

TEHNIČKA ŠKOLA U ZAGREBU

Zagreb, Palmotićeva 84

ZAVRŠNI RAD

DIGITALNI SAT SA MREŽNOM POVEZANOŠĆU

Mentor:

Siniša Tevelly, dipl.ing.

Učenik:

Niko Pešut, 4e1

Zagreb, lipanj 2023

Digitalni sat sa mrežnom povezanošću

Sadržaj

1. Uvod	1
2. Tehnologije i dijelovi sata.....	2
1.1 CAD dizajn.....	2
2.3 Tiskane pločice.....	3
2.4 ESP 32 mikrokontroler	5
2.5 ADS1115 analogno digitalni pretvornik.....	6
2.6 DS3231 sat stvarnog vremena.....	7
2.7 HUB75 64x32 matrica	8
3. Funkcije sata	9
3.1 Postavljanje konfiguracije	9
3.2 Dohvaćanje Geo lokacije.....	10
3.3 Dohvaćanje vremena	10
3.4 Dohvaćanje vremenskih stavki.....	10
3.5 Vremenska crta	11
3.6 Pohrana podataka.....	11
3.7 Tipke sata.....	12
3.8 Prikaz matrice digitalnog sata	12
4. Kôd.....	15
4.1 Glavni dio programa.....	16
4.2 Konfiguracija i pohrana podataka	16
4.3 HTTP zahtjevi	17
4.4 Crtanje po matrici	17
5. Zaključak	18
6. Literatura	19

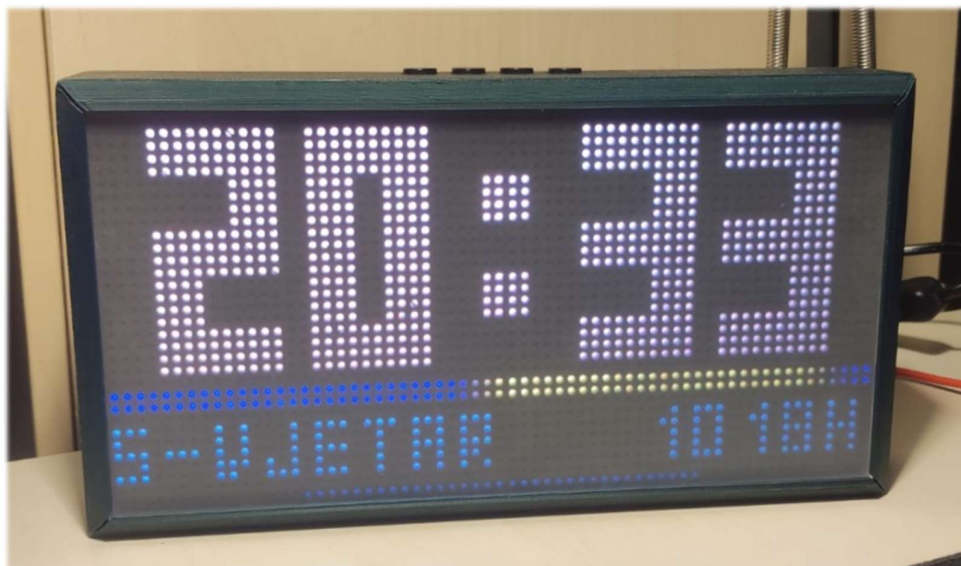
1. Uvod

Digitalni satovi danas su neizostavni dio našeg svakodnevnog života. Osim što nam pokazuju točno vrijeme, često dolaze s dodatnim funkcijama poput alarmnih funkcija, kalendara i drugih korisnih opcija.

U ovom projektu razvijen je digitalni sat koji koristi hub75 64x32 zaslon i esp32 mikrokontroler te DS3231 RTC sat za prikazivanje vremena i drugih značajki. Jedna od najznačajnijih karakteristika ovog sata je njegova mrežna povezanost, što omogućuje povezivanje s internetom, sinkronizaciju vremena putem mreže te dohvaćanja trenutnih vremenskih uvjeta na specificiranoj lokaciji.

Cilj ovog rada je pokazati da je moguće izgraditi jednostavan, ali funkcionalan digitalni sat koristeći različite tehnologije.

Rad će se u prvom poglavlju baviti s tehnologijama i dijelovima sata, a onda će se fokusirati na njegove funkcionalnosti, te će se na kraju objasniti kôd.

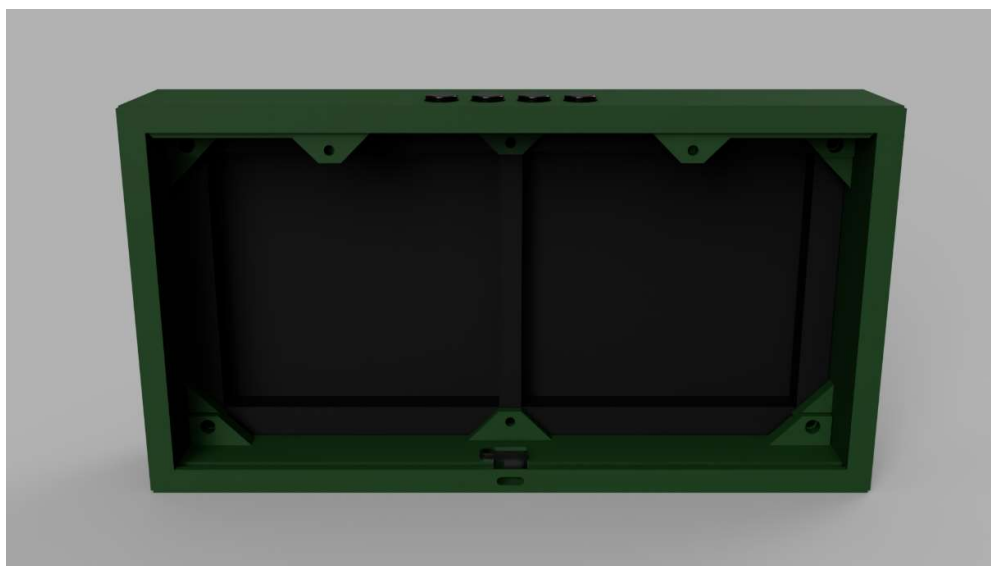


Slika 1: Digitalni sat sa mrežnom povezanošću

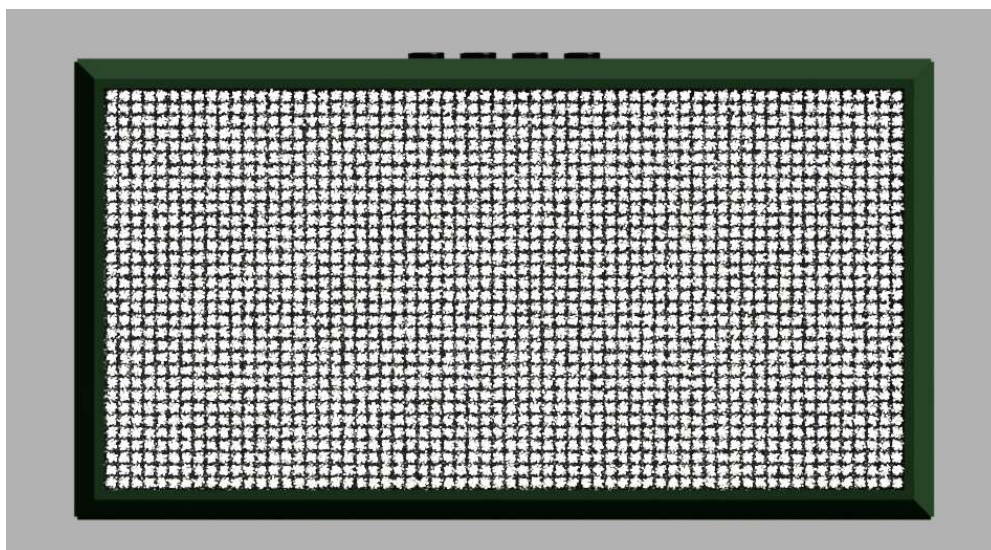
2. Tehnologije i dijelovi sata

1.1 CAD dizajn

Sat je sastavljen od 4 stranice kojima je jezgra led matrica (slika 2 i 3). Dizajn je rađen Fusion360 programom.



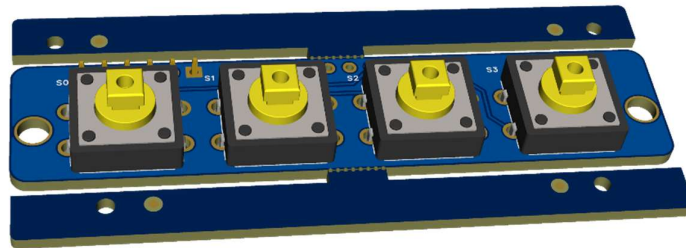
Slika 2: izgled kućišta straga



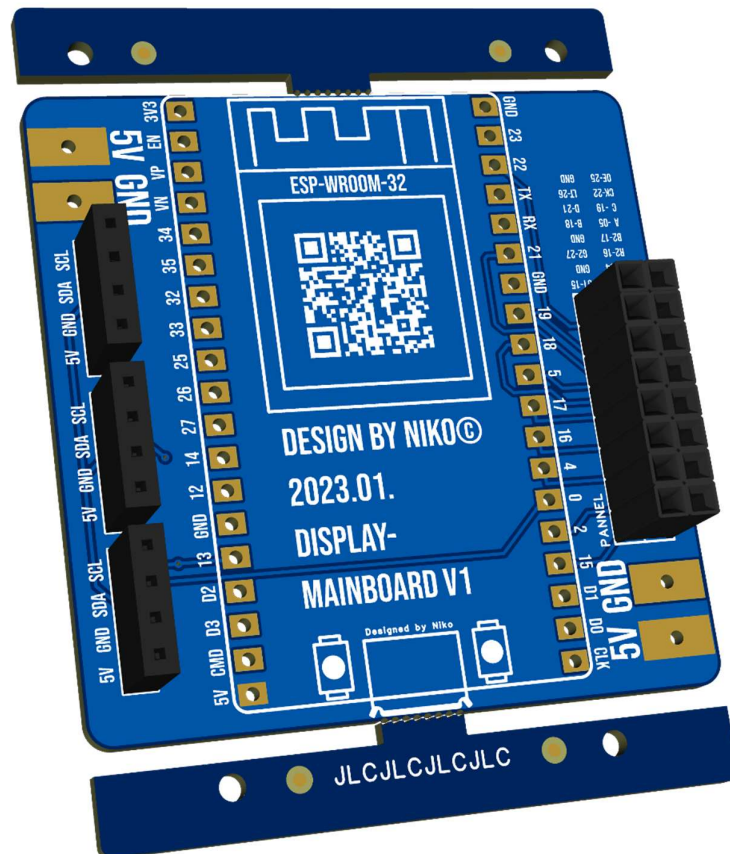
Slika 3: izgled kućišta sprijeda

2.3 Tiskane pločice

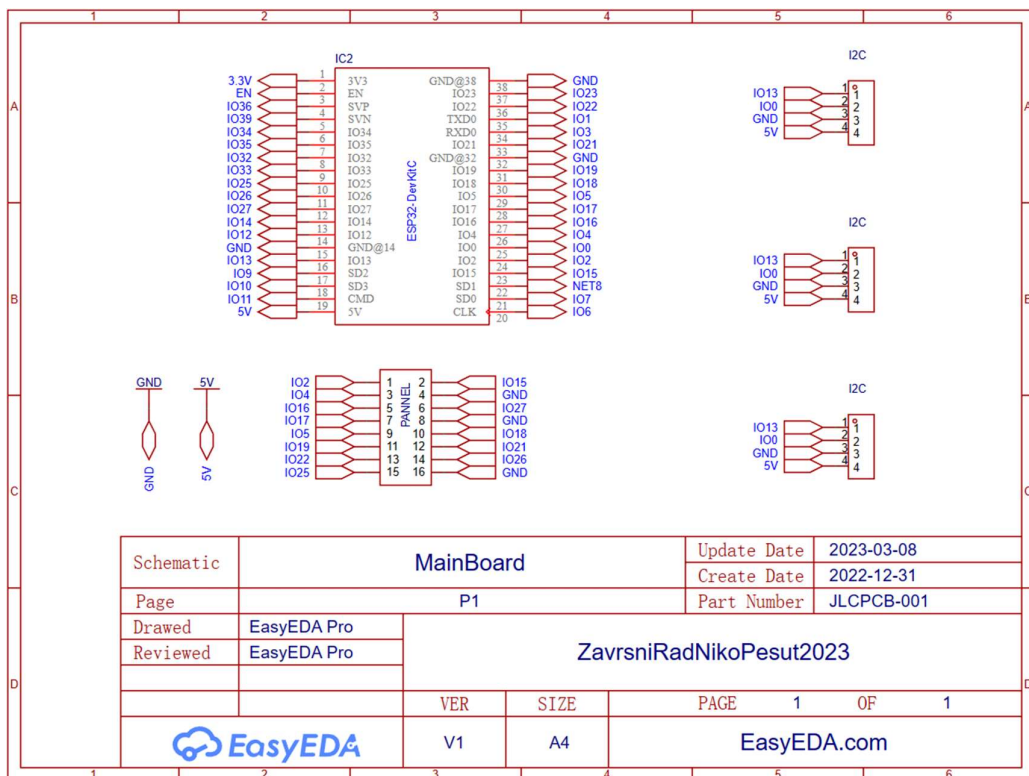
Tiskane pločice, uključujući malu pločicu za gumbe (slika 4 i 7) i veliku pločicu za ESP32 i proširenja (slika 5 i 6), izrađene su putem poznatog kineskog proizvođača JLCPCB-a zbog njihove povoljne izrade. Dizajn pločica napravljen je u programu za projektiranje sklopova EasyEDA Pro.



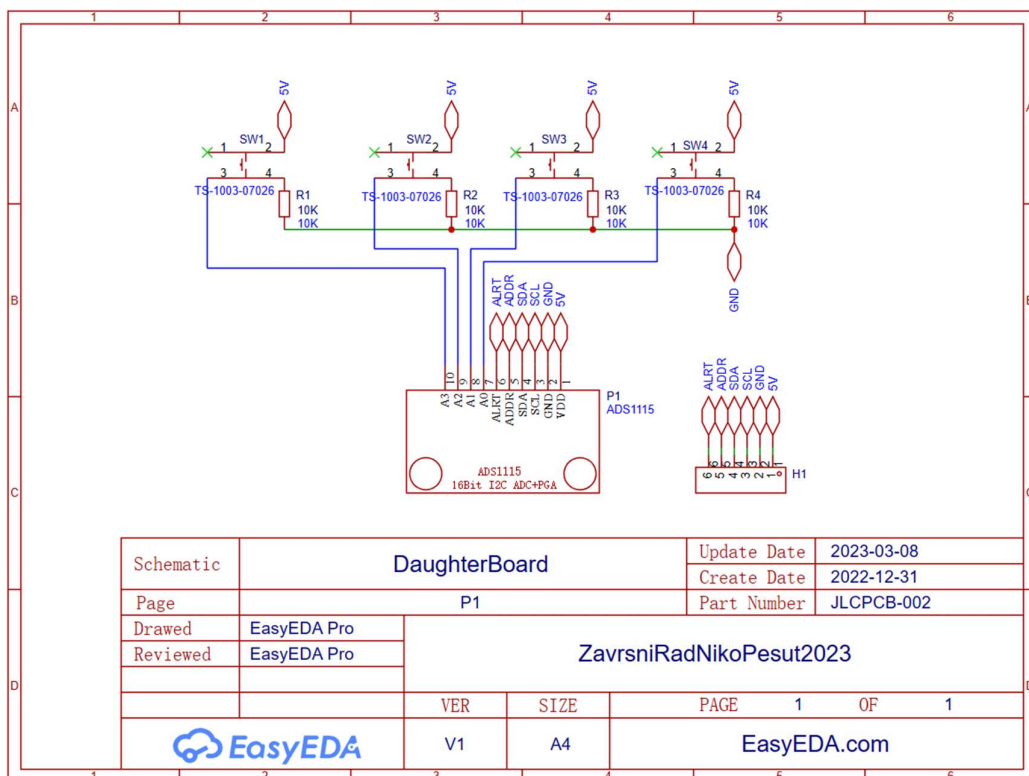
Slika 4: Pločica za gumbe



Slika 5: Pločica za ESP32 i proširenja



Slika 6: Shema pločice za ESP32 i proširenja



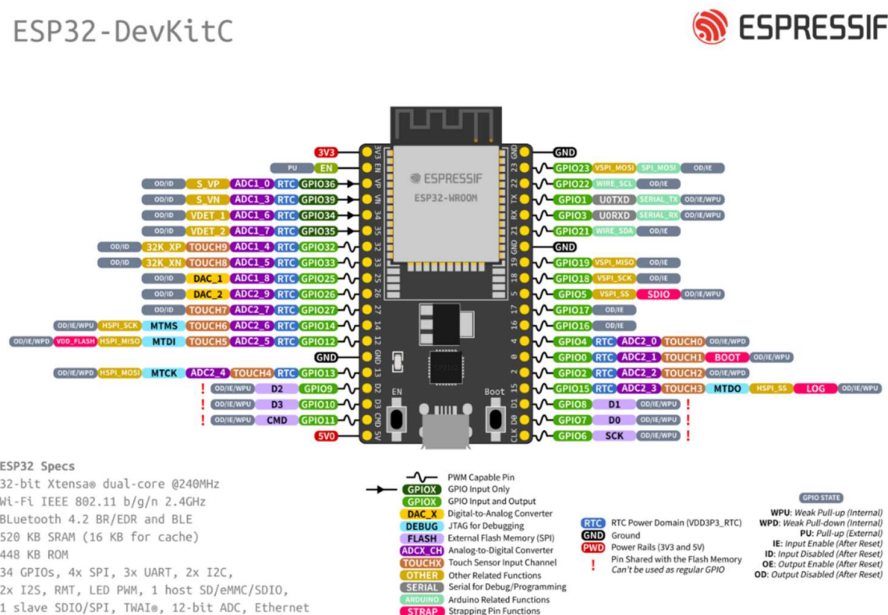
Slika 7: Shema pločice za gumbе

2.4 ESP 32 mikrokontroler

ESP32 mikrokontroler je korišten u ovom projektu za upravljanje digitalnim satom. ESP32 je razvila tvrtka Espressif Systems, kineski proizvođač čipova za bežičnu komunikaciju, koji je poznat po svojim inovativnim rješenjima za IoT uređaje. Pametne kuće, aplikacije, bežični senzori, automobilska industrija su mnogi u nizu koji primjenjuju spomenuti mikroupravljač.

ESP32 devkitc v4 (slika 8) verzija mikrokontrolera korištena u ovom projektu je omogućila višestruke funkcionalnosti digitalnog sata. Jedna od najznačajnijih je njegova sposobnost povezivanja s WiFi mrežom, što je omogućilo povezivanje digitalnog sata s internetom i dohvaćanje podataka s API-ja.

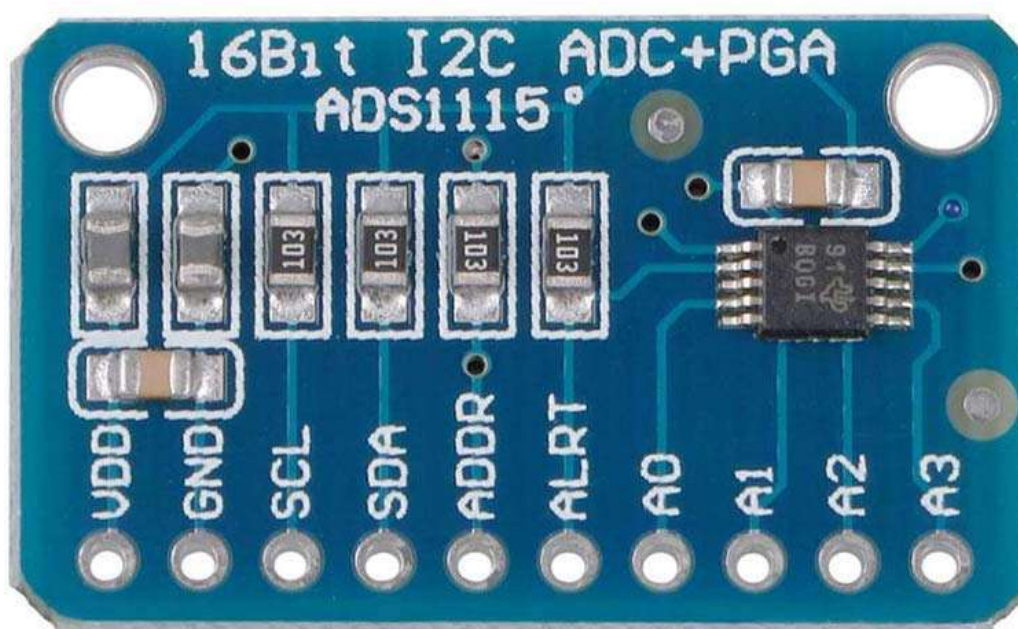
Osim toga, ESP32 je korišten za sinkronizaciju sata putem NTP protokola, što osigurava točno prikazivanje vremena. ESP32 je također omogućio povezivanje s I2C proširenjima, uključujući DS3231 RTC i ADS1115 ADC, što je omogućilo precizno mjerenje vremena i druge podatke koji su prikazani na digitalnom satu. Naposljetku, upravljanje HUB75 64x32 matricom koja je prikazivala vremenske podatke i druge značajke sata također je upotrebljen mikroupravljač.



Slika 8: Prikaz sheme ESP32 devkitc v4 mikrokontrolera

2.5 ADS1115 analogno digitalni pretvornik

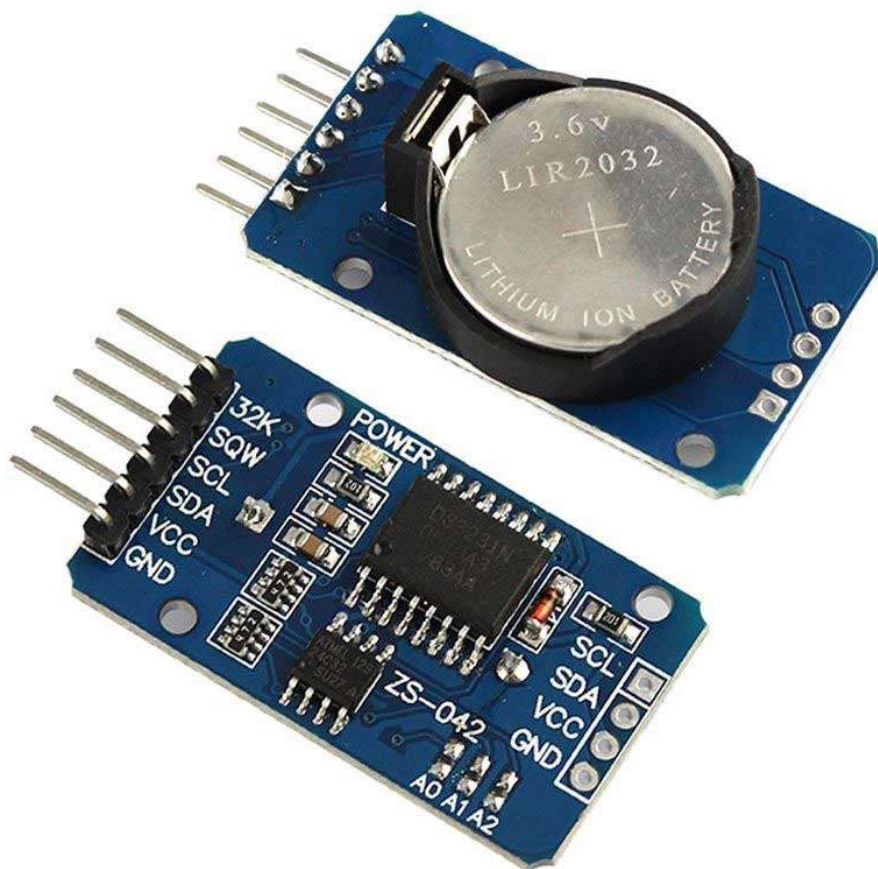
ADS1115 (slika 9) je I2C modul pretvarača analognog signala u digitalni (engl. ADC-Analog-Digital Converter). U ovom projektu, ADS1115 koristi se za detektiranje pritiska gumba koji se nalaze na pločici za upravljanje satom. ADS1115 ima četiri analogna ulaza i može pretvoriti ulazni signal u digitalni oblik na 16-bitnoj rezoluciji, što osigurava precizno mjerenje. Modul ADS1115 je vrlo koristan u situacijama kada je potrebno pretvoriti analogni signal u digitalni, kao što je u ovom slučaju kada se želi očitati pritisak gumba. Također, ADS1115 može biti koristan u drugim projektima kao što su mjerenje temperature i pritiska, detekcija razine tekućine i još mnogo toga. ADS1115 se lako integrira u projekt jer se komunicira putem I2C protokola, što omogućuje jednostavnu povezanost s mikrokontrolerom. Mogao se koristiti i U/I proširivač (engl. I/O expander), ali u trenutku planiranja nije bila dobavljiva verzija s I2C komunikacijom.



Slika 9: Prikaz ADS1115 ADC-a

2.6 DS3231 sat stvarnog vremena

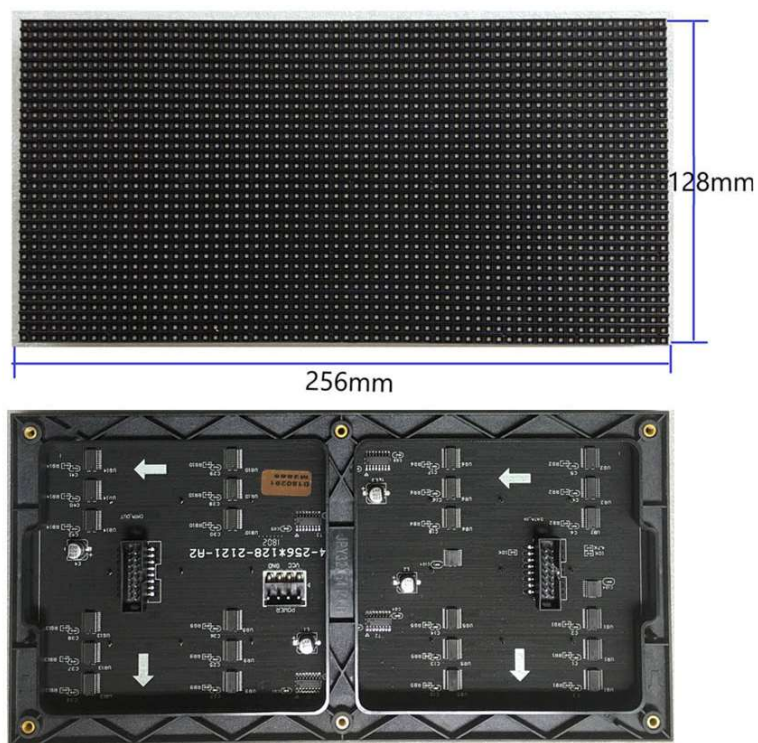
DS3231 RTC (engl. Real-Time Clock) (slika 10) je I2C modul koji se koristi za točno mjerenje vremena i datuma. Ovaj modul ima visoku preciznost i pouzdanost, što ga čini idealnim za korištenje u aplikacijama gdje je potrebna točnost vremena. U ovom projektu, DS3231 RTC modul koristi se za održavanje točnog vremena sata i kalendara. Mikrokontroler (ESP32) periodički čita vrijeme i datum iz DS3231 modula putem I2C komunikacije, te koristi te informacije za točno prikazivanje vremena na HUB75 matrici. DS3231 RTC modul također omogućuje automatsko održavanje ispravnog vremena u slučaju prekida napajanja, što je vrlo korisna funkcija u aplikacijama koje zahtijevaju točno mjerenje vremena.



Slika 10: Prikaz DS3231 RTC-a

2.7 HUB75 64x32 matrica

HUB75 64x32 (slika 11) matrica je LED matrica visoke gustoće koja se sastoji od 2048 pojedinačnih LED dioda, raspoređenih u 64 stupca i 32 reda. Ova matrica može prikazati slike i tekst u visokoj razlučivosti i koristi se u različitim aplikacijama, uključujući LED reklamne ploče, stadionske ekrane i digitalne satove. Matrica se kontrolira pomoću upravljačkog IC-a koji se nalazi na matrici, a podaci se prenose putem paralelnog sučelja koje se zove HUB75. Za prikazivanje teksta ili slike na matrici, potrebno je slati odgovarajuće nizove podataka na HUB75 sučelje, koji će potom biti dekodirani i prikazani na odgovarajućem mjestu na matrici. Za upravljanje matricom u ovom projektu, korišten je ESP32 mikrokontroler, koji se povezuje na matricu putem HUB75 sučelja. Pomoću ESP32 mikrokontrolera, moguće je lako kontrolirati matricu i prikazati različite slike i tekstove na njoj, što čini ovaj projekt idealnim za prikazivanje vremena i drugih korisnih informacija.



Slika 11: Prikaz HUB75 64x32 matrice

3. Funkcije sata

3.1 Postavljanje konfiguracije

Konfiguracija (slika 12) se postavlja tako što se pristupi satu putem web preglednika na adresi 192.168.1.4, ako je upaljena pristupna točka sata, a ako je sat već spojen na mrežu onda konfiguriramo spajanjem na IP adresu koju možemo dobiti pritiskom na prvu tipku na vrhu sata.

Digitalni sat
(Završni rad Niko Pešut)

Stavke koje ne mijenjate se neće postaviti

Lokacija
(od lokacije se automatski uzima vremenska zona, datum, vrijeme...)

dobiј lokaciju

Geografska širina

Geografska Dužina

Boje i stil

1. boja

2. boja

3. boja

Modovi

-- Odaberite mod --

Mreža

WiFi SSID

WiFi šifra

HotSpot SSID

HotSpot šifra

API-s

Timezonebly api ključ

Openweathermap api ključ

Pošalji

Slika 12: Prikaz postavke konfiguracije u web pregledniku

3.2 Dohvaćanje Geo lokacije

Geo lokacija se dohvaća tako što se prilikom konfiguracije pritisne gumb „dobij lokaciju“ i onda se otvara stranica „geoloc.pesut.win“ (slika 13) na kojoj se pritisne gumb i tako se dobije lokacija koja se može prekopirati na konfiguracijsku stranicu.



Slika 13: Prikaz dohvaćanja Geo lokacije u web pregledniku

3.3 Dohvaćanje vremena

Dohvaćanje vremena se odvija tako što se zahtjev s zadanom geografskom širinom, dužinom i API ključem šalje besplatnom API-u (timezonedb.com) s bazom podataka vremena koji nam nazad šalje vrijeme (engl. UNIX timestamp) u obliku XML dokumenta (engl. eXtensible Markup Language) sa specificirane lokacije koje pohranjujemo u DS3231 RTC modul. Dohvaćanje se odvija svakih 5 minuta ako je sat povezan na mrežu.

3.4 Dohvaćanje vremenskih stavki

Dohvaćanje vremena se odvija tako što se zahtjev s zadanom geografskom širinom, dužinom i API ključem šalje API-u (openweathermap.org) koji nam vraća JSON dokument koji sadrži trenutnu temperaturu, vlagu zraka, vrijeme izlaska i zalaska sunca, trenutnu brzinu vjetra, tlak zraka, vidljivost te pokrivenost

neba oblacima. Dohvaćanje se odvija svakih 5 minuta ako je sat povezan na mrežu.

3.5 Vremenska crta

Vremenska crta (slika 14) je prikaz izlaza i zalaska sunca, a dobiva se tako što putem podataka dobivenih od API-a preradimo i funkcijom uračunamo trenutačno vrijeme i nacrtamo početak crte kao trenutačno vrijeme. Ona se nalazi u donjem dijelu sata i služi da bismo vidjeli trenutačni položaj sunca na nebu.



Slika 14: Prikaz vremenske crte u 16:30 sati

3.6 Pohrana podataka

Podatci se pohranjuju na internu memoriju ESP32 mikrokontrolera putem SPIFFS biblioteke, a pohranjuju se u obliku JSON (engl. JavaScript Object Notation) (slika 15) datoteke. Podaci koji se pohranjuju su: WiFi ime i šifra, ime i šifra pristupne točke, stanje matrice (prikaz), boje, intenzitet, geografska širina i visina, te API ključevi.

```
1  {
2    "SSID": "WiFi-SSID",
3    "PASS": "WiFi-PASS",
4    "APssid": "SatZavrsniNiko",
5    "APpass": "",
6    "stateID": 4,
7    "color1Red": 37,
8    "color1Green": 167,
9    "color1Blue": 105,
10   "color2Red": 238,
11   "color2Green": 238,
12   "color2Blue": 238,
13   "color3Red": 244,
14   "color3Green": 218,
15   "color3Blue": 34,
16   "lightIntensity": 200,
17   "latitude": 45.88967896,
18   "longitude": 15.7041378,
19   "weatherApiKey": "weatherApiKljuč",
20   "timeApiKey": "timeApiKljuč"
21 }
```

Slika 15: Prikaz strukture JSON datoteke

3.7 Tipke sata

Na pločici sa gumbima, postoje četiri tipkala.

Pritiskom na prvu tipku prikazuju se detalji o mreži, kao što su trenutna IP adresa i SSID mreže ili pristupne točke ako sat nije spojen na mrežu.

Pritisak na drugu tipku omogućuje prolazak kroz tri zadane boje za matricu. Korisnik tako može prilagoditi izgled sata prema svojim željama i potrebama.

Pritiskom na treću tipku mijenja se intenzitet svjetla, s pet različitih svjetlina koje su dostupne. Ovo je korisna funkcija, posebno u uvjetima smanjene vidljivosti.

Pritisak na četvrtu tipku omogućuje korisniku da promijeni način prikaza na satu.

3.8 Prikaz matrice digitalnog sata

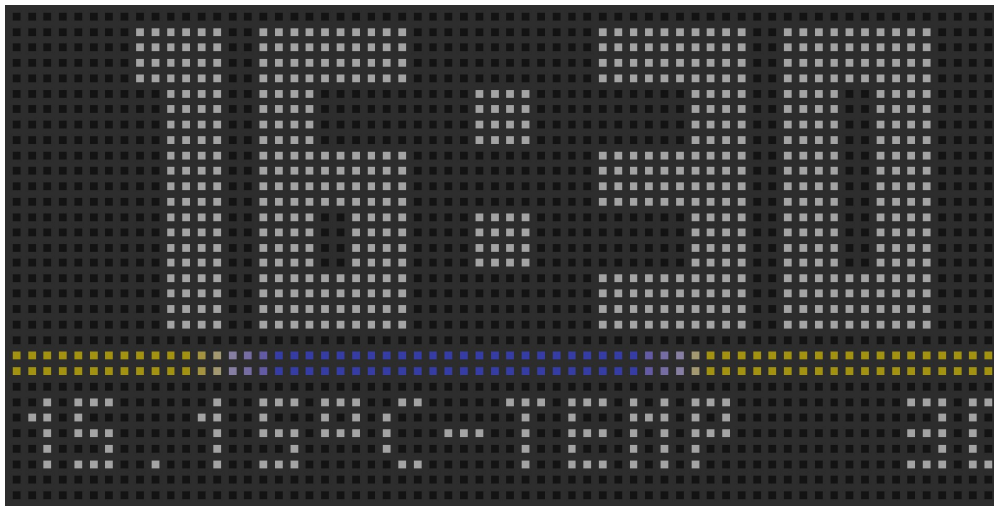
Prilikom pritiska na četvrtu tipku sat mijenja prikaz, a to je u ovom dijelu rada prikazano.

Prikaz 1 (slika 16) sadrži: sat, vremensku crtu, trenutno vrijeme i WiFi status.



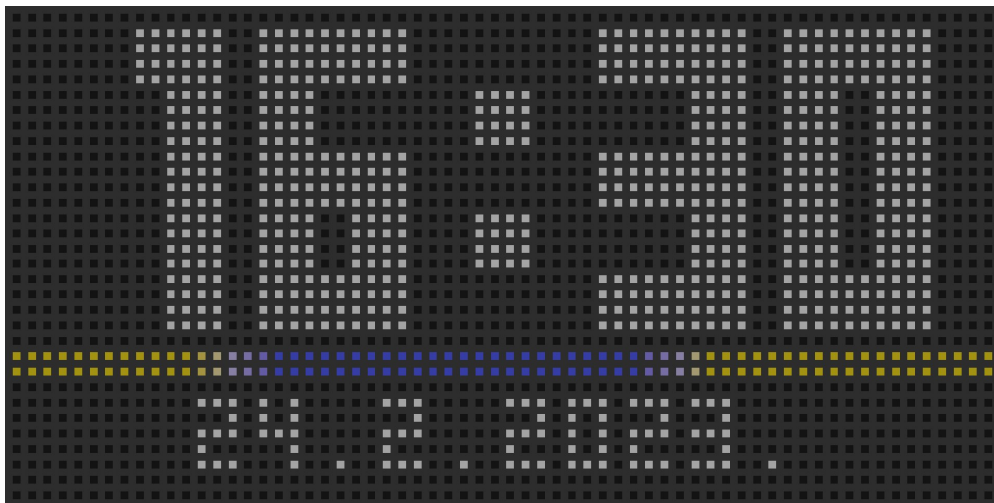
Slika 16: Matrica u 1. prikazu

Prikaz 2 (slika 17) sadrži: sat, vremensku crtu i trenutno vrijeme.



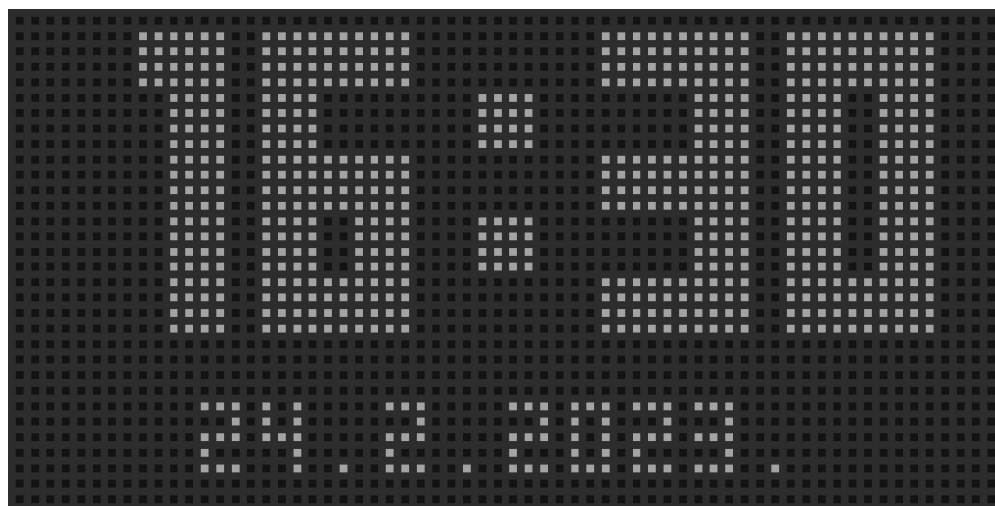
Slika 17: Matrica u 2. prikazu

Prikaz 3 (slika 18) sadrži: sat, vremensku crtu i datum.



Slika 18: Matrica u 3. prikazu

Prikaz 4 (slika 19) sadrži: sat i datum.



Slika 19: Matrica u 4. prikazu

4. Kôd

Kôd je pisan u c++ programskom jeziku, te je kompiliran putem PlatformIO (slika 20) proširenja za Visual Studio Code.

Kôd se sastoji od 4 cjeline, a to su: glavni dio programa, konfiguracija i pohrana podataka, HTTP zahtjevi i crtanje po matrici. Još od kôda imamo HTML datoteku za konfiguriranje, te HTML datoteku za dohvaćanje geolokacije koja se nalazi na mojem Raspberry Pi web poslužitelju.



Slika 20: PlatformIO logotip



Slika 21: QR kod na Github repozitorij

Tijekom pisanja rada je također korištena platforma Github kao alat za spremanje rada. Sada je rad javno dostupan putem Github-a (slika 21), a repozitorij sadrži kod, datoteke za izradu tiskanih pločica, datoteke za 3D ispis, program za prikaz slike pomoću brojevnog niza te sam rad.

4.1 Glavni dio programa

Glavni dio programa se nalazi u „main.cpp“ datoteci. Ona sadrži glavno tijelo programa i inicijalizira I2C protokol, matricu, DS3231 RTC modul, ADS1115 ADC modul, WiFi konekciju ili uključuje pristupnu točku ako se ne može spojiti na WiFi i pokreće task manager koji u određenim intervalima poziva funkcije.

4.2 Konfiguracija i pohrana podataka

Konfiguracija i pohrana podataka se odvijaju u „config.h“ datoteci. U njoj se nalaze sve globalne varijable i sve postavke za matricu. Također se u njoj nalaze funkcije za čitanje i pisanje u JSON datoteku koja se nalazi na SPIFFS memoriji ESP32 mikrokontrolera.

4.3 HTTP zahtjevi

HTTP zahtjevi se odvijaju u „HTTP.h“ datoteci. Zahtjevi se obrađuju putem ESPAsyncWebServer biblioteke koja asinkrono sluša zahtjeve od ostalog koda te pri pozivu se aktivira i obrađuje zahtjeve. U ovoj datoteci se nalaze i funkcije za osvježavanje vremena i vremenskih stavki putem API-a, te povezivanje na WiFi mrežu ukoliko se sat odspoji.

4.4 Crtanje po matrici

Crtanje po matrici se odvija u „display.h“ datoteci. Ona sadrži sve funkcije za crtanje po matrici kao što su crtanje sata, broja, slova, teksta, vremenske crte i drugih. Također se može naći funkcija koja osvježava vrijeme sa DS3231 RTC modula i funkcija koja očitava dali je koji od četiri gumba pritisnut.

5. Zaključak

Uspješno je razvijen digitalni sat koji koristi hub75 64x32 zaslon, esp32 mikrokontroler i DS3231 RTC sat za prikazivanje vremena i drugih funkcija. Sat ima mogućnost mrežne povezanosti, što omogućuje sinkronizaciju vremena putem interneta i dohvaćanje trenutnih vremenskih uvjeta. Korištene tehnologije i dijelovi, poput ESP32 mikrokontrolera, ADS1115 analogno-digitalnog pretvornika, DS3231 RTC sata i HUB75 matrice, omogućili su precizno mjerenje vremena, kontrolu matrice i prikaz različitih informacija na satu.

Kroz postavljanje konfiguracije, dohvaćanje geo lokacije i vremena te dohvaćanje vremenskih stavki, sat pruža korisne informacije poput trenutne temperature, vlage zraka, vremena izlaska i zalaska sunca, brzine vjetra i tlaka zraka. Također, vremenska crta na satu omogućuje praćenje položaja sunca na nebu.

Tipke na satu omogućuju korisniku pristup različitim informacijama, poput detalja o mreži i promjene boja matrice.

Ovaj projekt pokazuje da je moguće izgraditi jednostavan, ali funkcionalan digitalni sat koristeći dostupne tehnologije i komponente. Sat može biti koristan u svakodnevnom životu za prikazivanje točnog vremena, vremenskih uvjeta i drugih korisnih informacija.

6. Literatura

Korištene biblioteke (engl. Library):

- Za DS3231 RTC modul
<https://github.com/adafruit/RTClib>
- Za JSON datoteke
<https://github.com/bblanchon/ArduinoJson>
- Za posluživanje web stranica
<https://github.com/me-no-dev/ESPAsyncWebServer>
- Za upravljanje HUB75 matricom
<https://github.com/pixelmatix/SmartMatrix>
- Za upravljanje WiFi konekcijom
<https://github.com/Lightwell-bg/NetCrtESP>
- Za pokretanje repetitivnih radnji
<https://github.com/davetcc/TaskManagerIO>
- Za ADS1115 ADC
<https://github.com/jrowberg/i2cdevlib/blob/master/Arduino/ADS1115>
- ESP32 Arduino jezgra sa ostalim bibliotekama
<https://github.com/espressif/arduino-esp32>

Korištene slike:

- Slika 8(Prikaz sheme ESP32 devkitc v4 mikrokontrolera)
<https://docs.espressif.com/projects/esp-idf/en/latest/esp32/hw-reference/esp32/get-started-devkitc.html>
- Slika 9(Prikaz ADS1115 ADC-a)
<https://components101.com/modules/ads1115-module-with-programmable-gain-amplifier>
- Slika 10(Prikaz DS3231 RTC-a)
<https://techzeero.com/sensors-modules/ds3231-rtc-module/>
- Slika 20(PlatformIO logotip)
https://commons.wikimedia.org/wiki/File:PlatformIO_logo.svg

Korišteni alati:

- Visual Studio Code
<https://code.visualstudio.com/>
- Platform IO
<https://platformio.org/>
- GitHub
<https://github.com/>
- Fusion 360
<https://www.autodesk.com/products/fusion-360/overview>
- Visual Studio 2022
<https://visualstudio.microsoft.com/vs/preview/>
- Easy EDA pro
<https://pro.easyeda.com/>

Inspiracija:

- <https://www.youtube.com/watch?v=EX2l2IE7zqQ>
- <https://www.youtube.com/watch?v=Pu28vPFUX0w>
- <https://www.instructables.com/INTERACTIVE-INTERNET-CLOCK/>