Mjerenje biometeoroloških parametara

Novak, Matija

Undergraduate thesis / Završni rad

2019

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University North / Sveučilište Sjever**

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:122:195895

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-28**

Repository / Repozitorij:

University North Digital Repository

Sveučilište
Sjever

Završni rad br. 442/EL/2019

Mjerenje biometeoroloških parametara

Matija Novak, 0857/336

Varaždin, lipanj 2019. godine

Sveučilište Sjever

Odjel za Elektrotehniku

Završni rad br. 442/EL/2019

Mjerenje biometeoroloških parametara

Student

Matija Novak, 0857/336

Mentor

Josip Srpak, dipl. ing. el.

Varaždin, lipanj 2019. godine

Sveučilište Sjever
Sveučilišni centar Varaždin
104. brigade 3, HR-42000 Varaždin

UNIVERSITY NORTH

Prijava završnog rada

Definiranje teme završnog rada i povjerenstva

ODJEL Odjel za elektrotehniku

STUDIJ preddiplomski stručni studij Elektrotehnika

PRISTUPNIK Matija Novak | MATIČNI BROJ 0857/336

DATUM 28.05.2019 | KOLEGIJ Građa računala

NASLOV RADA Mjerenje biometeoroloških parametara

NASLOV RADA NA ENGL. JEZIKU Measurement of biometeorological parameters

MENTOR Josip Srpak | ZVANJE predavač

ČLANOVI POVJERENSTVA

1. doc. dr. sc. Ladislav Havaš, dipl. ing.el.
2. dr. sc. Dunja Srpak, dipl.ing.el., predavač
3. Josip Srpak, dipl.ing.el., predavač
4. Miroslav Horvatić, dipl.ing.el., predavač - rezervni član
5.

Zadatak završnog rada

BROJ 442/EL/2019

OPIS

U završnom radu je potrebno opisati elektro opremu koja se koristi za izradu sustava za mjerenje i prikaz parametara kvalitete / komfora življenja. Izraditi vlastiti sustav kojim se mjere i prikazuju relevantni parametri okoline u kojoj ljudi borave.

U radu je potrebno:
- Opisati vrste i svojstva mikroračunala, senzora i pokaznika koji se mogu primijeniti,
- Opisati konfiguraciju za koji će biti izrađen praktični primjer sustava
- Izraditi programski kod potreban za rad sustava
- Testirati izradeni uređaj i komentirati rezultate mjerenja.

REPUBLIKA HRVATSKA
SVEUČILIŠTE SJEVER
SVEUČILIŠTE SJEVER
KOPRIVNICA

ZADATAK URUČEN 05.06.2019. | POTPIS MENTORA Josip Srpak

Predgovor

Zahvaljujem se mentoru Josipu Srpaku na usmjeravanju prilikom odabira i izrade završnog rada. Pored mentora, zahvaljujem svim profesorima Sveučilišta Sjever Varaždin na uloženom trudu i naporu da prenesu znanje koje mi je kod završnog rada uvelike olakšalo i pobliže objasnilo određene detalje rada.

Zahvaljujem svojoj obitelji i prijateljima na potpori tijekom studiranja na Sveučilištu Sjever.

Sažetak

Konstrukcija uređaja za mjerenje fizikalnih veličina koje su bitne za postizanje veće kvalitete života. Kroz završni rad objašnjen je teorijski princip rada kao i objašnjenje cijelog projekta prilikom izrade uređaja.

Ovakav uređaj može se postavit u kućanstvu ili na otvorenom prostoru gdje ljudi žele boraviti. Mjeri parametre kao što su UV zračenje, PH vrijednost tekućine, temperaturu tekućine, temperaturu okoline, kvalitetu zraka... Te parametre šalje na poslužitelj i pruža korisniku pristupi tim podacima gdje god se nalazio. Prednost takvog pristupa je u tome što se fizički ne moramo biti pored uređaja da bi očitavali podatke koji nam ukazuju na kvalitetu zraka ili UV zračenje. Čitanje tih podataka preko interneta omogućava nam da se pripremimo ili da se obučemo sukladno mjerenim parametrima. Primjena može biti u turizmu, uređaj se postavi na lokaciju gdje korisnik želi mjerit kvalitetu zraka ili UV zračenje koje može biti daleko manje od gradskih okolina. Tim podacima mogu pristupiti svi gosti kako bi se uvjerili da je lokacija na koju idu zaista nezagađena te da je zrak čist.

Ključne riječi: Mjerenje biometeoroloških parametara, ESP32, MQTT, UV, PH, co2, temperatura, tlak, Nextion.

Popis korištenih kratica

IFTTT	If this, then thah
UV	Ultra ljubičasto
PH	Snaga vodika
CO2	Ugljični dioksid
PWM	Širinsko-impulsna modulacija
ADC	Analogno digitalni pretvarač
Sleep mode	Spavači način
I2C	Inter Integrated Circuit
I2S	Inter-IC Sound
SPI	Serial Peripheral Interface
Lion	Lithium-ion
IDE	Integrated development environment
SMOS	Semiconducting Metal Oxide Sensors
PIR	Piroelektrično infracrveno
LED	Svjetlosna dioda
OLED	Organic electroluminescence
AMOLED	Active-matrix OLED
CS	Chip select
V	Volt
A	Amper
IoT	Internet of Things
MQTT	Message Queuing Telemetry Transport

Sadržaj

1. Mjerenje biometeoroloških parametara 5
2. Opis elemenata sustava za praćenje parametara kvalitete života 7
   2.1. Mikroupravljači 7
      2.1.1. ATMEGA328P mikroupravljač 8
      2.1.2. ESP8266 mikroupravljač 8
      2.1.3. ESP32 mikroupravljač 9
   2.2. Senzori 12
      2.2.1. Senzori temperature 12
      2.2.2. Senzori tlaka 14
      2.2.3. Senzori vlage 15
      2.2.4. UV senzori 16
      2.2.5. Senzori zraka 17
      2.2.6. PH senzori 19
   2.3. Prikaznik 19
      2.3.1. OLED prikaznik 21
      2.3.2. E-PAPER prikaznik 21
      2.3.3. NEXTION prikaznik 22
3. Praktični dio projekta 23
   3.1. Programski kod procesora 24
   3.2. Programski kod prikaznika 26
   3.3. Programski kod vezan uz IoT 29
4. Analiza rezultata 33
   4.1. Rezultati mjerenja 33
   4.2. Izgled gotovog uređaja 35
   4.3. Popis komponenti i cijena 36
5. Zaključak 38
6. Literatura 39

1. Mjerenje biometeoroloških parametara

Uređaj za mjerenje kvalitete života pomaže osobi postići veću kvalitetu života tako da upozori korisnika ako je određeni parametar izvan sigurnosnih granica. Zdrav čovjek dnevno udiše 1000 litara zraka. Čist zrak je osnova za zdrav život i opstanak, trenutni trendovi modernizacije i industrijalizacije sve više zagađuju zrak i to raste na dnevnoj bazi, dokaz tome je istraživanje UN-a gdje svake godine raste CO2 u većini država. Količina CO2 može se vidjeti sa tablice 1.1

Tablica 1.1 Količina CO2 po državama [1]

Country or area[&]	1975	1985	1995	2005	2010	2012	2013	2014	Pays ou zone[&]
Bosnia and Herzegovina									**Bosnie-Herzégovine**
Thousand metric tons	…	…	3 429	16 204	21 276	22 259	21 921	22 233	Milliers de tonnes
Metric tons per capita	…	…	1.0	4.3	5.5	5.8	5.7	5.8	Tonnes par habitant
China [1]									**Chine** [1]
Thousand metric tons	1 145 607	1 966 553	3 320 285	5 896 958	8 776 040	10 028 574	10 258 007	10 291 927	Milliers de tonnes
Metric tons per capita	1.2	1.9	2.8	4.5	6.5	7.4	7.5	7.5	Tonnes par habitant
Croatia									**Croatie**
Thousand metric tons	…	…	16 986	22 592	20 172	17 994	17 550	16 843	Milliers de tonnes
Metric tons per capita	…	…	3.6	5.1	4.7	4.2	4.1	4.0	Tonnes par habitant
Germany									**Allemagne**
Thousand metric tons	…	…	864 110	797 180	758 860	739 861	757 313	719 883	Milliers de tonnes
Metric tons per capita	…	…	10.6	9.6	9.4	9.2	9.4	8.9	Tonnes par habitant
Japan									**Japon**
Thousand metric tons	870 073	915 397	1 183 447	1 239 255	1 171 625	1 230 168	1 246 516	1 214 048	Milliers de tonnes
Metric tons per capita	7.8	7.6	9.5	9.8	9.2	9.7	9.8	9.6	Tonnes par habitant
Serbia									**Serbie**
Thousand metric tons	…	…	40 579	52 302	45 955	44 063	44 884	37 667	Milliers de tonnes
Metric tons per capita	…	…	3.7	5.0	5.1	4.9	5.0	4.3	Tonnes par habitant

Čestice iz zraka mogu ući u tijelo i nanijeti štetu plućima, bubrezima, srcu i živčanom sustavu te prouzročiti veliku štetu tijelo tj. osobi. Pored zagađenog zraka, opasna je i zagađena voda koja može unijeti u tijelo parazite ili bolesti.

Uređaj je namijenjen svakodnevnoj upotrebi pošto omogućava mjerenje parametara koji se mijenjaju na dnevnoj bazi. Također unutar kućišta nalazi se baterija koja omogućuje korisniku da uređaj ponese sa sobom gdje god mu zatrebao. Funkcijom integrirane baterije postiže se pouzdanost do razina da uređaj može radit 24/7 ako je priključen na punjač.

U uređaju se nalaze senzori koji mjere temperaturu prostorije, vlagu u zraku, tlak zraka, udio CO2 u zraku, UV zračenje, PH tekućine, temperature tekućine i prate otkucaje srca.

Svaki senzor je upotrebljen s razlogom. Zbog velike količine automobila povećava se prisustvo CO2 u zraku zato je iskorišten senzor BME 680. Ovaj senzor mjeri pored CO2 i temperaturu, tlak i vlagu. Sve veće sunčevo zračenje mjeri se UV senzorom, odličan dodatak uređaju jer nas potencijalno štiti od opeklina koje možemo dobit zbog visokog UV faktora. PH senzor se više odnosi na tekućine, njime možemo odrediti PH vode u bazenu. I termopar možemo koristiti kod

tekućina točnije za mjerenje temperature tekućine. Kombinacijom svih ovih senzora na jednom mjestu dobiva se uređaj koji je idealan za mjerenje kvalitete života.

Osim mjerenje potrebno je i prikazati sve prikupljene podatke. U trenutku kad uređaj prikupi sve podatke može se napraviti automatizacija tako da dobijemo upozorenje ako je niska temperatura okoline, visoki UV faktora, visoka temperatura tekućine i sl.

Za prikaz izmjerenih i procesiranih podataka zadužen je prikaznih osjetljiv na dodir „Nextion“ te IoT protokol. Oba elementa IoT i prikaznik osjetljiv na dodir danas su postali dio standarda života. Ako korisnik može birati između klasičnog prikaznika te onog osjetljiv na dodir bez ikakve sumnje korisnik će odabrati uređaj koji ima prikaznik osjetljiv na dodir. Interakcija je daleko zanimljivija naspram one gdje bi korisnik morao upravljati pomoću gumbića. IoT protokol je također zanimljiva inovacija koja se danas uvodi u sve više uređaja od žarulja, pametnih satova pa sve do peći za grijanje. Protokol nam omogućava da uređaj povežemo na server koji sprema podatke i u svakom trenutku možemo pratiti prikupljene podatke, a kasnije pomoću IFTTT protokola izvoditi određene radnje bez da smo fizički pored uređaja.

Pomoću procesora spajamo navede elemente: senzore, prikaznik i IoT protokol. Važno je da procesor ima dovoljno memorije kako bi se napisan program mogao pomoću kompajlera upisati u memoriju, što veća brzina rada procesora nije na odmet. Poželjno je da se uz procesor nalazi i WiFi modul kako bi se mogli povezati na internet.

2. Opis elemenata sustava za praćenje parametara kvalitete života

Zadatak ovog rada je konstruirati uređaj koji nam pomaže mjeriti fizičke veličine koje utječu na kvalitetu života. Temperatura ima velik utjecaj na raspoloženje osobe. Ljeti je cilj postići nižu temperaturu prostorije, dok je zimi cilj postići veću temperaturu naspram temperature okoline. Regulacija temperature može se postići tako da mjerimo temperaturu, a zatim pomoću procesora i izvršnih elemenata upravljamo grijanjem i hlađenjem. Vlaga je također važna fizička veličina. Kad se mjeri u prostoriji prihvatljiv iznos je od 40% do 60%. Ako je manje od 40% prostorija je suha i potrebno je ovlažiti prostor ako je više od 60% prostorija je vlažna i potrebno je osušiti prostor. Tlak zraka ima utjecaj na osobe koje pate na promjenu tlaka.

Iako ovaj uređaj nema implementirano upravljanje lako je izvedivo da se pomoću dodatnih modula i umrežavanja tih uređaja postigne upravljanje grijanjem/hlađenjem, alarmom ili nekim drugim uređajem.

U doba IoT mjerenim podacima se lako pristupa preko računala, tableta, mobitela ili bilo kojeg uređaja koji može pristupi internetu. Kako bi uređaj mogao pristup internetu važno je da ima procesor i element koji omogućava povezivanje na mrežu npr. WiFi modul. Kod odabira procesora bitno je odabrati onaj koji ima veliku brzinu, koji je pouzdan, koji ima WiFi modul i najbitnije dovoljno memorije za obrađivanje prikupljenih podataka.

2.1. Mikroupravljači

Mikroračunalo po nazivu podsjeća na osobno računalo, ali se po funkcionalnosti razlikuju. Mikroračunala se koriste u svakodnevnoj upotrebi npr. radio, televizor, automobil, mobitel itd. Današnji svijet bi bio nezamisliv bez mikroračunala.

Glavni zadatak mikroračunala je izvršiti program tj, procesirati podatke. Stoga bi se moglo reći da je mikroračunalo programski upravljivi elektronički sklop koji dohvaća, pretvara i izvršava zadane instrukcije. Način izvršenja programa (instrukcija) zavisi do građe mikroračunala. Danas postoje mikroračunala s jednom jezgrom ili s više jezgra. Kod pisanja programa treba uzet u obzir na kojem mikroračunalu će se program izvađat. Računala s više jezgra mogu izvoditi dio programa na jednoj jezgri dok se preostali dio izvodi na drugi jezgri. Dobar primjer tome je učitavanje mjerenih veličina pomoću prve jezgre, a daljnji izračuni ili objavljivanje podataka na drugi jezgri. Fizikalno gledano mikroračunala su građena od logičkih vrata i sklopka. Logička vrata rade samo sa jedinicama i nulama tako da ulazni podaci moraju biti zapisani u binarnom obliku.

Mikroračunalo ima memoriju u koju se može upisati program ta memorija naziva se Flash memorija. Ona sprema zapisane podatke čak i kad nema napajanja. Osim glavne Flash memorije postoji i EEPROM i SRAM. SRAM memoriju koristimo za brzo spremanje i učitavanje podataka.

Drugi naziv je priručna memorija, ona sprema podatke dok je pod napajanjem ako nekim slučajem izgubi napajanje tad se gube podaci.

Danas neka od poznatijih mikroračunala su ESP8266, ESP32, HC06, ATMEGA 2560, ATMEGA 2561, ATMEGA 328P, ARM generacija od A1-A7, Cypress i dr.

2.1.1. ATMEGA328P mikroupravljač

Jednostavan mikroupravljač za početnike. Dobar je odabir za jednostavnije projekte gdje nije potrebno izvoditi duge proračune. Ukupno ima 28 pina od čega su 14 pina namijenjena za ulaze i izlaze, 6 pina mogu se upotrebiti za PWM te ima 6 analognih pinova. Ima 32 Kb flash memorije i 2Kb SRAM što je prihvatljivo za manje projekte.

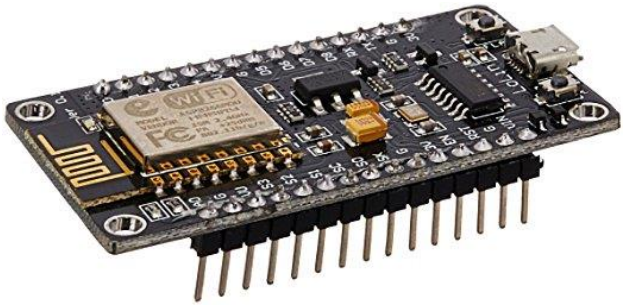
Razlikuje se od ESP arhitekture po naponu koji se može dovest na ulaz. ATMEGA dozvoljava napon od 0-5V. Kod ADC to bi značilo da područje od 0V do 5V raspodjelu u 1 od 1024 binarna zapisa.



Slika 2.1. Atmega328P

2.1.2. ESP8266 mikroupravljač

Mikroračunalo sa 17 ulazno/izlaznih pinova. Napon napajanje je 3.3 V, srednja potrošnja struje je 80 mA. Na ulaze se mogu spojiti uređaji koji rade pomoću I2C ili I2S protokola, analogni uređaji, digitalni uređaji i dr. Pinovi koji se upotrebljavaju kod I2C protokola su 9 > SCL i 14 > SDA. Postoje 4 PWM izlaza koji imaju najveću frekvenciju od 1 kHz. ADC pretvorba analognog u digitalni, kod pretvorbe koristi se 10 bita .ESP8266 dolazi sa wifi modulom koje šalje i prima podatke na 2.4 GHz. Nema mogućnost bluetooth komunikacije.

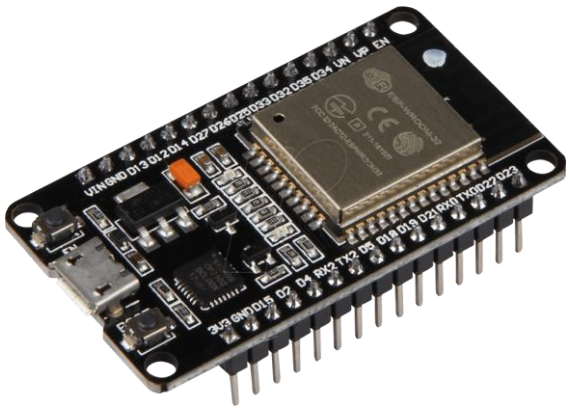


Slika 1.2. ESP 8266

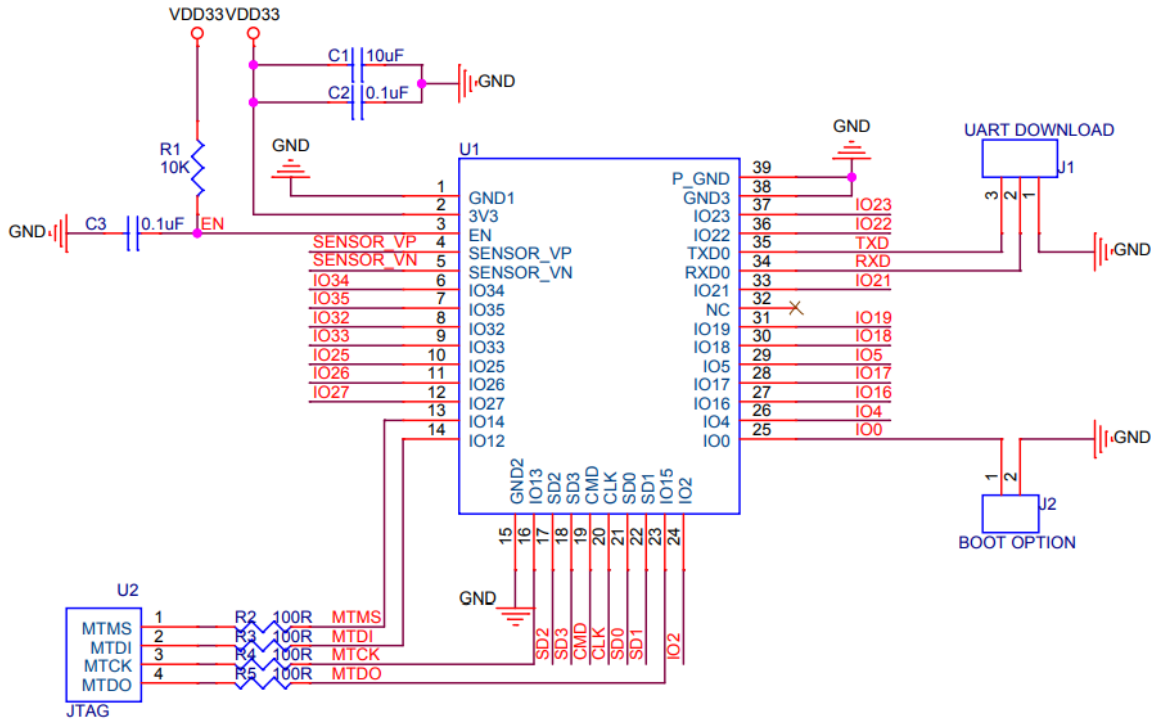
2.1.3. ESP32 mikroupravljač

Mikroračunalo koje se sastoji od WiFi i Bluetooth modul. Integracija ovih modula omogučuje široku primjenu te dodavanje u projekte kao zasebni modul koji će omogućiti komunikaciju preko Wifi ili Bluetooth. Povezivanje na internet moguće je preko rutera ili pristupne točke. Ovaj modul osim mikroračunala ima touch senzor baziran na kapacitivnom senzoru te hall senzor koji generira napon kad se nalazi u magnetskom polju. Odlično rješenje za industrijsko, kućno ili medicinsku primjenu. Ima dvije jezgre pa samim time omogućava izvođenje više radnji. Može raditi na temperaturi od -50 do 150 °C osim širokog spektra radne temperature vibracije mu ne smetaju ni vlaga što ga čini poprilično robusnim. Troši malo energije u prosjeku 80 mA, dodatna korekcija moguća je ako uređaj uđe u „SLEEP“ mode. U tom slučaju potrošnja pada na 5 μA što ga čini prihvatljivo za napajanje preko Lion baterije. U trenucima slanja podataka preko Wifi modula struja poraste do 1100 mA. Pošto komunikacija preko Wifia nije konstantna taj podatak nije zabrinjavajuć. Jedan od načina upravljanja potrošnjom Wifi modula je stavljanje u „sleep“ mode. Ovdje se razlikuju 3 načina sleep moda za Wifi modul, a to su: Modem-sleep, Light-sleep te Deep-sleep. Potrebna radni napon je od 2.3 V do 3.6 V, preporučljivo je kad uređaj radi pomoću baterije da se napravi električni krug za mjerenje razine baterije npr. naponsko dijelilo koje se spaja na jedan od pinova ESP32 kako bi pratio razinu napona. Kad se primjeti da je napon baterije ispod 2.3 V potrebno je isključit ESP32 kako ne bi došlo do greške u radu zbog niskog napona napajanja.

Ukupno ima 36 ulazno/izlaznih pinova. Na pinovima podržava I2C, I2S, SPI, analogni ulaz, PWM, serijsku komunikaciju. Jedan od nedostataka je napon ulaznog signala na pin koji ne smije biti veći od 3.3 V te struja 1200 mA.

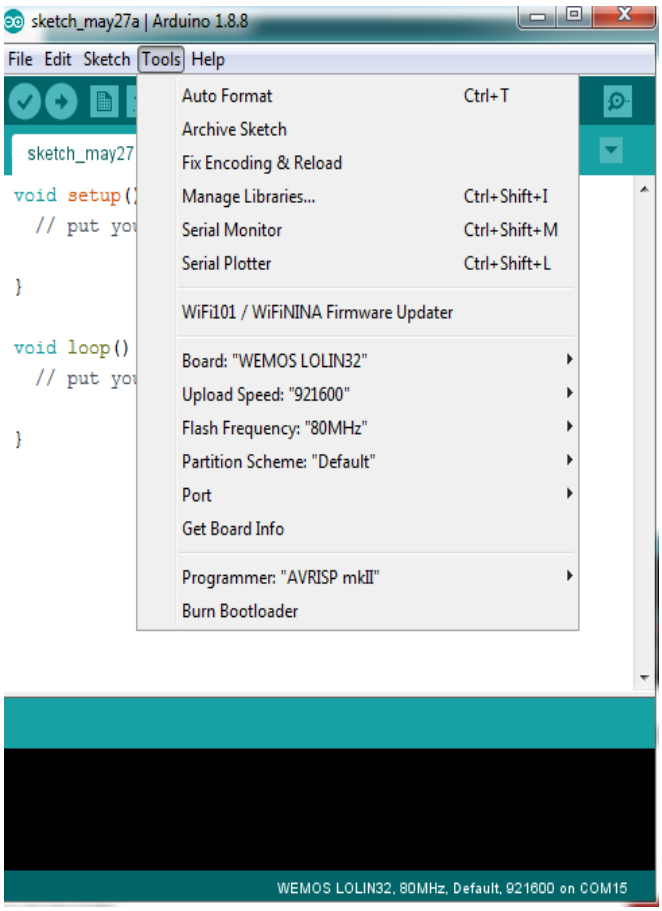


Slika 2.3. ESP 32

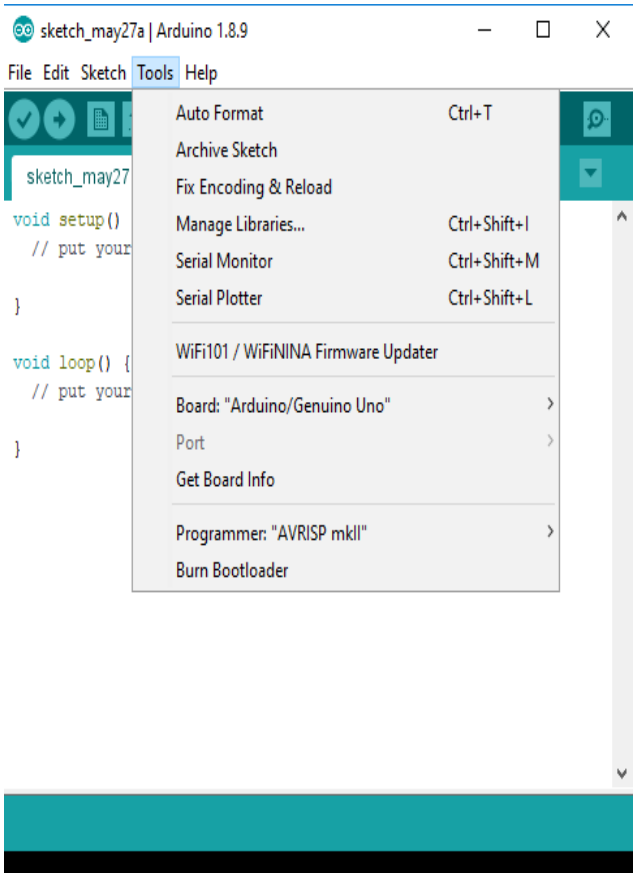


Slika 2.4 Shema ESP32 [2]

Programiranje ESP32 moguće je preko Arduino IDE ako se doda knjižna oznaka za ESP32. Nakon dodavanje pojavljuje se meni koji nam nudi izbor pločice koju želimo programirati, zatim izbor brzine slanja programa na pločicu i port sa kojeg želimo programirati pločicu.



Slika 2.5 Arduino IDE sa ESP32 podrškom



Slika 2.6 Arduino IDE bez ESP32 podrške

2.2. Senzori

Senzor ili osjetnik je element koji pretvara fizičku veličinu u električnu kako bi mogli obrađivati te podatke pomoću procesora. Jednostavnije rečeno senzori su uređaji za praćenje rada procesa. Mjeriti se mogu fizičke, kemijske ili biološke veličine kao što su temperatura, tlak, magnetsko polje, Ph, UV... Sve ove veličine su važne kod određivanja kvalitete zraka ili okoline gdje se osoba nalazi. Senzori se mogu dijeliti na digitalne i analogne, prema naponu AC ili DC, prema osjetljivosti itd.

Karakteristike dobrog senzora su:

- Neosjetljivost na unutarnje promjene senzora
- Visoka osjetljivost mjerene veličine
- Veliko mjerno područje
- Brzi odaziv na promjenu
- Pouzdanost
- Niska potrošnja energije
- Linearnost

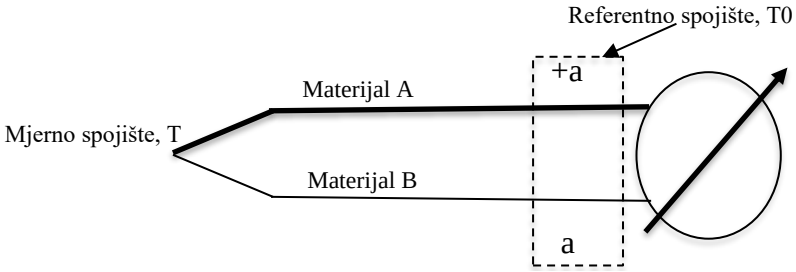
Pored klasičnih senzora postoje i MEMS senzori. Značenje MEMSa je mikroelektromehanički sistem. Rad senzora temelji se na klasičnom radu senzora. Sastoje se od mehaničkih dijelova koji se mogu kretati, savijat, rotirati i dr. Razlika je u veličini, MEMS senzori su daleko manji naspram klasičnih senzora. Malene dimenzije omogućavaju ugradnju u uređaje pored drugih senzora bez da stvaraju ikakve probleme. Ovakva vrsta senzora koristi se kod mjerenja inercije, ubrzanja, tlaka, protka itd. Upotreba MEMS uređaja svake godine raste. Cijenom su prihvatljiviji od klasičnih senzora, područje upotrebe je kod automobila, medicine, industrije pa sve do zrakoplova.

2.2.1. Senzori temperature

Temperatura je fizička veličina kojom se izražava toplinsko stanje okoline ili tijela te sposobnost prijelaska topline s toplog na hladno tijelo. Kad se spominje tijelo ono može biti u jednom od tri agregatnih stanja: krutom, tekućem i plinovitom.

Zbog promjene toplinskog stanja dešavaju se određene fizikalne pojave:
Razvijanje elektromotorne sile na spojištu dva vodiča
Promjena obujma tijela,
Porast otpora poluvodiča i vodiča,
i pojave su iskorištene kod senzora za mjerenje temperature.
U ovom projektu za mjerenje temperature koristi se termopar i poluvodič integriran u senzor BME680.

Termopar razvija elektromotornu silu na spojištu dva vodiča. Mjerenoj temperaturi izlaže se mjerno spojište, a poznatoj temperaturi npr. 0 °C izlaže se referentno spojište. Mjerenjem elektromotorne sile moguće je odrediti mjerenu temperaturu pomoću baždarnih tablica. Kako bi se otklonila mjerena nesigurnost dodaje se korekcijski most.



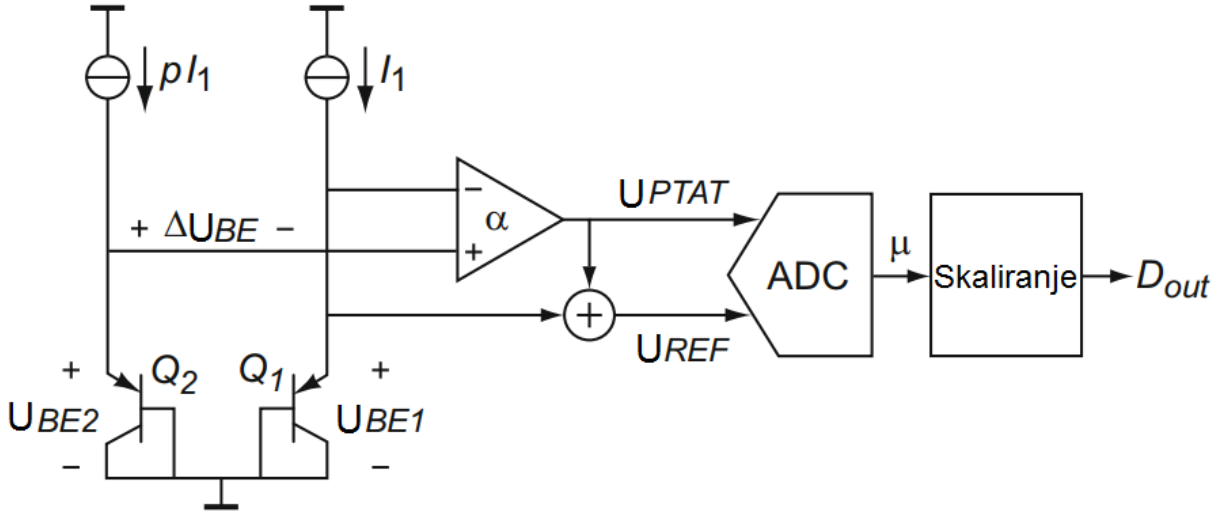
Slika 2.7. Termopar [6]

Poluvodička otpornička osjetila mijenjaju otpor zavisno do temperature. Vrijednost otpora pada nelinearno s prirastom temperature. R_0 je vrijednost otpora kod referentne temperature T_0

$$R = R_0(1 + \alpha\Delta T) \quad (1)$$

Kod CMOS tehnologije temperatura je ovisna o više elemenata u krugu. Kako bi se odabrao točan element za mjerenje treba se uzet u obzir točnost, vrijeme pretvaranja, potrošnja energije...
Općenito digitalni prikaz temperature može se dobiti generiranjem napona ovisno o temperaturi. U BJT temperaturnim senzorima napon između baze i zemlje je konstantan i koristi se kao referentni napon. Izlaz temperaturnog osjetnika je linearna funkcija stoga nije potrebna naknada obrada, potrebno je jednokratno podesi temperatura i dalje se postiže visoka točnost.

$$V_{REF} = V_{BE} + \alpha\Delta V_{BE} \quad (2)$$



Slika 2.8 BJT temperaturni pretvornik [6]

„Pomoću Widlarovog sklopa ili strujnog zrcala postiže se kompenzacija utjecaja promjene temperature čime se utječe na stabilnost položaja statičke radne točke pojačavaćke komponente.

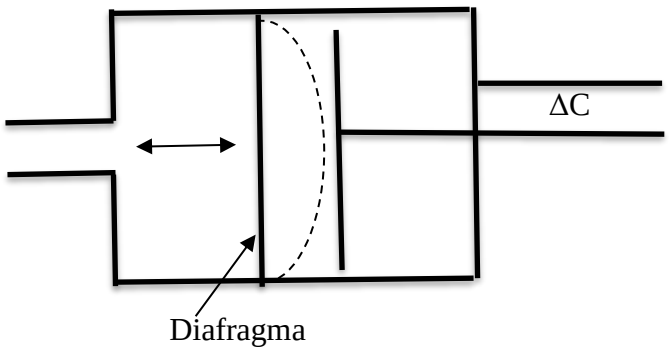
Stabilnost statičke radne točke može se fizikalno objasniti na način kada temperatura silicijske pločice s difundiranim monolitnim sklopom raste dolazi do porasta faktora strujnog pojačanja β. Tranzistor Q1 povući će veću struju kolektora I_{C1}, struja I će pritom ostati praktički nepromijenjena, jer otpor R s naponom $U_{CC} >> U_{BE}$ djeluje kao strujni istosmjerni izvor. Budući da I_{C1} raste, a I ostaje konstantno pri porastu temperature, doći će do pada struje baze koja teče u tranzistor T2, čime će se ograničiti rast struje I_{C2} unatoč porastu faktora β.“ [7]

2.2.2. Senzori tlaka

Tlak se u fizikalnom smislu tumači kao djelovanje sile na površinu. Kod mjernih pretvornika promjene tlaka prate se pomoću mehaničkih osjetila u kojima se uspostavlja ravnoteža sila. Razlikujemo više vrsta senzora pritiska npr: kapacitivni, induktivni, piezoelektrični i dr.

Kapacitivni senzor pritiska

Sastoji se od kućišta, dvije ploče kondenzatora i dijafragme. Jedna od dvije ploča je postavljena fiksno dok je druga ploča dijafragme. Promjenom pomaka dolazi i do promjene kapaciteta. Mjerno područje je od 70 Pa [0.0007 bar] do 69 000 kPa [690 bar] s odstupanjem od 0.25%



Slika 2.9. Rad senzora tlaka [9]

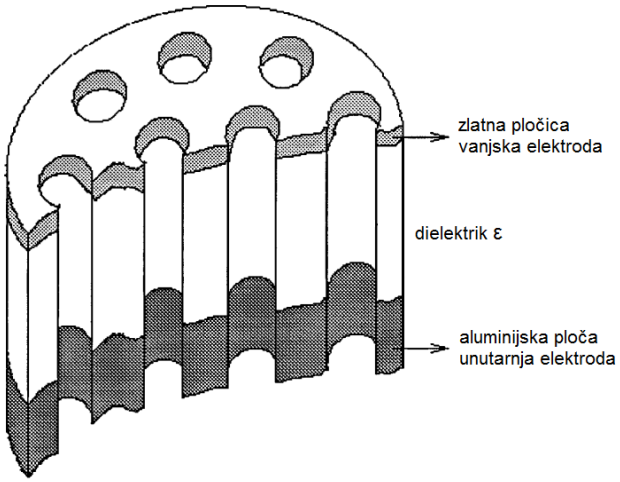
2.2.3. Senzori vlage

Uređaj za mjerenje vlage ili vlažnosti naziva se vlagomjer ili higrometar. Sadržaj vodene pare u mješavini plina i vodene pare naziva se vlažnost. Količina vodene pare u kubičnom metru vlažnog plina ovisi o temperaturi. Tako je kod mjerenja vlažnosti potrebno mjeriti više parametara npr. vlaga + temperatura. Neki načini mjeranja su:

1. Odjeljivanje vode iz vlažnog plina i mjerenje odvojene količine
2. Određivanje na temelju posebnih svojstva vodene pare npr. dielektričkih svojstava, elektromagnetskog vala.
3. Mjerenje učinka vode sadržane u vlažnom plinu na svojstvo plina
4. Posredno mjerenje na prikladno osjetilo npr. promjena težine, obujma, električne vodljivosti...

Otporni i kapacitivni senzor

Trenutno su vjerojatno najrašireniji senzori, komercijalno su dostupni zbog niske cijene i visoke točnosti. Ima veliku robusnost naspram drugih senzora za mjerenje vlage, zahtijeva minimalno održavanje te ima nisku histerezu, jedan od nedostatka je da ne može raditi dugi period u prostoru gdje je vlaga veća od 90%. Rad kapacitivnog senzora temelji se na promjeni kapaciteta između ploča kondenzatora. Ima više vrsta kapacitivnih senzora vlage npr: aluminijski, silikonski, tantal i dr.



Slika 2.10. Senzor vlage[10]

Vidljivo je sa slike 2, da senzor ima utore kroz koje zrak može doći do dielektrika. Karakteristika dielektrika se mijenja sa apsorbiranom količinom vode. Količina se može mjeriti preko otpora, kapaciteta ili impedancije.

2.2.4. UV senzori

UV ili ultraljubičasto zračenje široko je rasprostranjeno okolo svih nas. Sunce je prirodni izvor UV zračenja od umjetnih izvora imamo cijevno UV svijetlo i trenutno zanimljivije UV diodu. Područje primjene je od pročišćivača, industrije, vojske, medicine, ekonomiji i vjerojatno najpoznatije područje upoznato preko filmova: forenzika.

UV spektar djeluje u području valne duljine od 10 do 400 nm. Naziv UV odnosi se na sva elektromagnetska zračenja s valnom duljinom od 10 do 400 nm. Podjela UV spektra dijeli se na UV-A, UV-B, UV-C i vacuum UV.

UV-A: Prenosi najmanju energiju, penetrira najdublje u kožu, može izazvati rak.

UV-B: Opasniji od UV-A, nastanak opeklina „od sunca“, izaziva rak kod dužeg izlaganja.

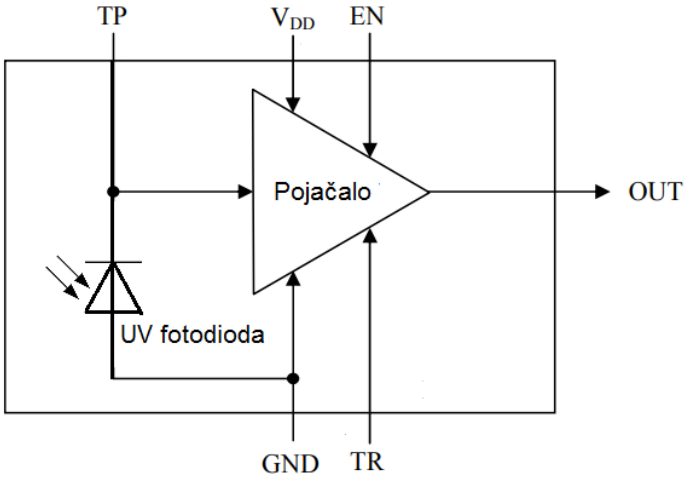
UV-C: Opasno za DNA mikroorganizma.

Vacuum UV: Najmanja valna duljina prenosi najveću energiju.

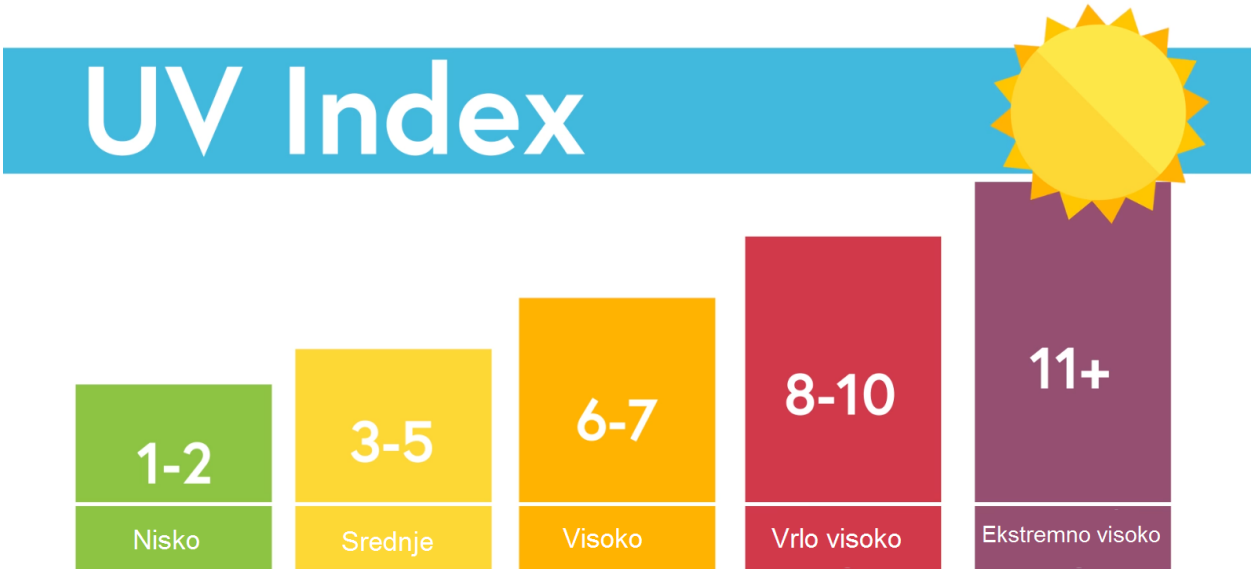
Shema UV senzora prikazana je na slici 2.11. UV dioda je element koji osjeća UV zračenje te pomoću pojačala nam daje na out (izlazu) analogni signal.

Formiranje spoja u PN siliciju događa se na sljedeći način „Prijemnik ili silicijskoj PN fotodiodi glavni je cilj stvaranja fotonapona. Poluvodič će generirati fotostruju kad apsorbira dio radijacije. To je poznato kao fotoelektrični učinak. Kad se fotoelektrični efekt pokrene unutar

poluvodičkog materijala, fotoni pobuđuju elektrone i kreću se iz valentnog pojasa u provodni pojas "[12]



Slika 2.11. UV senzor[13]



Slika 2.12. Razine UV zračenja

2.2.5. Senzori zraka

Praćenje i mjerenje kvalitete zraka neophodno je za osiguravanje čistog i sigurnog zraka za disanje. Zrak se sastoji od 78% dušika i 21% kisika ali u toj smjesi ima i elemenata koji su loši za disanje kao što su ugljikov monoksid, metan, sumporov dioksid, amonijak, ozon. Zagađivači zraka predstavljaju prijetnju živim bićima. Upravo zbog tog je potrebno koristiti kvalitetne senzore za mjerenje elemenata u smjesi zraka. Kvaliteta zraka može se mjeriti pomoću kalorimetra, optički elementima, plinske kromatografije, kemijske luminiscencije.

Poluvodički SMOS senzor

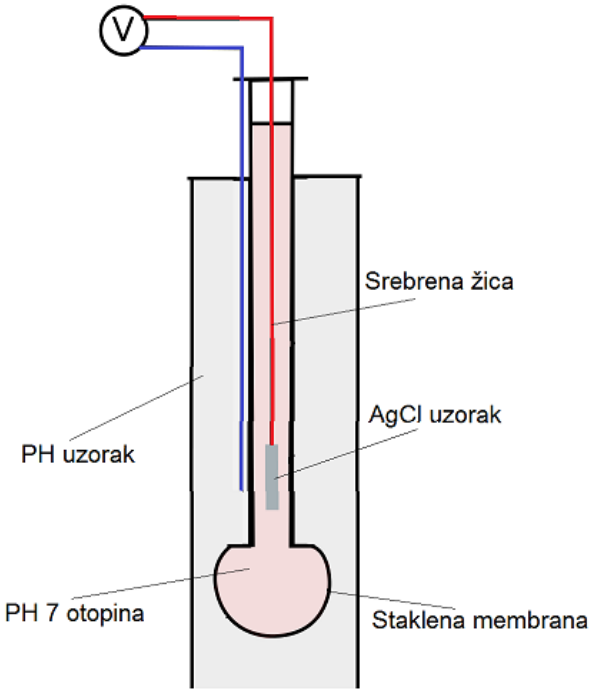
SMOS senzor zraka sastoji se od cijevi presvučene tankoslojnim poluvodičem, elektrodama i minijaturni grijaći element unutar cijevi. Za mjerenje kontaminiranosti zraka prati se otpor osjetnika preko elektroda. Održava se na konstantnoj temperaturi, poluvodič apsorbira plinove koji se nalaze u zraku, što rezultira otpuštanjem elektrona a to zauzvrat mijenja otpornost
preko dvije elektrode da bi proizveo signal. Mehanizam mjerenja može se opisati u četiri koraka:

1. Prethodna apsorpcija kisika na površini metal oksida
2. Apsorpcija onečišćujućih tvari iz zraka.
3. Reakcija između kisika i apsorbirane tvari iz zraka.
4. Desorpcija produkta nastala od reakcije između kisika i tvari iz zraka

„Kad senzor reagira sa zrakom, njegova vodljivost se povećava zbog apsorbiranog površinskog kisika koji djeluje kao akceptor dok dolazi do smanjenja vodljivosti molekula kisika zbog sposobnosti doniranja elektrona“ [15]

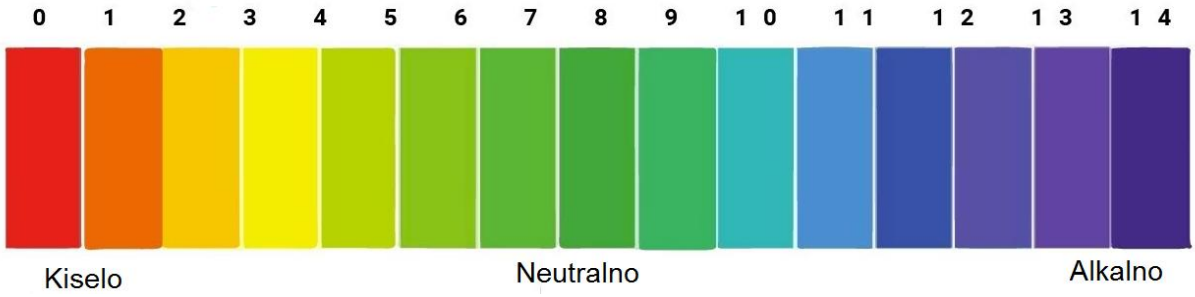
Ovi senzori mogu osjetiti razliku do 0.1 ppm kod 200 °C i imaju brzi odaziv. Iako SMOS senzori imaju dobru osjetljivost problem nastaje kod mjerenja samo jednog plina u smjesi plinova. Ne može se postići selektivnost, osim selektivnosti problem stvaraju vlaga i visoka temperatura jer nastaje greška u mjerenju .

2.2.6. PH senzori



Slika 2.13. PH senzor

Ph senzor sastoji se od dvije srebrene elektrode, jedna je referentna elektroda koja se nalazi u otopini s vrijednosti PH 7. Druga elektroda je vanjska elektroda koja se nalazi u komori s nepoznatim PH uzorkom, potencijal te elektrode ovisi o uzorku u kojem se nalazi.



Slika 2.14. PH skala

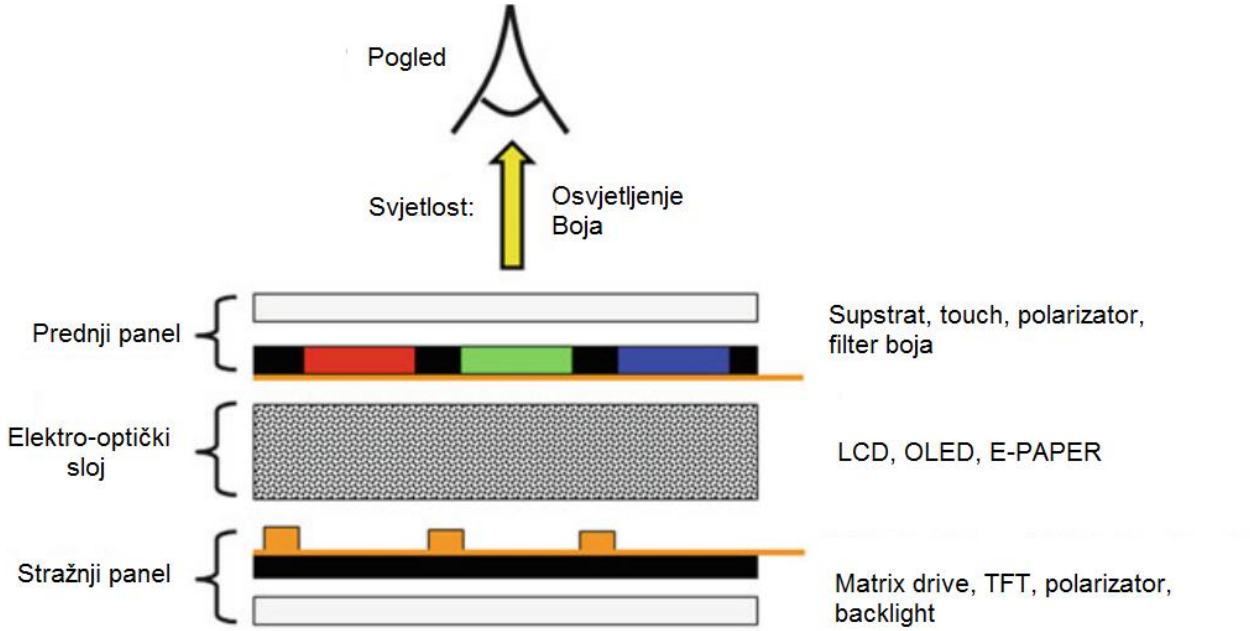
2.3. Prikaznik

Prikaznik ili display su uređaji pomoću kojih vizualno prikazujemo podatke i omogućujemo korisniku interakciju s programom. Nekad su postojali crno-bijeli ili sivi prikaznici s nekoliko tisuća piksela dok je danas standard prikaznik u boji s nekoliko milijuna piksela. Po tehnologiji razlikujemo LCD, OLED, AMOLED, „E-PAPER DISPLAY“ i klasični 7 segmentni prikaznik. Neki od navedenih danas se više ne koriste a neki su tek ugledali svjetlo dana i počeli se probijati

među konkurencijom. Važno je napomenut kako svaki prikaznik ima prednosti i mane. Nekad je bolje staviti jeftiniji prikaznik npr. LCD ako nam uvjeti to dozvoljavaju. Osim cijene treba sagledati i ostale čimbenike npr. rezolucija, robusnost, potrošnja energije, kut vidljivosti itd.

Rad prikaznika temelji se na jednom od dva fenomena: [17]

a) Emisija svjetlosti zbog prisutnosti pobuđenih molekula uzrokovanih ubrzanim elektronima (tj. elektronima koji se ubrzavaju do viših energetskih razina)
b) Emisija svjetlosti uslijed rekombinacije elektron-rupa, kao i kod svih emitiranja svjetlosti diode (LED).



Slika 2.15. Pojednostavljeni presjek prikaznika[17]

„Upravljanje pikselima postiže se pomoću elektronike točnije pomoću elektroda na prednjoj i stražnjoj strani panela. Elektro-optički sloj zadužen je za generiranje vizualnih informacija. Svjetlost se reflektira, stvara pomoću struje ili šalje preko sloja počevši od stražnjeg svjetla.“ [17]

Za projekte koji imaju mikroupravljač i senzore potrebni su prikaznici koji troše malo energije i koji su jednostavni za programiranje npr: OLED, E-PAPER, Nextion...

2.3.1. OLED prikaznik

OLED prikaznik idealan je za kombiniranje s mikroračunalima. Napon napajanja je 3.3 V te najveća struja je 15mA. Za upravljanje se koristi I2C protokol. Protokol koji upotrebljava dvije žice za komunikaciju. Omogućava slanje podataka na udaljenost do 1 km, iako nema potrebe kod mikroračunala za takvim slanjem preko žice nije na odmet imati takvu mogućnost. Prikaznik može raditi na temperaturi od -40 °C do 85 °C. Ovakav prikaznik dolazi u više rezolucija npr 128 x 64, 128x32, 64x48.

Nedostatak ovakvog prikaznika je taj što informacije koje se moraju prikazati su spremljene na mikroračunalo, samim time gubi se dio memorije.



Slika 2.16. OLED prikaznik

2.3.2. E-PAPER prikaznik

Nova tehnologija koja omogućava prikaz podataka i upotrebljava malo energije za to. Rezolucija ekrana je 200 x 200 piksela, time se omogućava kvalitetan prikaz podataka sa širokim kutem prikaza. Napon napajanja je 3.3 V, struja je potrebna samo kod osvježavanja prikaznika. Ako se cijeli prikaznik osvježi potrebno je najviše 10 mA. Vrijeme potrebno za osvježivanje cijelog prikaznika je do 680ms ako se samo jedan dio ili jedan element osvježuje potrebno je do 280ms. Komunikacija je omogućena pomoću SPI protokola te pomoću serijske komunikacije.

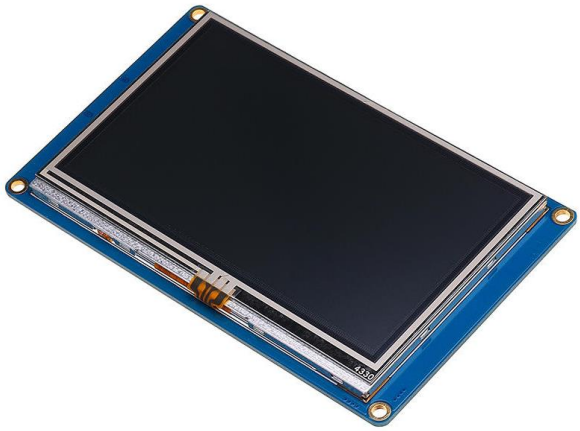
Iako je relativno nov prikaznik, nedostatak je taj što nema mogućnost prikaza u boji (RGB).



Slika 2.17. E Paper prikaznik

2.3.3. NEXTION prikaznik

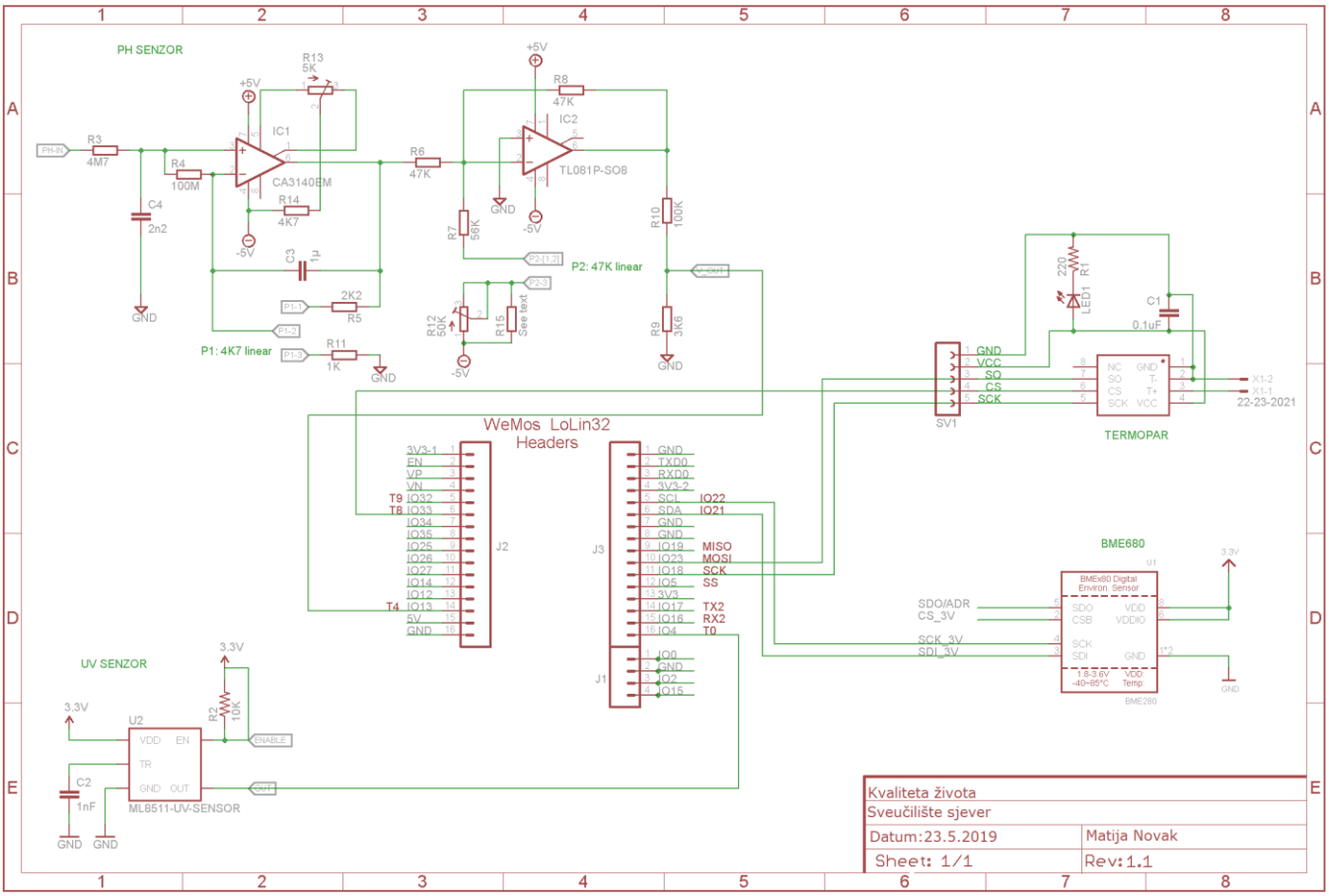
Prikaznik koji je namijenjen HMI. Sadrži vlastitu memoriju u koju učitava sliku koja se zatim prikazuje. Na toj slici nalaze se elementi pomoću kojih se izmjenjuju prikazani podaci. Prikaznik je osjetljiv na dodir što je odlično za unos podataka. Napon napajanja je 5V, potrebna struja za rad je 500 mA. FLASH memorija prikaznika je 4 MB, RAM memorija 3584 Byte. Za programiranje prikaznika koristi se specijaliziran program „Nextion Editor“ u njemu se generira datoteka koja se zatim upisuje u flash memoriju. Komunikacija između mikroračunala i prikaznika ostvarena je pomoću serijske veze.



Slika 2.18. Nextion priakznik

3. Praktični dio projekta

Uređaj je konstruiran pomoću sljedećih elemenata: BME680 senzor koji mjeri temperaturu, tlak, vlagu i kvalitetu zraka pored BME680 nalaze se MAX6675 termopar koji mjeri temperaturu tekućina, ML8511 koji mjeri UV zračenje te PH senzor. PH senzor sastavljen je od kapacitivna sonda te sklopa za pretvorbu PH vrijednosti u analogni signal.



Slika 3.1. Shema spoja

Sa sheme je vidljivo da su BME680 i MAX30102 spojeni sa ESP32 pomoću dvije žice. Da bi se to omogućilo potrebno je uspostaviti komunikaciju pomoću I2C protokola. I2C protokol je iskorišten u industriji jer omogućava slanje podataka na velike udaljenosti čak do 100 metara. Kod I2C protokola svaki uređaj može biti master ili slave. U ovom slučaju ESP32 je master, a BME680 i MAX30102 su slave. Komunikacija se odvija pomoću dvije žice SDA i SCL. Svaki senzor određene vrste ima jedinstvenu adresu. Princip rada je sljedeći master pošalje zahtjev za čitanje podataka na određenoj adresi, zatim slave odgovara sa slanjem zahtijevanih podataka. MAX6675 je termopar koji koristi SPI protokol. Ovaj protokol je brži od I2C ali zahtjeva više žica točnije četiri. Tri od četiri žice su zajedničke svim senzorima koji koriste SPI dok četvrta

žica je CS „chip-select“. Pomoću CS se odabire s kojeg senzora točno želimo čitati ili upisivati podatke. Ovaj senzor napravio je problem u projektiranju cjelokupnog sklopa. Napon napajanja može biti 3.3 V ili 5 V. Ako se odabere napon napajanja 5 V tad će se i podaci slati na 5V za visoko stanje 1 i na nula volti za nisko stanje. To može prouzročiti problem ako mikroračunalo dozvoljava ulazni napon do 3.3 V.
PH 45002 i ML8511 su senzori koji ne koriste poseban protokol već rade kao analogni ulazi. To znači da se svaki senzor spaja na analogni ulaz i vrijednosti se raspoređuju od 0 do 3.3 V. Kasnije se te vrijednosti pretvore u bitove pa je raspodjela za ESP32 od 0 do 4095 bita.

Konstruirani uređaj se bazira na arduino platformi iako kod realizacije nije upotrebljen klasični Arduino uno sa Atmega328p mikroupravljačem već ESP32 mikroupravljač. ESP32 daleko je brži i fleksibilniji od Atmega328p. Dolazi s više ulaza koji se mogu iskoristiti kod I2C ili SPI protokola također ima i više ulaza za serijsku komunikaciju.

Jedna od značajki konstruiranog uređaja je prikaz podataka. Ovdje se došlo do skretnice i trebalo je odabrati kako će se realizirati prikaz podataka. Mogućnosti su bile OLED prikaznik ili Nextion. Odabir je pao na Nextion jer je upravo on najjednostavnije rješenje za takav projekt. Ako bi se prikazivalo pomoću OLED prikaznika izgubila bi se brzina rada. Točnije povećao bi se ciklus jer bi pored učitavanja vrijednosti sa senzora bilo potrebno i vrijednosti preračunati te ih poslati na OLED prikaznik. Iako taj zadatak ne predstavlja zapreku ESP32 jer ima dvije logičke jedinice pa samim time jedna bi procesirala vrijednosti, a druga bi slala podatke za prikaz. Problem bi nastao zbog memorije jer bi svaki element trebali ispisivati u svakom ciklusu prikaza. Nextion ima ugrađeni procesor i zahtjeva dvije žice kako bi se postigla serijska komunikacija između procesora i prikaznika. Također ima 4MB memorije za snimanje podataka i 3500 B radne memorije.

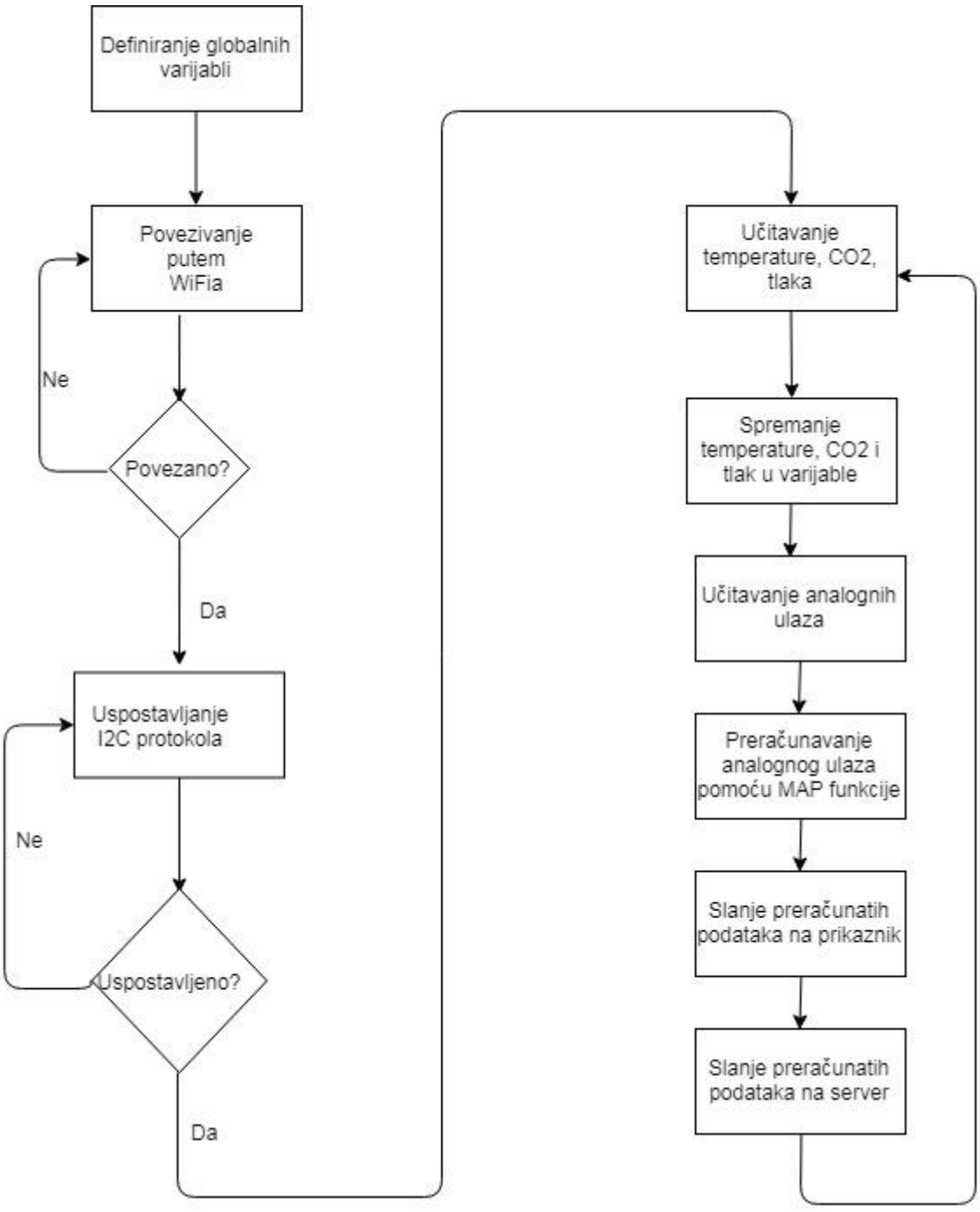
3.1. Programski kod procesora

Programiranje ESP32 ne razlikuje se uvelike od klasičnog Arduino Uno. Na početku je potrebno uključiti sve knjižne oznake koje će se koristiti. Ako to nije poznato odma u početku lako se doda kasnije tijekom programiranja. U obzir treba uzeti da dodavanjem knjižnih oznaka program postaje kompliciraniji i zauzima više mjesta što nije poželjno kod izvršavanja koda na mikroračunalu. Knjižne oznake uključuju se u program na sljedeći način: #include <Wire.h>

Svaki program dijeli se na dva dijela void Setup i void Loop. U Setup postavljaju se određeni parametri programa npr. brzina serijske komunikacije ili uspostavljanju WiFi komunikacije. Pored Setup postoji i Loop petlja koja je se okreče beskonačno dugo to je izvedeno tako da for petlja nema parametre „for (; ; ;)“ . U loop petlju pišemo linije programa koje se moraju izvršavati u svakom ciklusu. Npr. učitavanje podataka s analognog ulaza 26 na koji je spojen PH

pretvornik, zatim se ta vrijednost pretvara pomoću MAP funkcije u vrijednost koja odgovara skali od 0 do 15. Map funkcija bazira se na jednadžbi (3). Potrebni parametri su minimalni ulazni napon, maksimalni ulazni napon, minimalna vrijednost pretvorenog podatka i maksimalna vrijednost pretvorenog podatka. Sintaksa je : `x=map(x,0,4095,0,15)`

$$U = \frac{(Ulmax - Ulmin)}{(MaxBite - MinBite)}(Bite - MinBite) + Ulmin \quad (3)$$



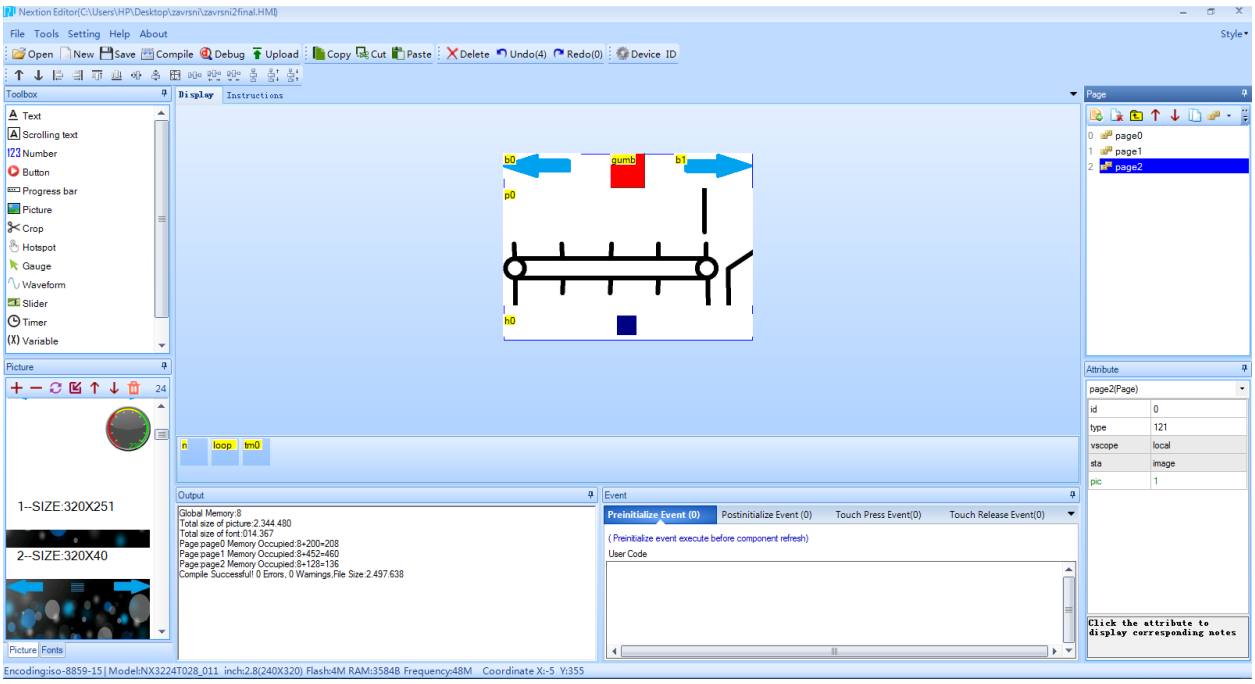
3.2. Programski kod prikaznika

Prikaznik se programira na specifičan način koji je razvijen upravo za Nextion uređaj. Najprije je potrebno instalirati Nextion Editor te započeti projekt, pritom je potrebno odabrati točnu veličinu prikaznika. Nakon inicijalnih postavki može se početi sa programiranjem prikaznika.

U područje prikazivanja može se dodati tekst, brojke, traka stanja, gumbi, slike, QR kod i još neke funkcije. Svaki element dodan u područje prikazivanja ima svoj ID. ID je broj koji jednoznačno određuje taj element. Kad šaljemo podatke s procesora pomoću serijske komunikacije na prikaznik potrebno je točno definirati kojem elementu se šalje. Odabrati se može ID broj ili interni naziv koji se dodjeljuje svakom elementu. Zavisno do odabira, biranje elementa može se riješit na jedan od sljedećih načina:

```
String salji="uv.val=";
salji +=uv;
Serial.print(salji);
Serial.write(0xff);
Serial.write(0xff);
Serial.write(0xff);
```

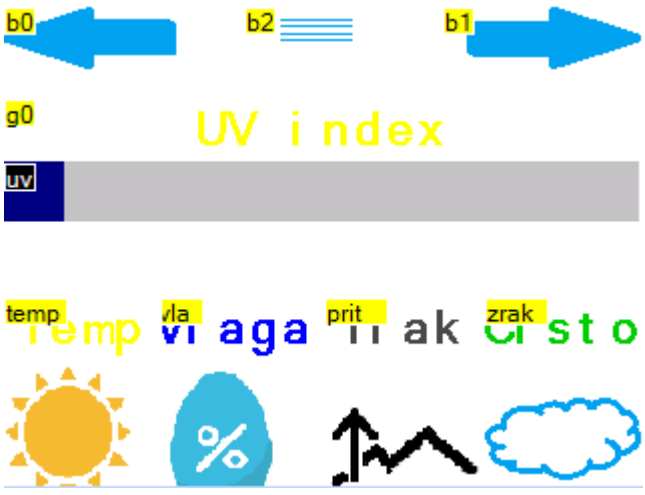
```
String salji="g0.txt=UV index:\"" + String(uv, 0)+"\"";
Serial.print(salji);
Serial.write(0xff);
Serial.write(0xff);
Serial.write(0xff);
```



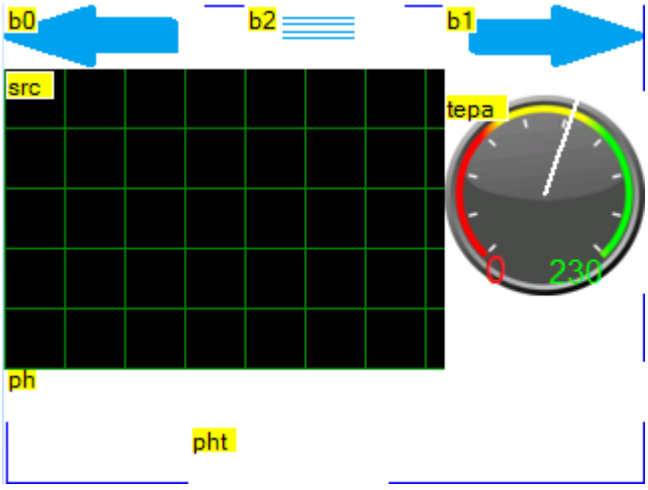
Slika 3.2 Nextion editor

Svaka stranica prikaznika ima svoj vlastiti dizajn. Na desnoj strani pod alatnom trakom „Pages“ vide se sve kreirane stranice. Ovakav pristup je jednostavniji na kraju jer nije potrebno svake sekunde učitavati stranicu i osvježava svaki element. Time se ne guši procesor i ne troše se resursi, već se osvježava samo pojedini element koji mi želimo promijeniti u tom trenutku.

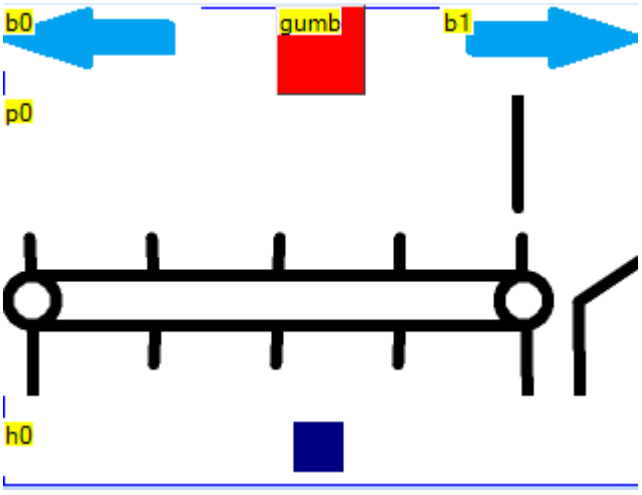
Podaci se moraju slati u String obliku ako se radi o tekstualnom okviru, a mogu se slati u Int ili Float obliku ako se radi o progresnoj traci ili numeričkom okviru.



Slika 3.3. Početna stranica priakznika



Slika 3.4.Stranica 2 prikaznika



Slika 3.5. Postavke prikaznika

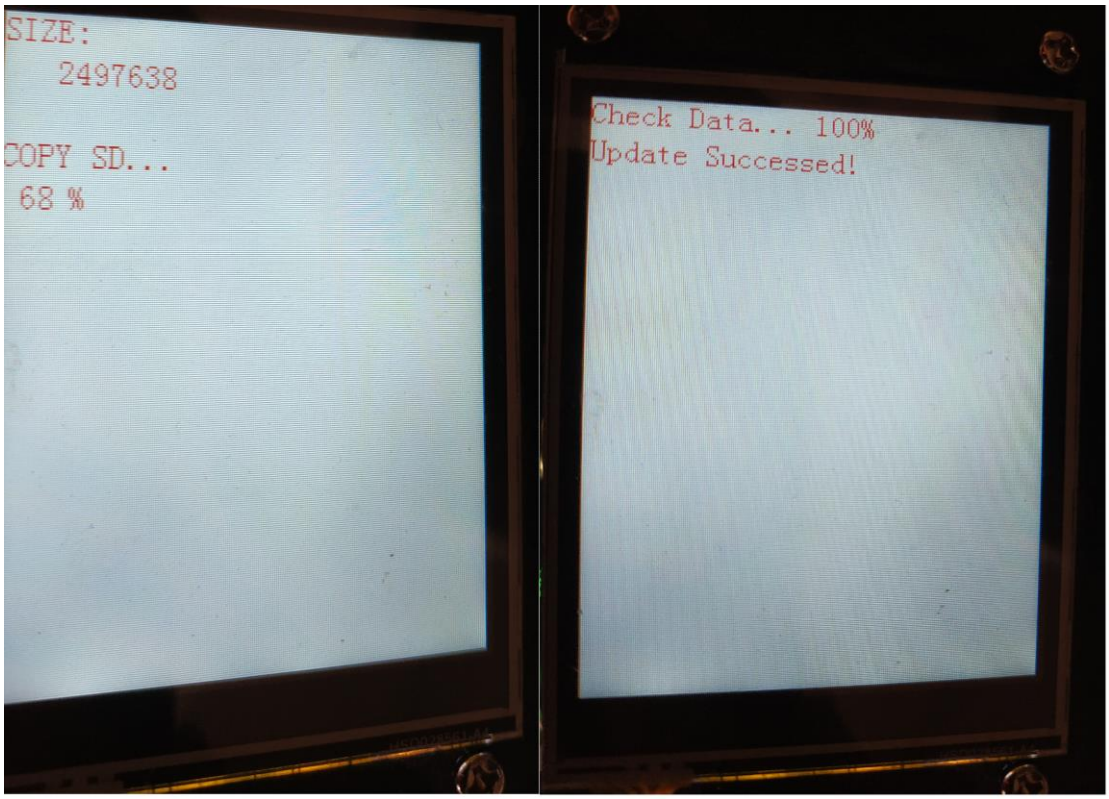
Klikom na gumb b0 prebacuje se s trenutne stranice na prvu stranicu, klikom na b1 ide se na drugu po redu stranicu a b2 ide na treću stranicu. Element gumb služi nam za slanje prikaznika u sleep mode kako bi smanjili potrošnju energije. U spavaćem načinu rada prikaznik troši 15 mA dok u normalnom radu troši do 65 mA. Potrošnja također ovisi o jačini pozadinskog svjetla, to se može kontrolirati pomoću h0 kliznika.

Dodatna funkcija Nextion prikaznika je prikaz animacija. Sam prikaz vrši se na sljedeći način: u programu za crtanje npr. pivot napravimo niz sličica koje želimo animirati, svaku od tih sličica spremimo zasebno i učitamo u Nextion editor. Slike moraju biti uspješno učitane u program te moraju biti dodane po redu kako će se prikazivati. Animiranje se postiže u Loop petlji koja se izvodi na Nextion prikazniku i pomoću okvira za slike p0.

```
p0.pic=p0.pic+1
if(p0.pic==22)
{
```

```
        p0.pic=4
    }
```

Ovaj dio koda je zaslužan za promjenu slike koja će se prikazati u okviru za slike. If uvjetom se postiže da animacija uvijek krene od zadane slike. Također može se dodati još uvjeta npr. ako je aktiviran gumb na ekranu iskoči fotografija sa znakom STOP koja bi signalizirala zaustavljanje. Kad se završi dizajniranje i programiranje svih stranica koje će se prikazivati potrebno je prebaciti sve te podatke na Nextion prikaznik. To se radi na način da se ti podaci spreme na SD karticu te zatim se spreme u memoriju prikaznika. Nakon uspješnog snimanja u memoriju prikaznika iskače poruka na kojoj piše „Update Successed!“ baš kako je prikazano na slici 3.6.



Slika 3.6. Nextion snimanje podataka

Spajanje prikaznika i ESP32 realizirano je pomoću serijske komunikacije UART. Za slanje i primanje podataka pomoću serijske komunikacije potrebne su dvije žice TX i RX . Kontakt na prikazniku označen s TX potrebno je spojiti s kontaktom na ESP32 označen s RX pravilo vrijedi i za RX na TX.

3.3. Programski kod vezan uz IoT

Iot ili Internet of Things počeo se probijati kako u industriji tako i u domaćinstvu. Gotovo u svaki uređaj se može ugraditi element koji će povezati taj uređaj na internet. Za povezivanje na internet potreban je mrežni uređaj i pristup mreži. Za pristup mreži moramo imati naziv mreže na

koju se spajamo i šifru ako je mreža ima. Ti podaci se definiraju na početku i dalje nije potrebno mijenjati te podatke.

```
#define WIFISSID "Naziv_Mreze"
#define PASSWORD "123456ab"
#define TOKEN "A1E-wfxoMmwiZepe62ihe9e5mXsLqVThCT"
#define MQTT_CLIENT_NAME "KljentMQTT"
```

Kad uređaj uspješno uspostavi vezu s internetom tad se prikupljeni podaci šalju na server ili uređaj čeka da dobije naredbu s interneta za aktiviranje jednog ili više izlaza. Ako je server javni i svi ljudi imaju pristup njemu potrebno je odvojiti svakog korisnika, to se postiže dodjelom tokena. Token je jedinstven niz slova i brojki za svakog klijenta koji omogućava spremanje podataka na server bez da drugi korisnici upadaju ili manipuliraju dodijeljenom memorijom na serveru.

Objavljivanje podatak na server moguće je u Char ili String obliku. Ovdje se stvari zakompliciraju ako se radi sa ESP32 procesorom. ESP32 sve učitane podatke sprema u Float ili Int obliku. Sa stajališta procesora to je razumno jer se podaci lakše preračunavaju nego da su u String obliku. Krajnji oblik podatka za svaki senzor prilikom objavljivanja na server mora izgledati ovako:

```
"/v1.6/devices/ESP32/plin/value:bme.gas_resistance"
```

Objavljivanje podatka postiže se na sljedeći način:

```
sprintf(topic, "%s%s", "/v1.6/devices/", DEVICE_LABEL);
sprintf(payload, "%s", "");
sprintf(payload, "{\"%s\":",VARIABLE_LABEL5);
dtostrf(bme.gas_resistance / 1000.0, 4, 2, str_sensor);
sprintf(payload, "%s {\"value\": %s}}", payload, str_sensor);
client.publish(topic, payload);
```

```
sprintf(X,"%s%s",string1, string2);
```

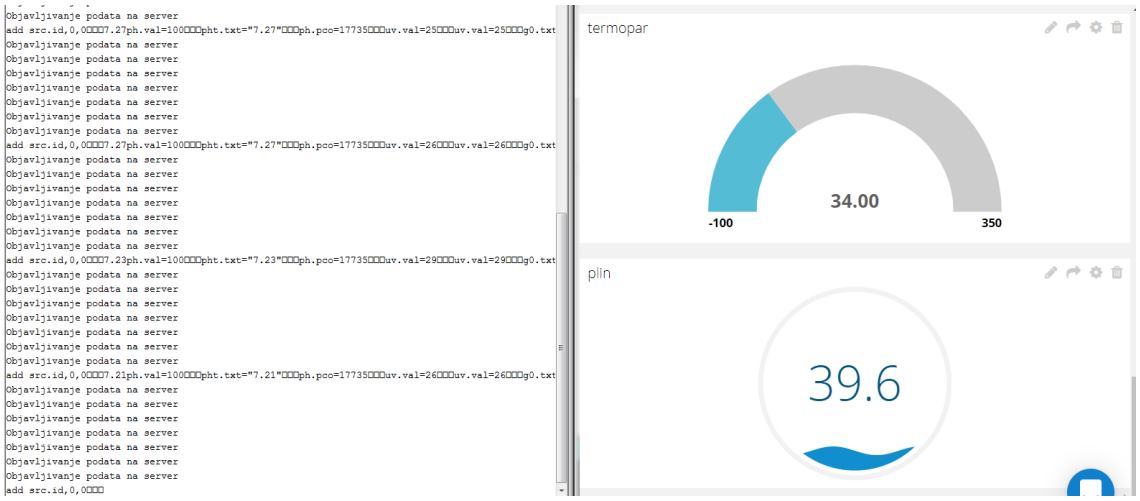
Funkcija sprintf nam omogućava dodavanje podataka u X varijablu koji će spremiti te podatke u String obliku. Podaci ne moraju nužno biti u string obliku. Ako se radi o float stavlja se %f, za integer %d. Važno za napomenut je da prvi „%s“ zamjenjuje varijablu poslije zareza ili u ovom slučaju string1.

Ta ista radnja mogla bi se zapisati u drugačijem obliku ovako:

```
String niz;
niz="x";
niz+="string1";
```

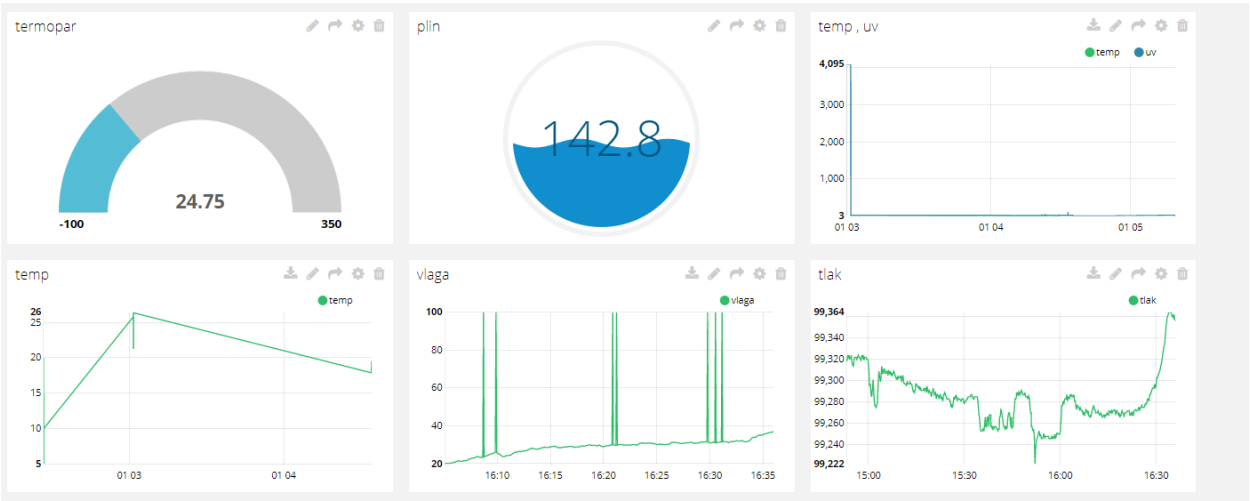
```
niz+="string2";
```

Po svakoj sprintf funkciji štedi se veliki dio koda samim time brže se izvršava upisan program.



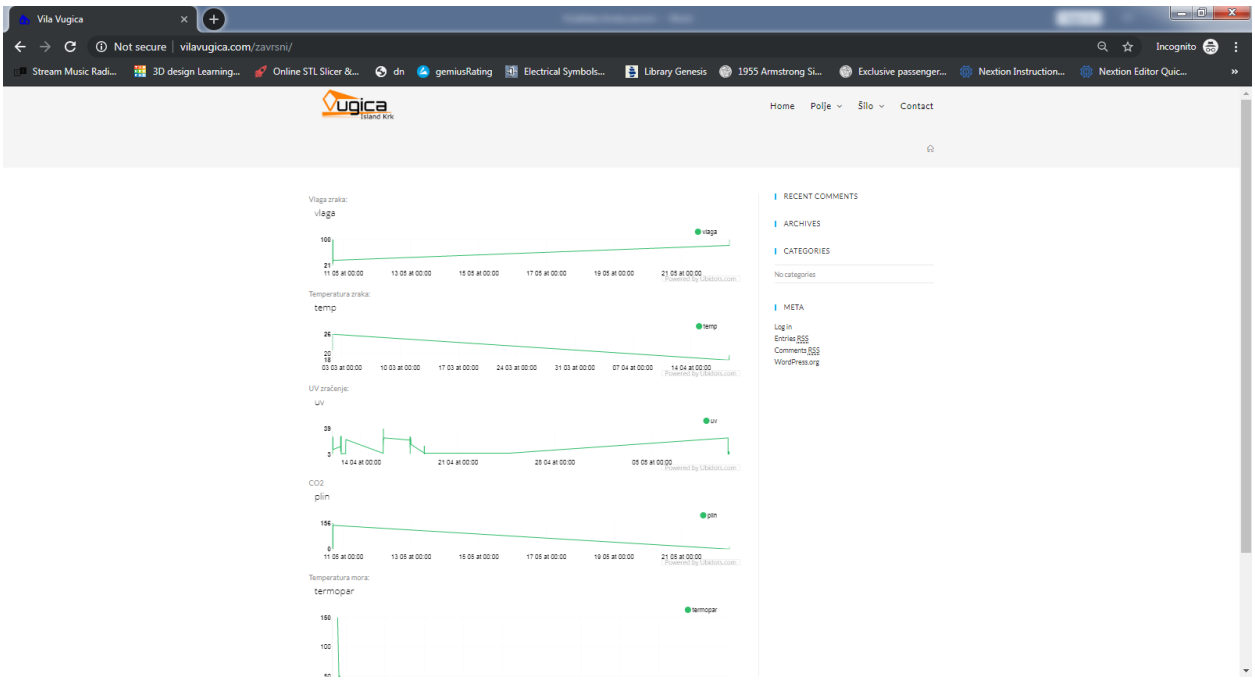
Slika 3.7. Objavljivanje podataka i izgled na serveru

Objavljeni podaci na serveru prikazuju se pomoću grafa, animirane kućice za brojke ili mjerila koji kreće od 0 do 180 stupnjeva.



Slika 3.8. Izgled podataka na serveru.

Pored prikaza na serveru te iste podatke moguće je pregledavat na web stranici. Ovakva mogućnost je poželjna jer ljudi sa svih strana svijeta istodobno mogu pregledavat podatke. U ovom projektu podaci se prikazuju na stranici od apartmana. http://vilavugica.com/zavrsni/. Url je dostpuna svima i ne postoji šansa za manipulacijom podataka od strane korisnika koji pregledava te podatke.



Slika 3.9. Podaci prikazani na web stranici

4. Analiza rezultata

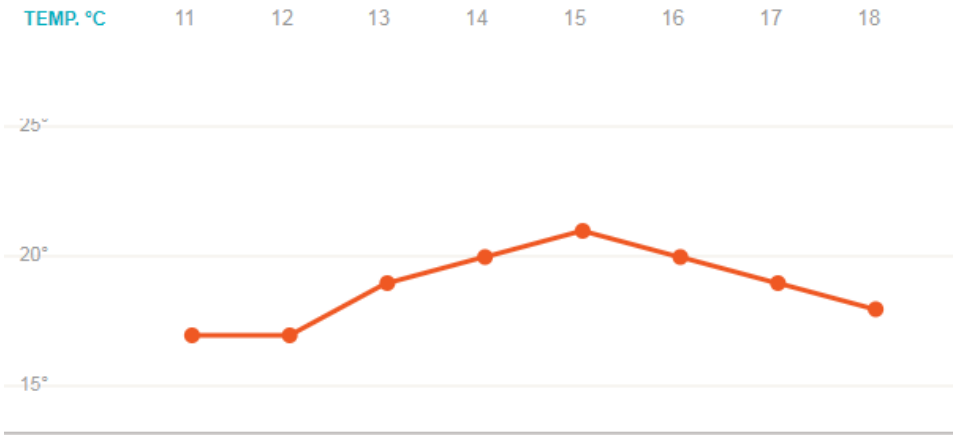
Konačan izgled projekta prikazan je na slici 4.5. za izradu kućišta potrošeno je 10 sati. Time se postiglo da svi elementi stoje čvrsto i zaštićeno u kućištu. Samo kućište je metalno pa je bilo potrebno izolirati kako ne bi došlo do kratkog spoja. Izoliranje se postiglo prelaskom temeljne boje izravno na metal, a zatim boje pa na kraju lak. Pošto se radi o malim strujama ovakva vrsta izolacije poslužit će svrsi.

Učvršćivanje elemenata postiglo se pomoću vrućeg ljepila te pomoću vijaka i matice.

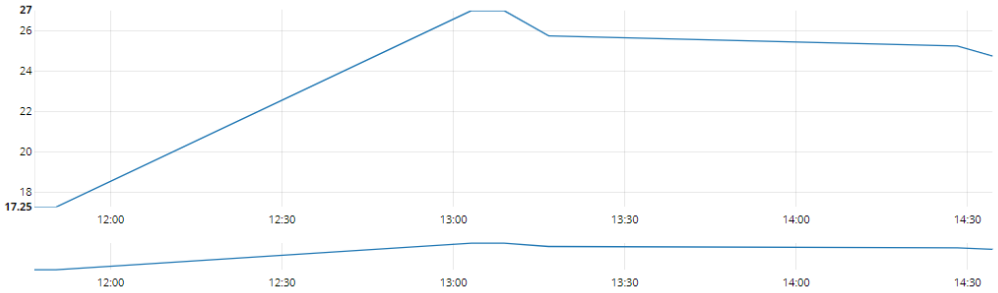
Napajanje svih uređaja dobiva se preko Lion 18650 baterije s kapacitetom od 1500 mAh. Baterija je spojena na DC – DC boost pretvarač koji diže 3.7 V na 5.0 V. Ovakva izvedba je potrebna jer ne rade svi elementi na 3.7 V pa je potrebno osigurat 5.0 V. Zajedno sa pretvaračem dolazi i BMS koji nam služi za nadzor baterije i za prekid kratkog spoja.

4.1. Rezultati mjerenja

Mjerenje temperature radilo se prilikom sunčanog dana. Pored temperature mjerilo se UV zračenje. Kod zračenja mjerilo se UV-A i UV-B područje jer može izazvati rak kože. Podaci za uspoređivanje preuzeti su sa stranice AccuWeather.com.



Slika 4.1 Vrijednost Temperature sa AccuWeather.com

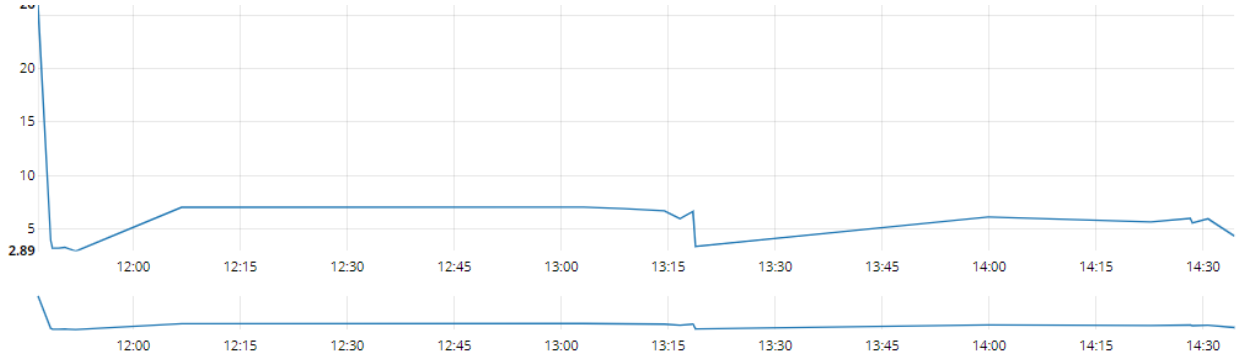


Slika 4.2. Izmjerena vrijednost temperature

AccuWeather.com pokazuje pretpostavljene podatke do kojih su došli uvođenjem određenih pretpostavki. Uspoređivanjem njihovi podataka i izmjerenih podataka dolazi se do odstupanja. U 12.00 prema pretpostavki AccuWeather.com temperatura zraka morala je biti 17 °C, prema uređaju za mjerenje temperatura zraka izmjerena temperatura je 19 °C. Do te razlike dolazi zbog uvedenih pretpostavki.

NEBO	11	12	13	14	15	16	17	18
UV indeks	3	4	6	7	6	4	3	2
Pokrivenost oblacima	58%	70%	65%	25%	25%	25%	25%	25%
Vlažnost	60%	65%	56%	50%	44%	41%	43%	50%
Točka orošavanja	9°	10°	10°	9°	8°	7°	6°	7°
Vidljivost	16 km	8 km	16 km	16 km	16 km	16 km	16 km	16 km

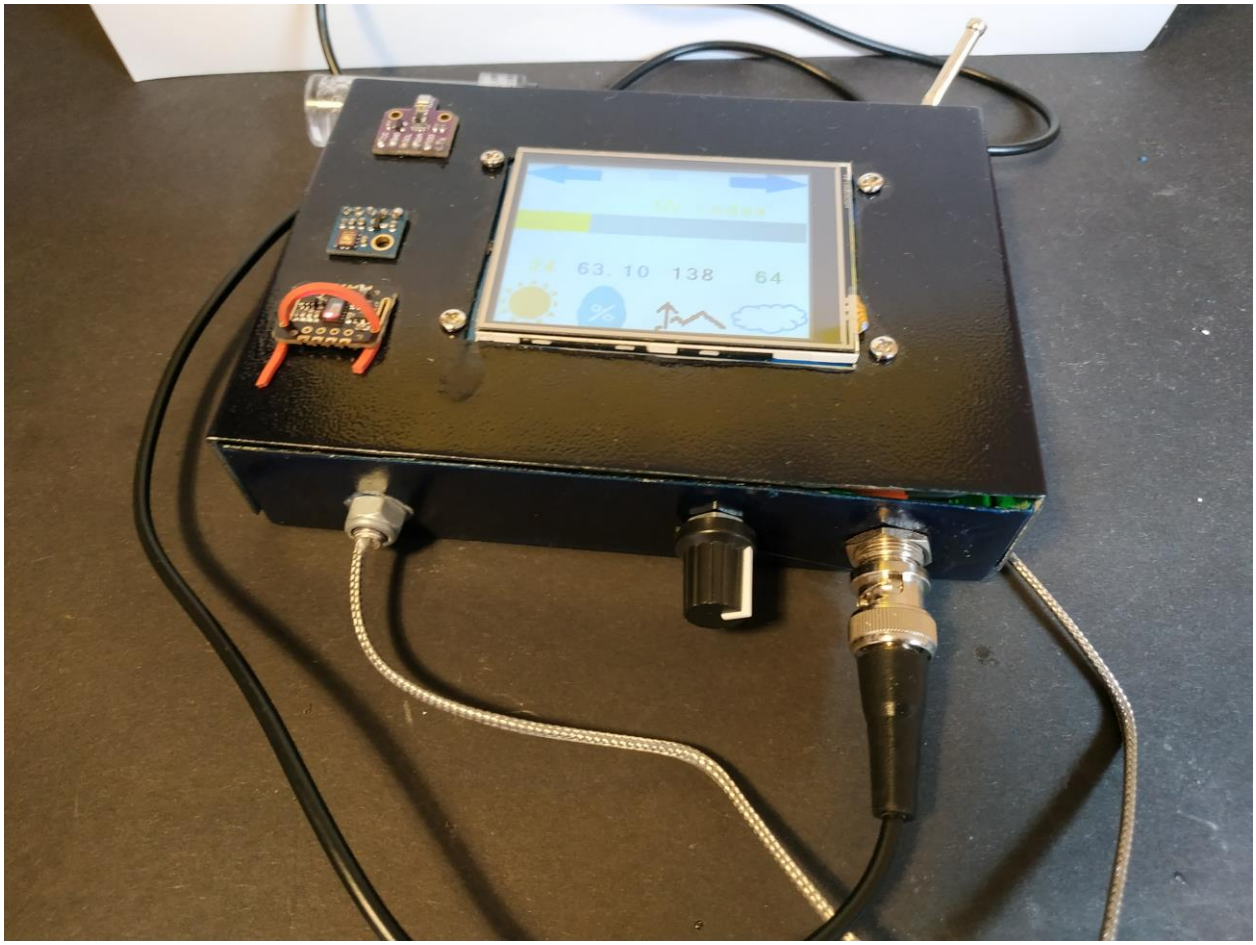
Slika 4.3. Vrijednost UV sa AccuWeather.com



Slika 4.4. Izmjerena vrijednost UV

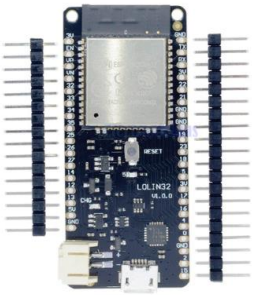
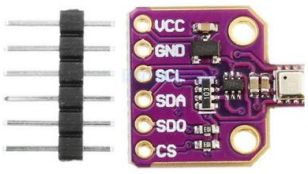
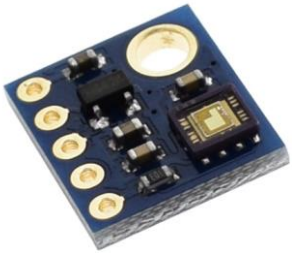
4.2. Izgled gotovog uređaja

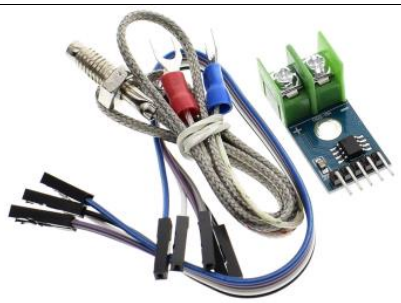
Iako je na početku bilo zamišljeno da svi senzori budu unutar kućišta to nije bilo moguće zbog tehničkih poteškoća. Ako bi se stavio senzor okoline unutar kučišta tad bi se kučište moralo oblikovati tako da zrak cirkulira kroz kučište isto vrijedi i za UV senzor. Potrebno bi bilo staviti materijal ko bi reflektirao svijetlo direktno u senzor. Pojednostavljenjem je na kraju izgled uređaja ispao kako je prikazano na slici.



Slika 4.5. Gotov uređaj

4.3. Popis komponenti i cijena

Naziv	Cijena	Opis	Slika
Nextion 2.8	110 Kn	Prikaznik sa ekranom osjetljivim na dodir	
PH sonda + sklop	92 Kn	Sonda za mjerenje PH razine tekućine	
ESP32	37 Kn	Mikroračunalo	
BME680	90 Kn	Mjerenje temperatura, vlage, tlaka, CO2	
GY-8511	18 Kn	Mjerenje UV razine	

MAX6675	15 Kn	Termopar	

Sveukupni iznos projekta iznosi 362 kn. Ovaj iznos može se smanjiti ako neko od senzora nije potreban korisniku. Također može se uzeti veći prikaznik pa samim time cijena raste.

Cijena za iznajmljivanje servera na koji se spremaju podaci kreće se od 150 kn/mjesečno (ubidots.com), 30 kn/mjesečno (cloudmqtt.com). Cijena ovisi o količini podatka koji se šalju i spremaju na serveru te o broju uređaja koji će se spajati na server.

5. Zaključak

Voda, zrak ili hrana mogu biti kontaminirani i unijeti u tijelo bakterije koje izazivaju negativne reakcije. Iako se hrana može testirati u ovom uređaju taj dio nije promatran. Pažnja se posvetila okolini tj. tekućini te zraku.

Ovakav uređaj može se koristiti u kućanstvu ili u turizmu. Prikupljenim podacima mogu pristupiti svi koji imaju poveznicu na poslužitelj gdje se spremaju podaci ili URL od stranice gdje se prikazuju podaci. Pregledom podataka lako se možemo odlučiti da li željeno mjesto zadovoljava uvjete čistoće okoline.

Prikupljeni podaci mogu se pratiti kroz duži vremenski period, nakon prikupljanja i obrade podataka mogu se iznosit zaključi koji su vezani uz vremensku prognozu. Također može se postaviti alarmno stanje i dojava preko elektroničke pošte, sms poruke ili pozivom. Konkretan primjer bio bi dojava visoke UV razine ili visoke razine CO2 u zraku.

Mjereni podaci su dovoljno točni tj. mjereno područje je u okviru prihvatljivosti za korištenje u domaćinstvu. Kad bi bila potrebna veća točnost morali bi se upotrebiti kvalitetniji senzori što bi daleko poskupilo cijeli projekt.

6. Literatura

[1] Department of Economic and Social Affairs: Statistical Yearbook 2017 edition, United Nations, New York, 2017

[2] Espressif Systems: ESO8266EX Datasheet, 2018

[3] ESP32 AT Instruction Set and Examples, Version 1.2 Espressif Systems, 2018

[4] ESP32 Technical Reference Manual, Version 4.0 Espressif Systems, 2018

[5] Measurement, Instrumentation & Sensors Contents, CRC Press, LLC, 1999.

[6] J. Božičević: Temelji automatike 2 Mjerni pretvornici i mjerenje, Školska knjiga, Zagreb, 1987.

[7] P. Biljanović: Elektronički sklopovi, Školska knjiga, Zagreb, 2001

[8] K. Souri, K. A. A. Makinwa: Energy – Efficient Smart Temperature Sensors in CMOS Technology, Springer, 2018.

[9] Halit Eren and Wei Ling Kong: Capacitive Sensors - Displacement , CRC Press LLC, 1999., poglavlje 6.3

[10] S. Bhattacharya, A.K. Agarwal, N. Chanda: Environmental, Chemical and Medical Sensors, Springer, Singapore, 2018.

[11] O. Gassmann, H. Meixner: Sensors in Intelligent Buildings, Wiley-VCH, Verlag, 2001.

[12] B.D. Gupta, A.M. Shrivastav, S.P. Usha: Optical Sensors for Biomedical Diagnostics and Environmental Monitoring, CRC Press, Boca Raton, 2018.

[13] D. Birtalan, W, Nunley: Optoelectronics, Infrared-Visible-Ultraviolet Devices and Applications, Taylor & Francis Group, Boca Raton, 2009.

[14] https://www.who.int/en/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health , dostupno 21.02.2019.

[15] B. D. Gupta, A. M. Shrivastav, S. P. Usha: Optical Sensors for Biomedical Diagnostics and Environmental Monitoring, CRC Press, LLC, 2018

[16] S. Beeby, G. Ensell, M. Kraft, N. White : MEMS Mechanical Sensors, ARTECH HOUSE, Norwood, 2004.

[17] J. Chen, W. Cranton,M. Fihn: Handbook of Visual Display Technology, Springer, Berlin, 2016

[18] Solomon Systech: SSD1306 Datasheet, 2008

[19] Waveshare: E-Paper Display (EPD) datasheet, 2017

[20] https://nextion.itead.cc/resources/datasheets/nx3224t028_011/,dostupno 12.3.2019.

[21] P. Lea: Internet of Things for Architects, Pact Publishing, Birmingham,2018.

Popis slika/tablica

Tablica 1 Količina CO2 po državi Izvor: Department of Economic and Social Affairs: Statistical Yearbook 2017 edition, United Nations, New York, 2017

Slika 2.1. Atmega328P izvor: https://static6.arrow.com/aropdfconversion/arrowimages/1e33ebb395c845244e2587b83af51d226ee64d93/medium-atmega328p-spdip-28.jpg

Slika 2.2. ESP 8266 izvor: https://images-na.ssl-images-amazon.com/images/I/81U4jvpGnYL._SX522_.jpg

Slika 2.3. ESP32 izvor: https://ae01.alicdn.com/kf/HLB1UseDXOjrK1RjSsplq6xHmVXaT/ESP32-ESP-32-ESP32S-ESP-32S-CP2102-Wireless-WiFi-Bluetooth-Development-Board-Micro-USB-Dual-Core.jpg

Slika 2.4. Shema ESP32 Izvor: Espressif Systems: ESO8266EX Datasheet, 2018

Slika 2.5. Arduino IDE sa ESP32 Izvor: Snimka zaslona

Slika 2.6. Arduino IDE bez ESP32 Izvor: Snimka zaslona

Slika 2.7. Rad termopara Izvor: J. Božičević: Temelji automatike 2 Mjerni pretvornici i mjerenje, Školska knjiga, Zagreb, 1987.

Slika 2.8. Rad CMOS senzora K. Souri, K. A. A. Makinwa: Energy – Efficient Smart Temperature Sensors in CMOS Technology, Springer, 2018. str.21

Slika 2.9. Rad kapacitivnog senzora Izvor: Measurement, Instrumentation & Sensors Contents: H. Eren, W. L. Kong, CRC Press, LLC, 1991.

Slika 2.10. Rad senzora vlage Izvor: S.Bhattacharya, A.K. Agarwal, N.Chanda, A.Pandey - Environmental, Chemical and Medical Sensors, Springer 2018

Slika 2.11. Rad UV senzora Izvor: D. Birtalan, W, Nunley: Optoelectronics, Infrared-Visible-Ultraviolet Devices and Applications, Taylor & Francis Group, Boca Raton, 2009.

Slika 2.12. Index uv zračenja Izvor: https://wp02-media.cdn.ihealthspot.com/wp-content/uploads/sites/200/2018/08/03014643/UV-Index.png

Slika 2.13. PH senzor izvor: http://www.sensorland.com/HowPage037.html

Slika 2.14. PH Skala Izvor: https://i.ytimg.com/vi/3x6X-YBBcfs/maxresdefault.jpg

Slika 2.15. Presjek prikaznika Izvor: Handbook of Visual Display Technology J.Chen,W.Cranton,M.Fihn Springer, Berlin, 2016

Slika 2.16. OLED prikaznik Izvor: https://ae01.alicdn.com/kf/HTB1AaLAX5nrK1Rjy1Xcq6yeDVXam/0-96-inch-IIC-Serial-White-OLED-Display-Module-128X64-I2C-SSD1306-12864-LCD-Screen-Board.jpg

Slika 2.17. E Paper prikaznik Izvor:
https://ae01.alicdn.com/kf/HTB1xmyzelcHL1JjSZJiq6AKcpXaO.jpg?size=115581&height=750&width=1000&hash=718c1467a19e11113e9eefe9c1499f78
Slika 2.18. Nextion prikaznik Izvor:
https://ae01.alicdn.com/kf/HTB1VH06LpXXXXc8aXXXq6xXFXXX2.jpg
Slika 3.1. Shema spoja
Slika 3.2. Nextion editor Izvor: Snimka zaslona
Slika 3.3. Početna stranica prikaznika Izvor: Snimka zaslona
Slika 3.4. Stranica 2 prikaznika Izvor: Snimka zaslona
Slika 3.5. Stranica sa postavkama prikaznika Izvor: Snimka zaslona
Slika 3.6. Objava podataka na server Izvor: Snimka zaslona
Slika 3.7. Izgled podataka na serveru Izvor: Snimka zaslona
Slika 3.8. Podaci prikazani na web stranici.
Slika 4.1. Vrijednost Temperature sa
https://www.accuweather.com/hr/hr/pribislavec/114083/hourly-weather-forecast/114083
Slika 4.2. Izmjereni podaci BME680
Slika 4.3. Vrijednost UV sa https://www.accuweather.com/hr/hr/pribislavec/114083/hourly-weather-forecast/114083
Slika 4.4. Izmjereni podaci UV senzora
Slika 4.5. Gotov uređaj

Jednadžbe

Jednadžba 1 - Vrijednost otpora kod temperatue T

Jednadžba 2 - Vrijednost referentnog napona kod 0 'C

Jednadžba 3 – Skaliranje podataka

Sveučilište
Sjever

SVEUČILIŠTE
SJEVER

IZJAVA O AUTORSTVU
I
SUGLASNOST ZA JAVNU OBJAVU

Završni/diplomski rad isključivo je autorsko djelo studenta koji je isti izradio te student odgovara za istinitost, izvornost i ispravnost teksta rada. U radu se ne smiju koristiti dijelovi tuđih radova (knjiga, članaka, doktorskih disertacija, magistarskih radova, izvora s interneta, i drugih izvora) bez navođenja izvora i autora navedenih radova. Svi dijelovi tuđih radova moraju biti pravilno navedeni i citirani. Dijelovi tuđih radova koji nisu pravilno citirani, smatraju se plagijatom, odnosno nezakonitim prisvajanjem tuđeg znanstvenog ili stručnoga rada. Sukladno navedenom studenti su dužni potpisati izjavu o autorstvu rada.

Ja, Matija Novak *(ime i prezime)* pod punom moralnom, materijalnom i kaznenom odgovornošću, izjavljujem da sam isključivi autor/ica završnog/diplomskog (*obrisati nepotrebno*) rada pod naslovom Mjerenje biometeoroloških parametara *(upisati naslov)* te da u navedenom radu nisu na nedozvoljeni način (bez pravilnog citiranja) korišteni dijelovi tuđih radova.

Student/ica:
(upisati ime i prezime)
Matija Novak
_____
(vlastoručni potpis)

Sukladno Zakonu o znanstvenoj djelatnost i visokom obrazovanju završne/diplomske radove sveučilišta su dužna trajno objaviti na javnoj internetskoj bazi sveučilišne knjižnice u sastavu sveučilišta te kopirati u javnu internetsku bazu završnih/diplomskih radova Nacionalne i sveučilišne knjižnice. Završni radovi istovrsnih umjetničkih studija koji se realiziraju kroz umjetnička ostvarenja objavljuju se na odgovarajući način.

Ja, Matija Novak *(ime i prezime)* neopozivo izjavljujem da sam suglasan/na s javnom objavom završnog/diplomskog (*obrisati nepotrebno*) rada pod naslovom Mjerenje biometeoroloških parametara *(upisati naslov)* čiji sam autor/ica.

Student/ica:
(upisati ime i prezime)
Matija Novak
_____
(vlastoručni potpis)