetworks will return the number of networks found
  int n = WiFi.scanNetworks();
  Serial.println("scan done");
  if (n == 0) {
    Serial.println("no networks found");
  } else {
    Serial.print(n);
    Serial.println(" networks found");
    for (int i = 0; i < n; ++i) {
      // Print SSID and RSSI for each network found
      Serial.print(i + 1);
      Serial.print(": ");
      Serial.print(WiFi.SSID(i));
      Serial.print(" (");
      Serial.print(WiFi.RSSI(i));
      Serial.print(")");
      Serial.println((WiFi.encryptionType(i) == WIFI_AUTH_OPEN)?" ":"*");
      delay(10);
    }
  }
  Serial.println("");
  // Wait a bit before scanning again
  delay(5000);
}

```

Код 1. Код за скенирање WiFi мрежа .

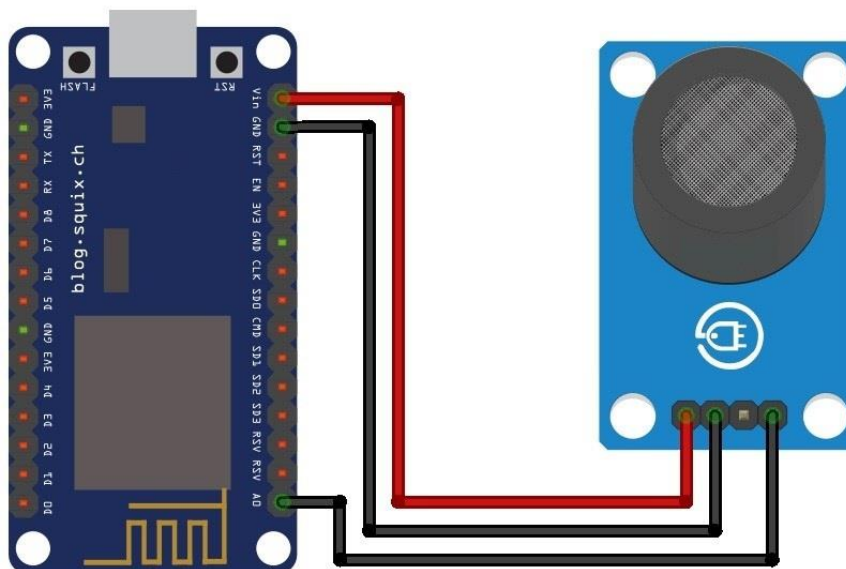


Слика 13. Резултати скенирања WiFi мрежа .

4. Реализација пројекта

4.1. Повезивање ESP8266 модула са MQ135 сензором

Најпре се врши физичко повезивање ESP8266 модула са MQ135 сензором.



Слика 14. Шематски приказ повезивање ESP8266 модула са MQ135 сензором.[8]

ESP8266 модул	MQ135 сензор
VU	VCC
G	GND
A0	A0

Табела 7. Повезивање преко пинова.

За напајање уређаја коришћена је екстерна батерија капацитета 6000 mAh са излазом од 5V и 1A.

```

#include <ESP8266WiFi.h>
#include <ESP8266WebServer.h>
#include <BlynkSimpleEsp8266.h>
const int ledpin=LED_BUILTIN; //za led diodu
const int buzzer = 4; //za buzzer
float sensorValue;
char auth[] = "AZcGLn8UYOCOUwe9w2qiD7q6LzUVcAe8"; // kod za povezivanje za aplikacijom
char ssid[] = "AndroidAP"; // naziv pristupne mreze
char pass[] = "12345678"; // sirfa mreze
ESP8266WebServer server(80);
void setup() {
  Serial.begin(115200);
  pinMode(ledpin, OUTPUT); // za led
  pinMode(buzzer, OUTPUT); // za buzzer
  Blynk.begin(auth, ssid, pass);
  Serial.println("Connecting to ");
  Serial.println(ssid);
  WiFi.begin(ssid, pass);
  while (WiFi.status() != WL_CONNECTED) {
    delay(1000);
    Serial.print(".");
  }
  Serial.println("");
  Serial.println("WiFi connected..!");
  Serial.print("Got IP: "); Serial.println(WiFi.localIP());
  server.on("/", handle_OnConnect);
  server.onNotFound(handle_NotFound);
  server.begin();
  Serial.println("HTTP server started");
}
void loop() {
  //ucitavanje rezultata preko serial monitor-a
  sensorValue = analogRead(0);
  Serial.print("Nivo CO2 je:");
  Serial.print(sensorValue/1000, DEC);
  Serial.println(" g/l");
  delay(400);
  Blynk.run(); //Poketanje Blynk
  float q = analogRead(A0); //ocitavanje vrednosti senzora ubacivanje u q promenljivu
  Blynk.virtualWrite(V0, q/1000); //slanje q vrednosti blynku u i V0 virtualnom pinu
  if (q>300) {
    Blynk.notify("VISOK NIVO CO2!!!"); //salje notifikaciju ako je vrednost veca od q>300
  }
  if(analogRead(q)>300) //led Funkcija
    digitalWrite(ledpin, LOW);
  else
    digitalWrite(ledpin, HIGH);
    delay(1000); //led funkcija
  server.handleClient();
}
void handle_OnConnect() {
  server.send(200, "text/html", SendHTML((sensorValue)/1000));
}
void handle_NotFound(){
  server.send(404, "text/plain", "Not found");
}
String SendHTML(float gas){
  String ptr = "<!DOCTYPE html> <html>\n";
  ptr += "<head><meta name='viewport' content='width=device-width, initial-scale=1.0, user-scalable=no'>\n";
  ptr += "<title>Nikola Milenkovic</title>\n";
  ptr += "<style>html { font-family: Helvetica; display: inline-block; margin: 0px auto; text-align: center;}\n";
  ptr += "body{margin-top: 50px; background-color: #add8e6; } h1 {color: #ffffff;margin: 50px auto 30px; }h4 {color: #ffffff;}\n";
  ptr += "p {font-size: 24px;color: #ffffff;margin-bottom: 20px;}\n";
  ptr += "</style>\n";
  ptr += "</head>\n";
  ptr += "<body>\n";
  ptr += "<div id='Co2'>\n";
  ptr += "<h1>Fakultet inzenjerskih nauka</h1>\n";
  ptr += "<img src='http://www.mvm.fink.rs/Mvm2016/images/FME%20emblem.jpg'> ";
  ptr += "<h1>Uredjaj za bezicno merenje nivoa ugljen-dioksida u radnom okruzenju</h1>\n";
  ptr += "<h4>-zavrsni rad-</h4>\n";
  ptr += "<p>Nivo CO2 je: ";
  ptr += (float)gas;
  ptr += "g/l</p>";
  ptr += "<h4>Student: Nikola Milenkovic 87/2016</h4><h4>Profesor: Red. prof. dr Nenad Grujovic</h4>\n";
  ptr += "</div>\n";
  ptr += "</body>\n";
  ptr += "</html>\n";
  return ptr;
}

```

Код 2. Код за пројекат.

4.2. Учитавање резултата преко HTML странице

4.2.1. HTML

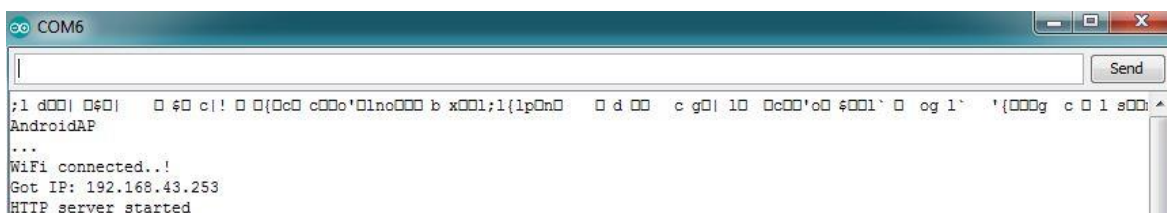
Језик за означавање хипертекста (HTML) је описни језик посебно намењен за описивање web страница. Помажу му технологије попут Cascading Style Sheets (CSS) или скриптни програмски језици као што је JavaScript.

Web претраживачи примају HTML документе од web сервера или од локалне меморије и приказују их као документе мултимедијских web страница. HTML шемантички описује структуру web странице и оригиналне знакове који су укључени у приказивању документа.

HTML елементи јесу модули HTML странице. Са HTML концептима, сликама и другим објектима попут интерактивних форми, могу бити саставни део дате странице. HTML нуди опције помоћу којих се могу креирати структурирани документи обележавањем структуралне шемантике попут наслова, параграфа, листи, линкова, наводника и осталих ставки. HTML елементи су описани „таговима“ који су написани у угластим заградама. Тагови као што су `<img>` и `<input>` директно уводе садржај у страницу. Остали тагови као што су `<p>` окружују и дају информације о документу са текстом и могу да имају друге тагове попут поделемната. Претраживачи не приказују HTML тагове, али их користе да интерпретирају садржај странице.[9]

4.2.2. Приказивање резултата на HTML страници

Да би приступили HTML страници потребно је да уређај буде конектован на WiFi мрежу. Помоћу опције **Tools>Serial Monitor** извршићемо проверу IP адресе за HTML страницу и преко исте ћемо приступити HTML страници.



Слика 15. Провера IP адресе.

```
String SendHTML(float gas){
    String ptr = "<!DOCTYPE html> <html>\n";
    ptr +="<head><meta name=\"viewport\" content=\"width=device-
width, initial-scale=1.0, user-scalable=no\">\n";
    ptr +="<title>Nikola Milenkovic</title>\n";
    ptr +="<style>html { font-family: Helvetica; display: inline-block;
margin: 0px auto; text-align: center;} \n";
    ptr +="body{margin-top: 50px; background-color: #add8e6; } h1
{color: #ffffff;margin: 50px auto 30px;}h4 {color: #ffffff;} \n";
    ptr +="p {font-size: 24px;color: #ffffff;margin-bottom: 20px;} \n";
    ptr +="</style>\n";
    ptr +="</head>\n";
    ptr +="<body>\n";
    ptr +="<div id=\"CO2\">\n";
    ptr +="<h1>Fakultet inženjerskih nauka</h1>\n";
    ptr +="<img
src='http://www.mvm.fink.rs/Mvm2016/images/FME%20emblem.j
pg'> ";
    ptr +="<h1>Uredjaj za bezicno merenje nivoa ugljen-dioksida u
radnom okruzenju</h1>\n";
    ptr +="<h4>-zavrsni rad-</h4>\n";
    ptr +="<p>Nivo CO2 je: ";
    ptr +=(float)gas;
    ptr +="g/l</p>";
    ptr +="<h4>Student: Nikola Milenkovic
87/2016</h4><h4>Profesor: Red. prof. dr Nenad Grujovic</h4>\n";
    ptr +="</div>\n";
    ptr +="</body>\n";
    ptr +="</html>\n";
    return ptr;
}
```

Део кода 1. Део главног кода који се односи на
HTML.



Слика 16. Приказ резултата на HTML страници.

4.3. Учитавање резултата преко Android апликације

4.3.1. Android

Android је мобилни оперативни систем који је развио Google. Заснован је на измењеној верзији Linux-а и других софтвера отвореног кода. Првенствено је дизајниран за мобилне уређаје осетљиве на додир попут паметних телефона и таблета. Поред тога, Google је развио Android TV за телевизоре, Android Auto за аутомобиле и Wear OS за ношења, а сваки од њих поседује специјализовани кориснички интерфејс. Варијанте Android-а се такође користе за играчке конзоле, дигиталне камере, личне рачунаре и остале електронске уређаје.

Изворно развијен од стране Android Inc, који је Google купио у 2005, Android је био представљен 2007, са првим комерцијалним Android уређајем лансираним у септембру 2008. године. Тренутна стабилна верзија јесте Android 10 који је представљен 3. септембра 2019. године.

Android такође асоцирамо и са пратњом приватних софтвера које је развио Google под називом Google Mobile Services (GMS), који су често претходно инсталирани на

уређајима. Они укључују апликације попут Gmail-а, Google Chrom-а, Google Play-а, Google Search-а. Ове апликације су дозвољене од стране произвођача Android уређаја који су сертифицирани под Google-овим стандардима.

Android је најпродованији оперативни систем на мобилним уређијима широм света од 2011, а на таблетицама од 2013. Од маја 2017, на месечном нивоу има 2 милијарде активних корисника, а од децембра 2018. Google Play продавница садржи преко 2.6 милиона апликација.[10]



Слика 17. *Android лого.*

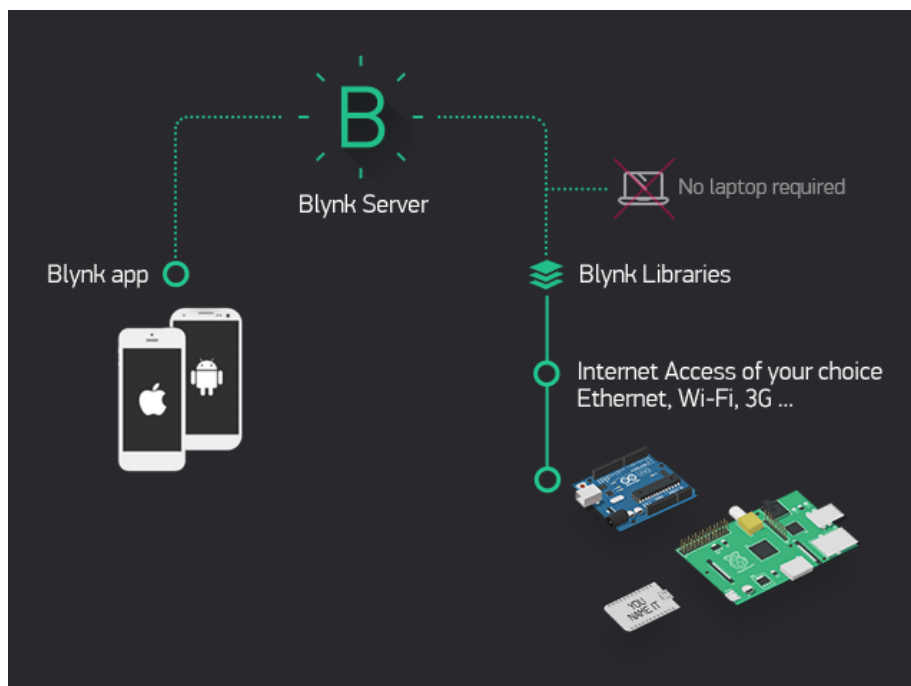
4.3.2. Android апликација за пројекат

Android апликација за пројекат реализована је помоћу апликације Blynk.

Blynk је дизајниран за Internet of Things. Може да из далека управља хардвером, прикаже податке сензора и чува исте, прикаже визуелизацију података и доста других интересантних ствари.

Постоје 3 главне компоненте на платформ:

1. Blynk App – даје могућност креирање невероватних интерфејса за пројекте користећи разноразне додатке.
2. Blynk Server – одговоран за све комуникације између паметног телефона и хардвера. Може користити Blynk Cloud или локално покретнути приватни Blynk сервер. Отвореног је кода и може да са лакоћом руководи многим уређајима.
3. Blynk Libraries – за све популарне хардвер платформе – омогућава комуникацију са сервером и процесуира све улазне и излазне команде.[11]

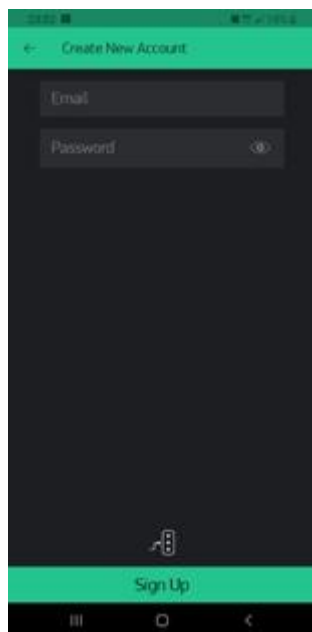


Слика 18. Начин рада Blynk апликације.

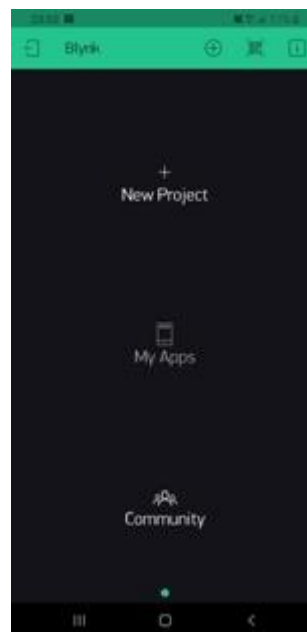
```
Blynk.run(); //Poketanje Blynk  
float q = analogRead(A0); //Ucitavanje vrednosti senzora ubacivanje u q promenljivu  
Blynk.virtualWrite(V0, q/1000); //Slanje q vrednosti Blynk-u na V0 virtualnom pinu  
if (q>300) {  
  Blynk.notify("VISOK NIVO CO2!!!"); //Salje notifikaciju ako je vrednost veca od q>300  
}
```

Део кода 2. Део главног кода који се односи на повезивање са Blynk апликацијом.

При покретању Blynk апликације, потребно је да се корисник прво региструје а затим може приступити креирању новог пројекта.



Слика 19. Регистрација на Blynk апликацију.



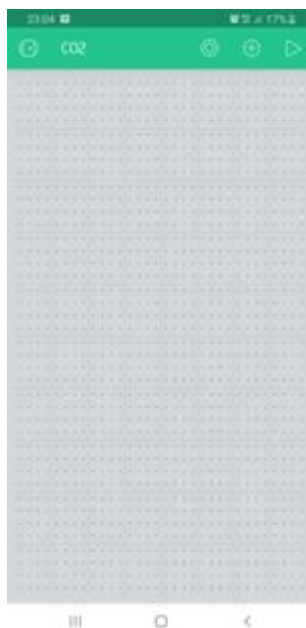
Слика 20. Креирање новог пројекта.

Након успешног креирања новог пројекта, долази се до прозора у којем је потребно унети име пројекта и изабрати модул који се користи у изради пројекта.



Слика 21. Уношење имена пројекта и одабир модула.

Затим долазимо до прозора који представља радно окружење Blynk апликације.



Слика 22. Радно окружење апликације Blynk.

Притиском на дугме  додајемо вицете који су потребни за реализацију пројекта.

Додаћемо следеће вицете:

- 1)  Gauge
\$300
- 2)  Eventor
\$500
- 3)  Notification
\$400
- 4)  Email
\$100

Након додавања вицета, радно окружење ће добити следећи изглед:



Слика 23. Радно окружење након додавања вицета.

Затим се приступа програмирању сваког вицета посебно.

Прво ћемо извршити програмирање вицета „Gauge“ тако што ћемо кликнути на њега.

Након клика отвара се следећи прозор:



Слика 24. Програмирање вицета „Gauge“.

Прво је потребно да се изабере одговарајући пин са ког ће се учитавати резултати са MQ135 сензора. У овом случају то ће бити пин V0 јер је тако одређено у главном коду(код 1).



Слика 25. Одабир пина са ког се учитавају резултати.

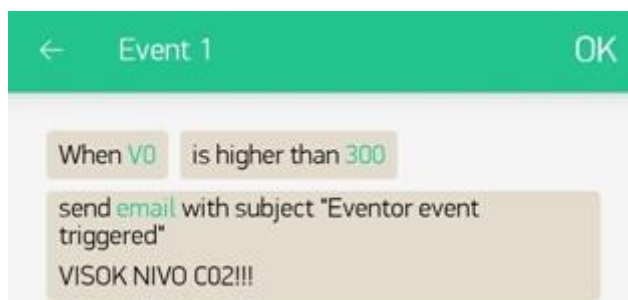
У пољу „LABEL“ потребно је унети текст који ће се приказивати на „Gauge“ виџету.



Слика 26. Унос текста у „LABEL“ поље.

Текст „Nivo CO2 је:“ представља текст који смо ми унели док „/pin/“ представља резултат који се учитава са пина V0 који је предходно одабран.

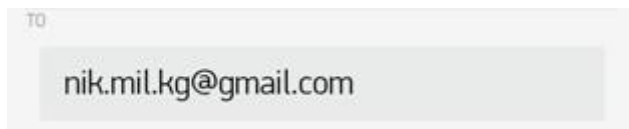
Програмирање виџета „Eventor“ врши се кликом на дугме „+ Add New Event“ где је потребно задати одговарајући услов. Услов ће бити тај да апликација шаље мејл када вредност која се учитава са пина V0 буде већа од вредности коју смо задали у главном коду(код 1).



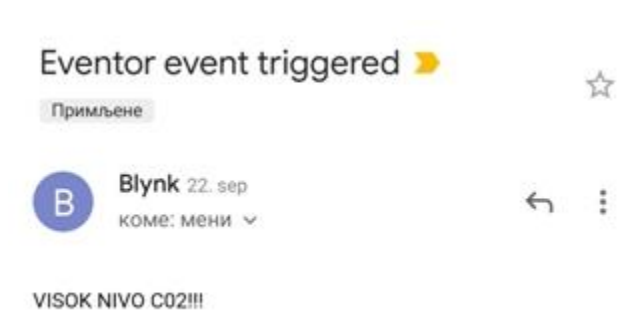
Слика 27. Унос услова.

Такође је могуће додати још услова у зависности од потреба самог пројекта.

Након завршеног програмирања вицета „Eventor“ може се приступити програмирање вицета „Email“. Програмирањ овог вицета је јако једноставно. Потребно је да клинемо на сами вицет и да у пољу „ТО“ унесемо мејл на који ће бити послато обавештење уколико дође до кршења услова које смо предходно задали.



Слика 28. Унос мејла.



Слика 29. Мејл обавештење.

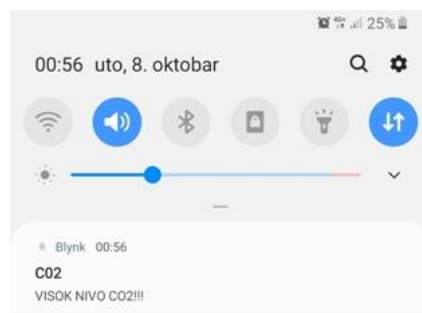
Такође је могуће наместити да апликација шаље овавештења на сам уређај на коме је инсталирана наша апликација. За то је потребно програмирање вицета „Notification“ на следећи начин:



Слика 30. Обавештења на уређају на ком је инсталирана апликација.



Слика 31. Обавештењае при раду у апликацији.

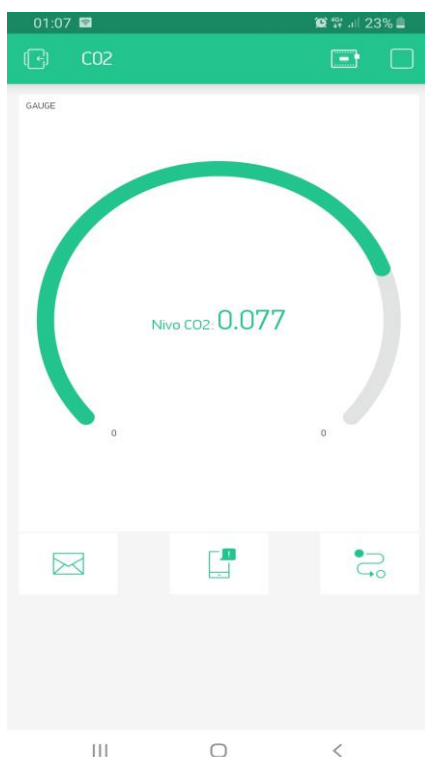


Слика 32. Обавештење на статусној траци уређаја.

На крају је потребно да кликом на дугме



покренемо апликацију и видећемо резултате.



Слика 33. Интерфејс апликације у току рада.

5. Тест уређаја

Први експеримент:

Експеримент је рађен у кућним условима помоћу плина из упаљача. Експеримент је трајао 60 секунди. Пре пуштања плина, ниво угљен-диоксида је био 0,0041%. Плин је био пуштен од 5. до 40. секунде експеримента, резултати су мерени на сваких 5 секунди и приказани су на графику 1.

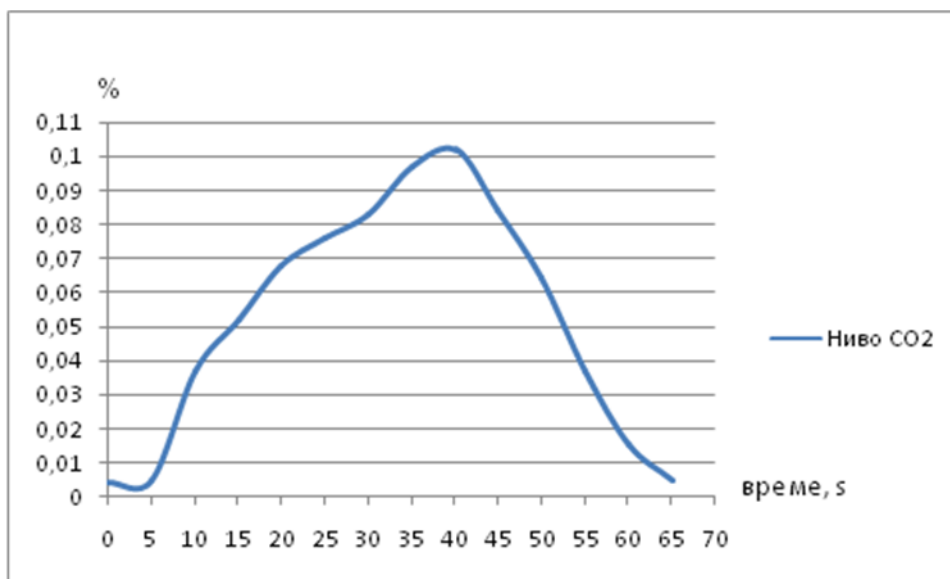


График 1. Ниво угљен-диоксида током првог експеримента.

Други експеримент: Исправност уређаја проверићемо још једним експериментом.

Експеримент је изведен у кућним условима. Трајао је 1 сат док је мерење вршено на сваких 5 минута. За овај експеримент је испоришћена појава врења квасца - процес у коме се шећер претвара у алкохол уз ослобађање угљен-диоксида и топлоте. За извођење експеримента потребна је стаклена флаша у којој је стављено:

а) 10g квасца и 50ml 20% раствора шећера

б) 20g квасца и 50ml 20% раствора шећера

Са повећањем количине квасца, дошло је до повећања нивоа угљен-диоксида што је уређај и детектовао (график 2 и 3).

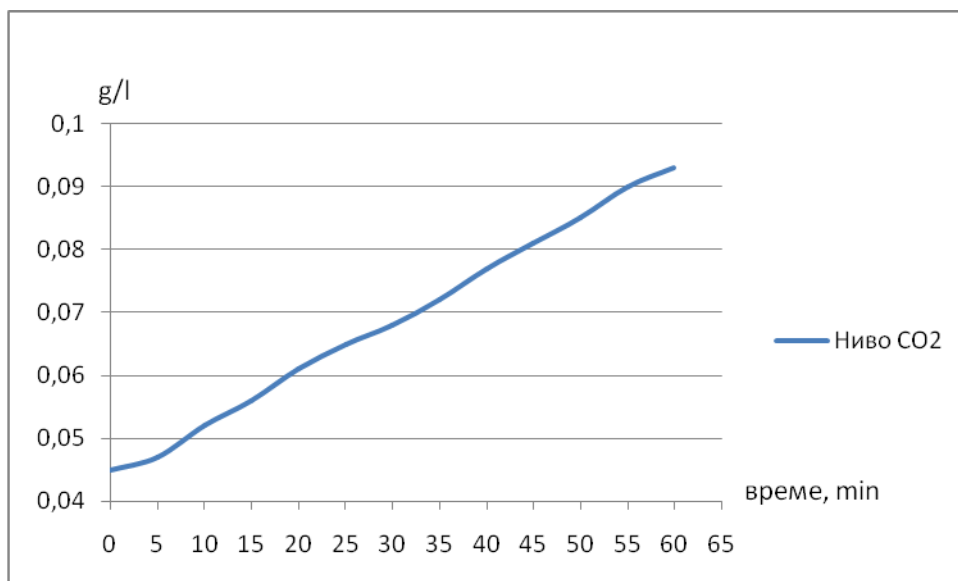


График 2. Ниво угљен-диоксида током другог експеримента под а).

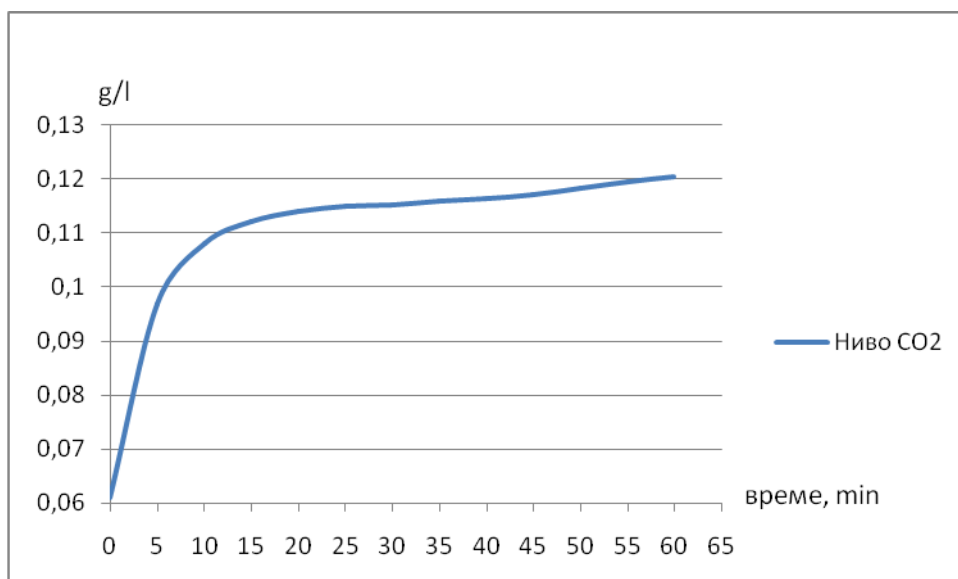


График 3. Ниво угљен-диоксида током другог експеримента под б).

6. Закључак

Направили смо уређај за мерење нивоа угљен-диоксида у радном окружењу који ће преко ESP8266 модула комуницирати са Android апликацијом.

За израду уређаја који мери угљен-диоксид у радном окружењу коришћене су компоненте које се увелико налазе на тржити и доступне су свима.

Даља побољшања овог уређаја би могла омогућити додатне опције кориснику, као што су моделирање и израда кућишта за уређај и батерију као и постављање дисплеја на сам уређај.

Потребно је даље истраживање о начину напајања самог уређаја, такође је потребно да батерија има што дужи век трајања и мале димензије, јер је идеја овог рада била да се направи уређај што мањих димензија.

Пројекат представља комплетан прототип који се може тестирати у било ком радном окружењу.

Литература

- [1]<https://sr.wikipedia.org/sr-el/ugljen-dioksid>, септембар 2019.
- [2]<https://store.arduino.cc/arduino-uno-rev3>, септембар 2019.
- [3]https://lcsc.com/product-detail/WIFI-Modules_ESP-12F-ESP8266MOD_C82891.html, септембар 2019.
- [4]<https://www.elprocus.com/mq-135-alcohol-sensor-circuit-and-working/>, септембар 2019.
- [5]<https://www.arduino.cc/en/Main/Education>, септембар 2019.
- [6]<https://www.arduino.cc/en/Main/Software>, септембар 2019.
- [7]<https://github.com/esp8266/Arduino>, септембар 2019.
- [8]<https://www.hackster.io/akmaneesha/nodemcu-based-iot-project-connecting-mq-135-gas-sensor-fcf461>, септембар 2019.
- [9]<https://en.wikipedia.org/wiki/HTML>, септембар 2019.
- [10][https://en.wikipedia.org/wiki/Android_\(operating_system\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Android_(operating_system)), септембар 2019.
- [11]<https://docs.blynk.cc/>, септембар 2019.