

PAMETNA HIŠA

Strokovno poročilo

Mentor: mag. Mihael Krišelj

Avtor: Nejc Osredkar, R4. B

Ljubljana, marec 2023

POVZETEK

V maturitetni nalogi z naslovom Pametna hiša sem se skušal pobližje spoznati upravljanjem in avtomatizacijo končnih naprav. V mojem primeru so to luči in ventilator. Vse končne naprave delujejo na napetosti 220V. Kontrolna modula ESP32 in Raspberry-pi pa na 5V. Ločitev nizkonapetostnega in visokonapetostnega kroga omogoča rele modul. Deluje tako, da na osnovi krmilne napetosti 5V sproži fizični kontakt na visoki napetosti. Za avtomatizirano krmilje končnih naprav sem uporabil PIR senzor, ki vklaplja eno izmed luči ob zaznavi gibanja. Uporabil sem tudi merilnik temperature in zračnega pritisku, ki je implementiran, tako da kontrolira vklop ventilatorja. Glavna naprava izdelka je imenovana ESP32. Sestavljen je iz Wi-Fi modula in vmesnika za upravljanje vhodno izhodnih enot. ESP32 deluje preko Tasmota vdelane programske opreme, ki omogoča celotno kontrolo nad delovanjem in nadzorom naprav. Nastavljena so tudi pravila za PIR in temperaturni senzor. Za IP povezljivost med napravami skrbi TP-Link usmerjevalnik, na katerem sem nastavil DHCP strežnik, ki napravam na osnovi MAC naslova dodeli točno določen IP. Za DNS strežnik sem uporabil Raspberry-pi, nanj sem namestil tudi HTTP strežnik Apache.

KLJUČNE BESEDE

ESP-32, Raspberry-pi, DHCP strežnik, DNS strežnik, rele, Tasmota, Apache, HTTP strežnik, TP-LINK usmerjevalnik, senzor, IP naslov, MAC naslov

KAZALO

1. UVOD.....	5
2. PROJEKT PAMETNA HIŠA	5
2.1 MATERIAL.....	5
2.2 ORODJE	7
3. KONFIGURACIJA TP-LINK USMERJEVALNIKA	7
3.1 KONFIGURACIJA OSNOVNIH NASTAVITEV	7
4. RASPBERRY-PI	8
4.1 NAMESTITEV OS NA RASPBERRY-PI 4	8
4.2 NASTAVITEV DOSTOPOV TER KONFIGURACIJA SISTEMA	9
4.3 RASPBERRY-PI OMREŽNE NASTAVITVE.....	9
4.4 NAMESTITEV APACHE WEB STREŽNIKA NA RASPBERRY PI 4.....	9
4.5 NAMESTITEV PHP7 NA RASPBERRY PI 4	10
4.6 NAMESTITEV SAMBA STREŽNIKA NA RASPBERRY PI	10
4.7 NAMESTITEV TER KONFIGURACIJA DNS STREŽNIKA.....	10
5. FIRMWARE MENJAVA NA ESP32	11
6. PRIKLOP ZNANJIH NAPRAV NA ESP32.....	13
6.1 PIR MOTION SENZOR PINOUT.....	13
6.2 RELE PINOUT	14
6.3 TEMPERATURNI IN SENZOR ZRAČNEGA TLAKA PINOUT.....	14
6.4 VEZAVA DVEH STIKAL.....	15
6.5 CELOTNA SHEMA VEZAVE KOMPONENT NA ESP32.....	15
7. TASMOTA KONFIGURACIJA	16
8. POSTAVITEV INTERNETNE STRANI	18
9. IZVEDBA V SLIKI.....	21
9.1 PRIPRAVA PROTO PLOŠČE.....	21
9.2 POVEZAVA Z RELE PLOŠČO.....	22
9.3 VRTANJE LUKENJ ZA LUČI TER PRIPRAVA VEZANE PLOŠČE ZA CELOTNO POSTAVITEV	23

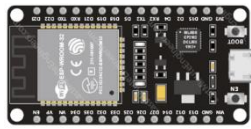
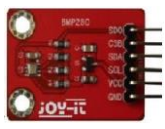
9.4	PRITRJEVANJE VSEH ELEMENTOV	25
9.5	VEZAVA 220V ELEKTRIČNEGA RAZDELILNIKA	26
9.6	VEZAVA DVOJNEGA STIKALA.....	26
9.7	KONČNI IZDELEK.....	27
9.8	ZADNJA STRAN	27
10.	ZAKLJUČEK	28
11.	VIRI	29

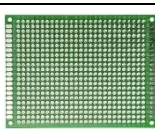
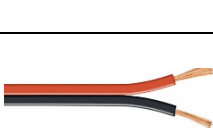
1. UVOD

Po tehtnem razmisleku, sem prišel na idejo, da bi naredil simulacijo osnovnih funkciji, pametne hiše, kot so prižiganje in ugašanje luči, vklopjanje in izklopjanje ventilatorja, priklop temperaturnega senzorja ter senzorja zračnega tlaka ter PIR senzorja za gibanje. Ideja je, da bi preko lokalnega LAN omrežja, bila dosegljiva internetna stran preko katere bi upravljal končne naprave. Zadal sem si nalogo, da bi luč lahko prižgal tudi s senzorjem za gibanje, ventilator pa s povečanjem zunanje temperature preko določene vrednosti, le ta bi se v primeru padca temperature izklopil. Seveda bi lahko tako luč, kot ventilator vklopljal in izklopljal preko internetne strani. Nato se je začelo moje raziskovanje kako, s katero opremo in na kakšen način bi celotno postavitv lahko izvedel. Uporabil sem znanje pridobljeno na šoli in na spletu. Največ časa mi je vzelo brskanje po spletnih straneh in nato sprotno pisanje zapiskov. Na koncu sem ugotovil, da je projekt izvedljiv, zato sem naredil osnovno shemo ter iz nje ustvaril spisek opreme, ki jo potrebujem. Preko interneta in v lokalnih trgovinah, sem kupil tisto, kar sem za zastavljeno nalogo potreboval. Nekaj osnovnih komponent pa sem že imel doma.

2. PROJEKT PAMETNA HIŠA

2.1 MATERIAL

1 x ESP32 WROOM	
1 x RELE plošča z štirimi releji	
1 x PIR senzor gibanja	
1 x BMP280 – senzor temperature ter zračnega tlaka	
1 x RaspberryPi 4	

2 x LED 220V vgradna svetilka	
1 x USB napajalnik	
1 x TPLINK Home router	
1 x 220V napajalni razdelelec	
1 x ProtoBoard	
2 x Priključne nogice	
2 m 0,25 žice (5V nizka napetost)	
2 m 1,25 žica (220V visoka napetost)	
1 x lesena iverna plošča 0,3cm x 30cm x 50cm	
Razni vijaki ter pritrdilni elementi	

2.2 ORODJE

Spajkalnik ter pribor	
Ščipalke	
Izvijači	
Merilnik Unimer	
Računalnik	
Kabel USB A - USB micro	

3. KONFIGURACIJA TP-LINK USMERJEVALNIKA

3.1 KONFIGURACIJA OSNOVNIH NASTAVITEV

Na začetku sem ustvaril novega uporabnika in njegovo geslo. Dodelil sem mu novega uporabnika z imenom Ruter in geslom Nejc2004?!.

Set up a new username and password

New Username:

New Password:

Low Middle High

Confirm New Password: 

Slika 1: Konfiguracija novega uporabnika in njegovega gesla na usmerjevalniku

Potrebno je nastaviti TimeZone oziroma časovni pas, WiFi SSID imena in SSID gesla.

2.4GHz Wireless: ☒ Enable Wireless Radio

Network Name (SSID): ☐ Hide SSID

Password:

5GHz Wireless: ☒ Enable Wireless Radio

Network Name (SSID): ☐ Hide SSID

Password:

Slika 2: Nastavitev SSID imena in gesla na usmerjevalniku

Nastavil sem tudi DHCP strežnik na usmerjevalniku. Dodelil sem mu njegov IP pool in sicer od naslova 192.168.0.100 do 192.168.0.199. Njegov privzeti prehod je nastavljen na 192.168.0.1. Dodelil pa sem mu tudi primarni in sekundarni Raspberry-pi dns strežnik. Zaradi lažjega upravljanja z napravami sem statično rezerviral IP-naslove naprav.

Address Reservation

☐	ID	MAC Address	Reserved IP Address	Description	Status	Modify
☐	1	66-91-D5-92-D1-9A	192.168.0.132	NejcTele		
☐	2	EC-F4-BB-12-FA-44	192.168.0.131	WiFi_PC		
☐	3	AC-7B-A1-3D-D0-BA	192.168.0.130	MreznaPC		

DHCP Client List

Total Clients: 4

ID	Client Name	MAC Address	Assigned IP Address	Lease Time
1	NejcTele	66-91-D5-92-D1-9A	192.168.0.132	Permanent
2	MreznaPC	AC-7B-A1-3D-D0-BA	192.168.0.130	Permanent
3	WiFi_PC	EC-F4-BB-12-FA-44	192.168.0.131	Permanent
4	--	F2-17-9E-28-CC-6E	192.168.0.102	1:56:14

Slika 3: Nastavitev rezerviranih naslovov za končne naprave

4. RASPBERRY-PI

4.1 NAMESTITEV OS NA RASPBERRY-PI 4

Za namestitev operacijskega sistema na Raspberry-pi sem uporabil računalnik ter SD kartico. Računalnik ima že vgrajen vmesnik v katero lahko vstavimo Raspberry-pi SD kartico. Na operacijski sistem sem namestil Raspberry Pi Imager v1.7.3. Program zaženem in izberem željeni operacijski sistem, izberem SD kartico in OS, image vpišemo na SD kartico.



Slika 4: Imager v1.7.3

Kartico potem vstavimo v Raspberry Pi, priključimo monitor, tipkovnico ter miško, da ga lahko do konca nastavimo.

4.2 NASTAVITEV DOSTOPOV TER KONFIGURACIJA SISTEMA

V RaspberryPi-ju nato odpremo nov terminal in vanj vpišemo `sudo raspi-config`, kjer lahko ponastavimo geslo, lokaliziramo napravo, posodobimo sistem na zadnjo verzijo in nastavimo ter omogočimo oddaljen način dostopanja. V `raspi-config` izberemo Interfacing Options in izberemo SSH v moji desktop verziji tudi VNC. S tem smo vklopili SSH ter VNC strežnik, tako da ne potrebujemo več monitorja, tipkovnice ter miške. Do RaspberryPi-ja lahko dostopamo s Putty programom, preko SSH protokola ali grafično preko VNC programa. V `raspi-config` izberemo Network Options. V Hostname vpišemo željeno ime naprave. Če želimo WiFi povezavo, le to izberemo ter vpišemo ime SSID našega WIFija ter geslo.

4.3 RASPBERRY-PI OMREŽNE NASTAVITVE

Napravo želim imeti na usmerjevalnikovem DHCP strežniku ter statično rezerviran IP naslov na osnovi MAC mrežne kartice Raspberry Pi-ja. Zato odpremo nov terminal in vanj vpišemo `ifconfig`. Nato poiščemo Wifi ter Eth mrežno kartico ter si prepisemo že dodeljeni IP ter MAC naslov. Naslov potrebujem kasneje za vpis v DHCP rezervacijo na usmerjevalniku.

4.4 NAMESTITEV APACHE WEB STREŽNIKA NA RASPBERRY PI 4

Za začetek je potrebno posodobiti vse podatke na Raspberry-pi. To naredimo z ukazoma `sudo apt-get update` in `sudo apt-get upgrade`. Namestiti potrebujemo tudi Apache2 paket z ukazom `sudo apt install apache2 -y`. Ker želimo spreminjati vsebino v `/var/www/html` brez root uporabnika moramo nastaviti pravice na tem direktoriju z ukazoma `sudo usermod -a -G www-data pi` in `sudo chown -R -f www-data:www-data /var/www/html`. Osnovna stran spletnega strežnika se nahaja v `/var/www/html/` direktoriju. Privzeta prva datoteka pa je `index.html`.

4.5 NAMESTITEV PHP7 NA RASPBERRY PI 4

Za delovanje spletne strani in pravilne konfiguracije moramo namestiti PHP7 paket. To naredimo z ukazom `sudo apt install php7.4 libapache2-mod-php7.4 php7.4-mbstring php7.4-mysql php7.4-curl php7.4-gd php7.4-zip -y`.

4.6 NAMESTITEV SAMBA STREŽNIKA NA RASPBERRY PI

Samba strežnik potrebujem za enostaven dostop do mape v kateri se nahajajo datoteke za internetno stran in so dostopne po lokalnem omrežju, predvsem z namenom urejanja ter programiranja internetne strani iz oddaljenega računalnika. Za pravilno namestitev Samba strežnika potrebujemo ukaz `sudo apt-get install samba samba-common-bin`. Nato moramo posodobiti konfiguracijsko datoteko z ukazom `sudo nano /etc/samba/smb.conf`. Po končani ureditvi `smb.conf` datoteke, le to shranimo. Sedaj potrebujemo ustvariti uporabnika, kateri lahko dostopa do mape v skupni rabi z ukazom `sudo smbpasswd -a hisa`. Z ukazom se ustvari željen uporabnik, nato pa nas vpraša po geslu. Po koncu nastavitvev uporabnika moramo ponovno prižgati smb strežnik z ukazom `sudo systemctl restart smbd`. Na oddaljenem računalniku, na kateri bomo programirali web stran, mapiramo `www` direktorij na RaspberryPi-ju. V raziskovalcu datotek izberemo map network drive, ter določimo željeno črko mrežnega diska, v pot pa vpišemo `\\IP_RaspberryPi\\raspiwww`. V Windows računalniku dobimo poleg `c:/` in ostalih lokalnih diskov tudi oddaljen omrežni disk, ki se nahaja na RaspberryPi-ju le ta pa streže datoteke web strežniku.

4.7 NAMESTITEV TER KONFIGURACIJA DNS STREŽNIKA

DNS strežnik potrebujemo za razreševanje imen naprav v IP naslove naprav kar pomeni, da internetno stran kličemo po domeni in ne po IP naslovu strežnika. Namestitev strežnika se začne z ukazom `sudo apt install dnsmasq`. Na Raspberry-Pi se bo namestila `dnsmasq` različica strežnika. Sedaj potrebujemo nastaviti `DNSmasq`, to naredimo z ukazom `sudo nano /etc/dnsmasq.conf`. Vpisane lokalne domene, ki jih DNS strežnik razrešuje v mojem primeru:

`address=/esp.lan/192.168.0.100`

`address=/house.lan/192.168.0.200`

`address=/router.lan/192.168.0.1`

`address=/www.esp.lan/192.168.0.100`

`address=/www.house.lan/192.168.0.200`

`address=/www.router.lan/192.168.0.1`

Tukaj vpišemo tudi zunanje DNS strežnike, kateri nam razrešujejo domene in jih naš lokalni DNS ne pozna. V mojem primeru sta to googlova DNS strežnika.

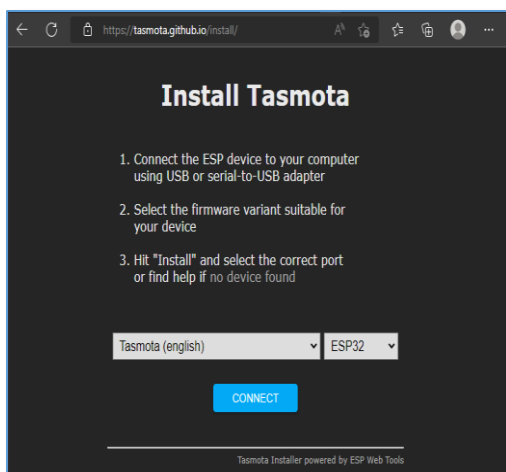
```
server=8.8.8.8
```

```
server=8.8.4.4
```

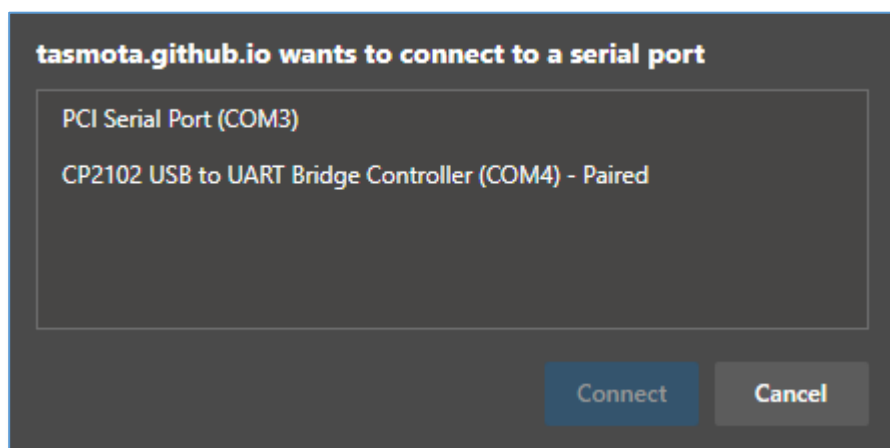
Za pravilno delovanje moram popraviti tudi konfiguracijsko datoteko `resolve.conf`. Datoteka vsebuje DNS naslove, katere sam sistem uporablja za razreševanje zahtev. Zato vpišem lasten DNS strežnik. Odpreti potrebujemo konfiguracijsko datoteko z ukazom `sudo nano /etc/resolve.conf`. Vanj vpišem `nameserver 192.168.0.200`, shranim ter zaprem. Nato potrebujemo še ponovno zagnati delujoči DNS strežnik z ukazom `sudo systemctl restart dnsmasq`. Na usmerjevalniku moramo nato še popraviti DHCP nastavitve ter v DNS vpisati IP lokalnega DNS strežnika, tako bodo vse naprave, dobile prave nastavitve. V mojem primeru je to 192.168.0.200.

5. FIRMWARE MENJAVA NA ESP32

Za prepoznavo ESP23 na Windows računalnik potrebujemo namestiti USB/COM UART gonilnik. Preko USB porta nato priključimo ESP32 in v Device Managerju vidimo spremembo pri port nastavitvah. V mojem primeru se je ESP32 pojavil na portu COM4. Naslednji korak v mojem projektu je naložiti Tasmoto na ESP32.



Slika 5: izberemo verzijo Tasmote in našo napravo ESP32.



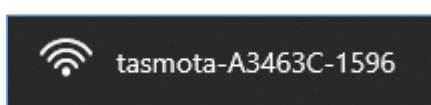
Slika 6: izberemo CP2102 USB to UART Bridge Controller

Na ESP32 držimo BOOT tipko, nahaja se desno od USB porta. Spustimo jo šele ko se prične začetek nalaganja.



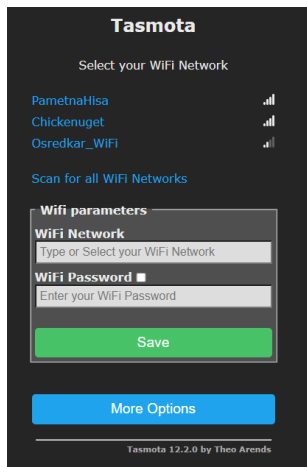
Slika 7: ESP32 – rumeno označena tipka BOOT

Iz USB porta odklopimo ESP32 in ga vklopimo nazaj v računalnik. Vzamemo telefon ali katerokoli drugo napravo in pogledamo WiFi dostopne točke. Med njimi najdemo tudi dostopno točko našega ESP32.



Slika 8: WiFi dostopna točka ESP32

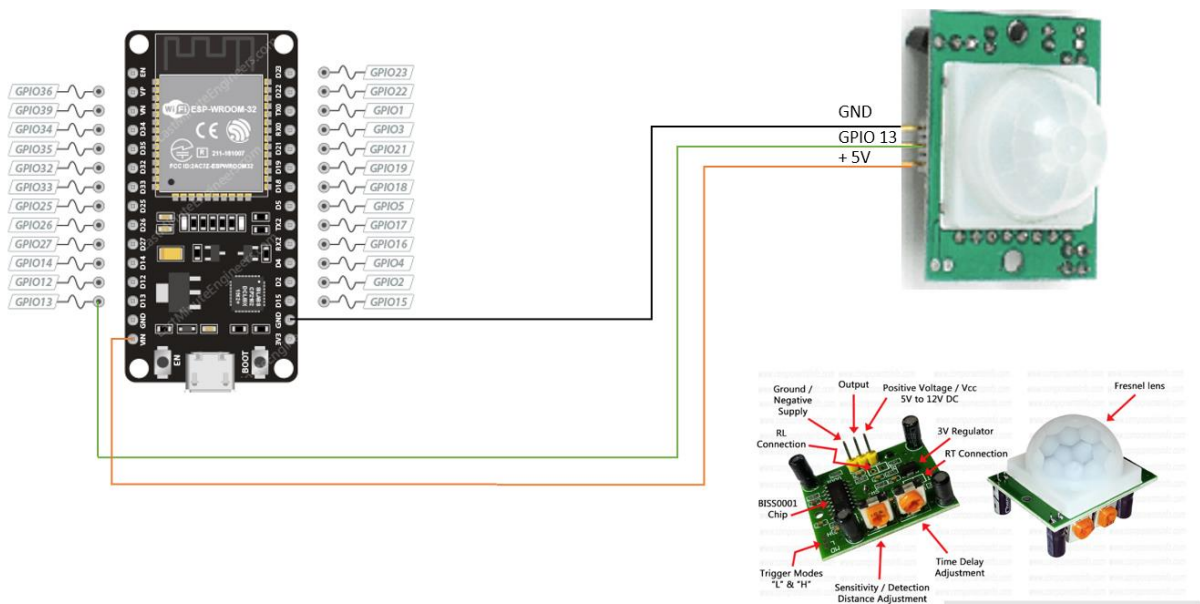
Ob izbiri dostopne točke se odpre Tasmotina spletna stran na kateri lahko nastavimo samo povezavo do naše WiFi dostopne točke. Izbrati moramo tudi željeni SSID.



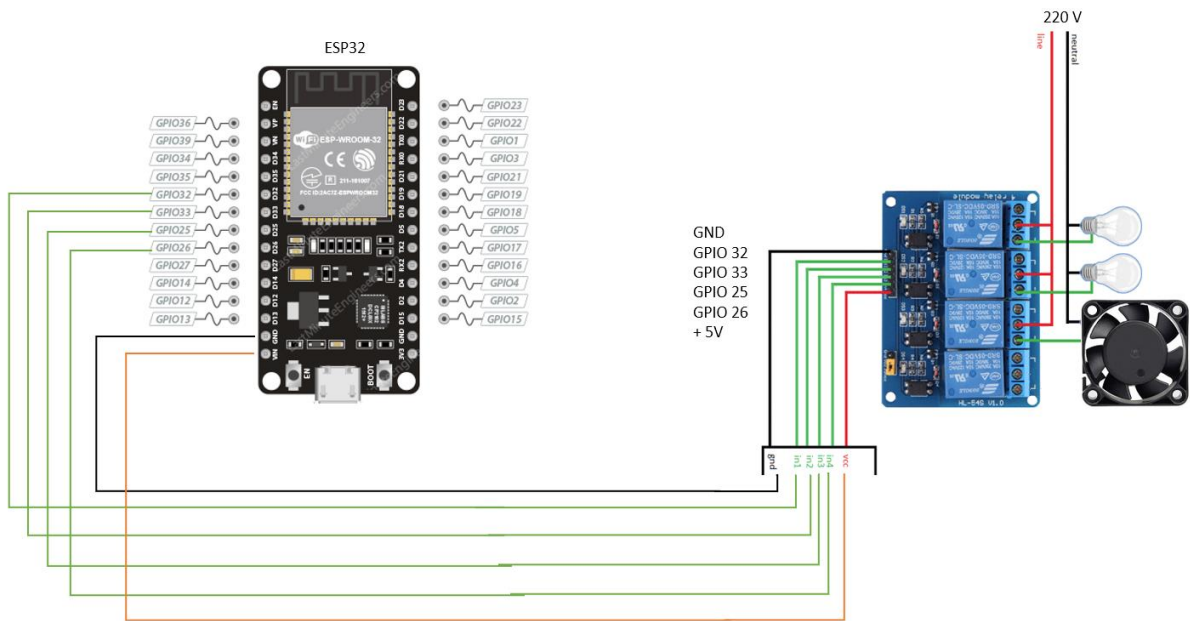
Slika 9: Tasmota konfiguracija povezave do dostopne točke PametnaHisa

6. PRIKLOP ZNANJIH NAPRAV NA ESP32

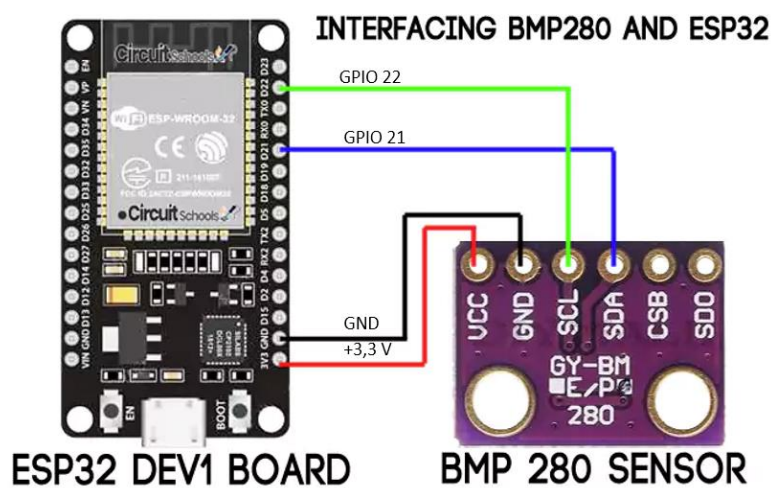
6.1 PIR MOTION SENZOR PINOUT



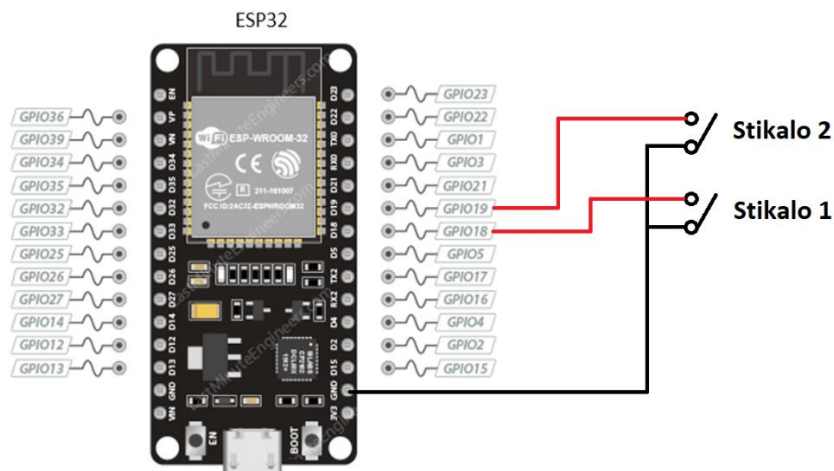
6.2 RELE PINOUT



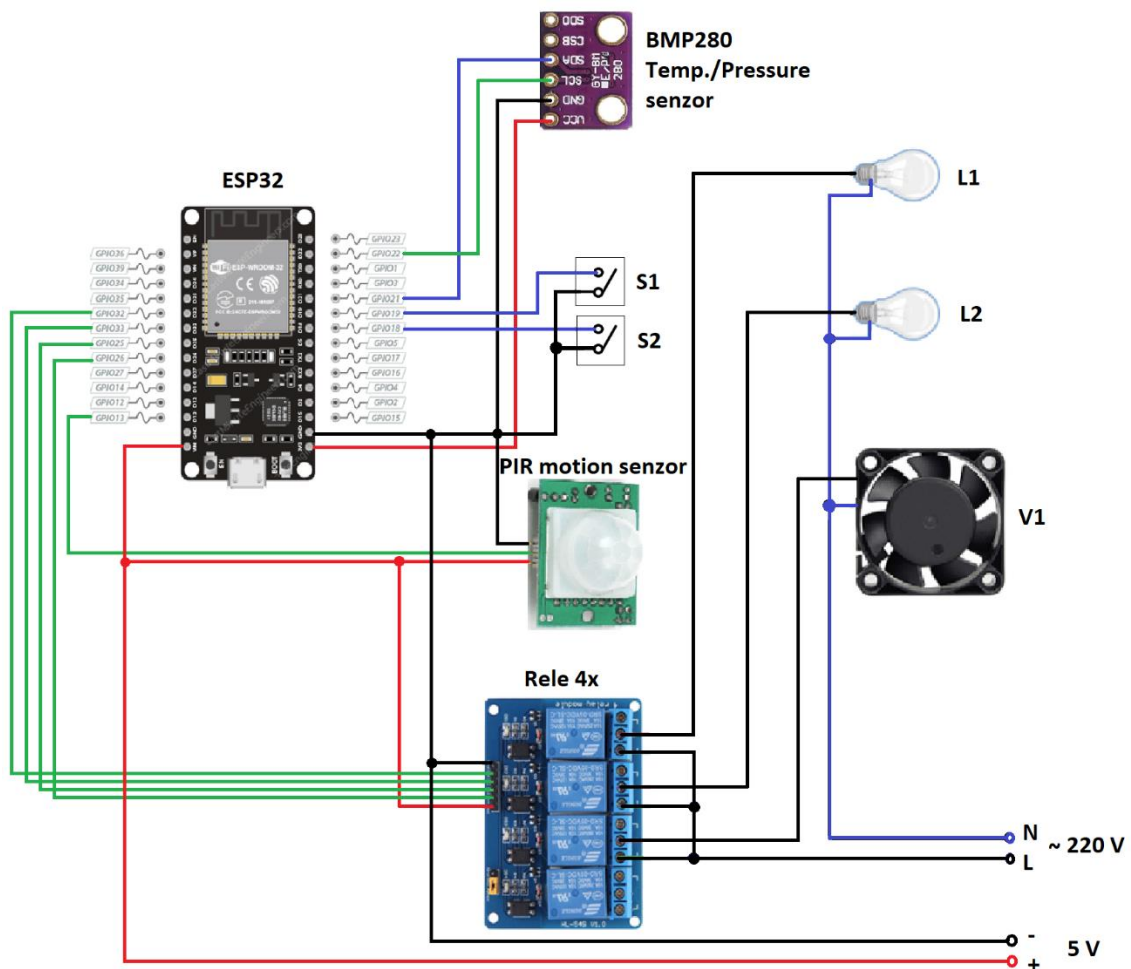
6.3 TEMPERATURNI IN SENZOR ZRAČNEGA TLAKA PINOUT



6.4 VEZAVA DVEH STIKAL

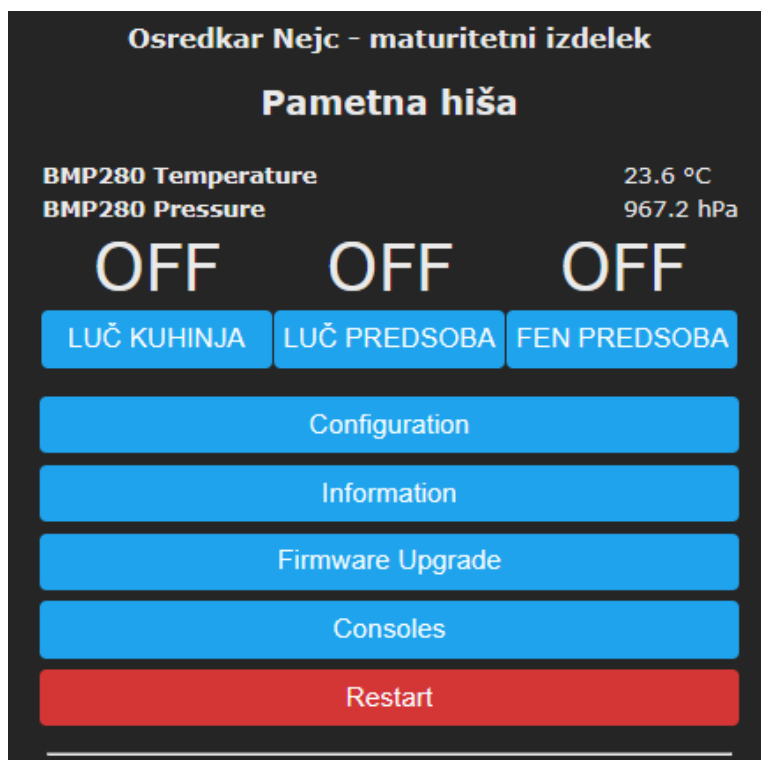


6.5 CELOTNA SHEMA VEZAVE KOMPONENT NA ESP32



7. TASMOTA KONFIGURACIJA

V Tasmota meniju configuration izberemo template.



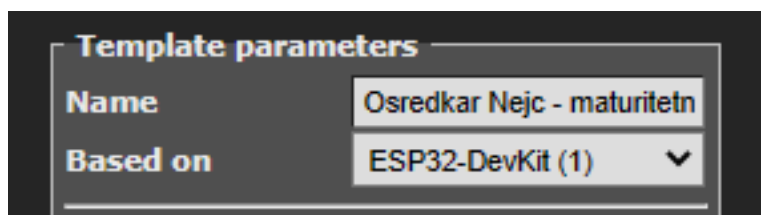
Slika 10: Tasmota meni

V template konfiguraciji določimo ter nastavimo vse GPIO porte na katerih imamo zunanje naprave. Po nastavitvah se na osnovni strani pojavijo gumbi le te preimenujemo z ukazom v konzoli:

- WebButton1 LUČ KUHINJA
- WebButton2 LUČ PREDSOBA
- WebButton3 FEN PREDSOBA

Na ta način poimenujemo vse kontrolne gumbe, katere imamo nastavljene za upravljanje zunanjih naprav.

V template konfiguraciji lahko preimenujemo tudi ime samega ESP32.



Slika 11: preimenovanje

Template parameters

Name

Osredkar Nejc - maturitetn

Based on

ESP32-DevKit (1) ▼

GPI00	User	▼	
GPI01	User	▼	
GPI02	User	▼	
GPI03	User	▼	
GPI04	User	▼	
GPI05	User	▼	
GPI06	None	▼	
GPI07	None	▼	
GPI08	None	▼	
GPI09	User	▼	
GPI010	User	▼	
GPI011	None	▼	
GPI012	User	▼	
GPI013	Switch	▼	1 ▼
GPI014	User	▼	
GPI015	User	▼	
GPI016	User	▼	
GPI017	User	▼	
GPI018	Switch	▼	2 ▼
GPI019	Switch	▼	4 ▼
GPI020	None	▼	
GPI021	I2C SDA	▼	1 ▼
GPI022	I2C SCL	▼	1 ▼
GPI023	User	▼	
GPI024	None	▼	
GPI025	Relay_i	▼	3 ▼
GPI026	User	▼	
GPI027	User	▼	
GPI032	Relay_i	▼	1 ▼
GPI033	Relay_i	▼	2 ▼
GPI034	User	▼	
GPI035	User	▼	
GPI036	User	▼	
GPI037	None	▼	
GPI038	None	▼	
GPI039	User	▼	

Save

Slika 12:Tasmota GPIO ESP32 konfiguracija

Za pravilno delovanje senzorja gibanja ter upravljanje ventilatorja na osnovi zunanje temperature moramo v konzoli narediti dva pravila:

- **PIR senzor gibanja roule**

timeSwitchMode1 1

Rule1 on Switch1#state=1 do Power1 ON endon on Switch1#state=0 do Power1 ON endon on Switch4#state=1 do Power1 ON endon on Switch4#state=0 do Power1 OFF endon

Rule1 1

- **Koliko časa gori luč na senzorju gibanja**

#primer 900 = 15 minut

Pulsetime1 900

Temeraturni senzor roule za ventilator

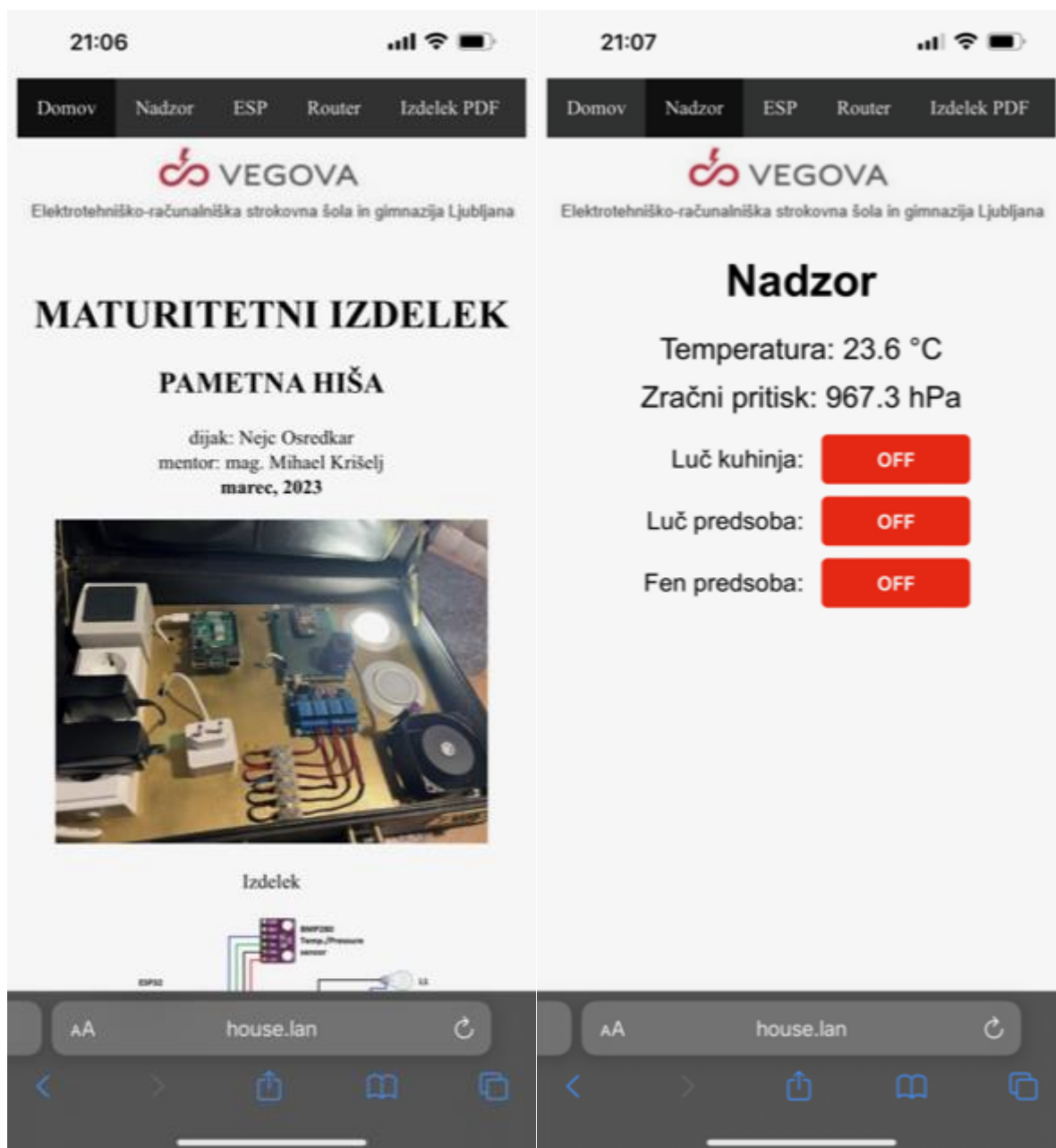
Rule2 ON BMP280#Temperature > 22.4 DO Power3 ON endon ON BMP280#Temperature < 22.2 DO Power3 OFF endon

Rule2 1

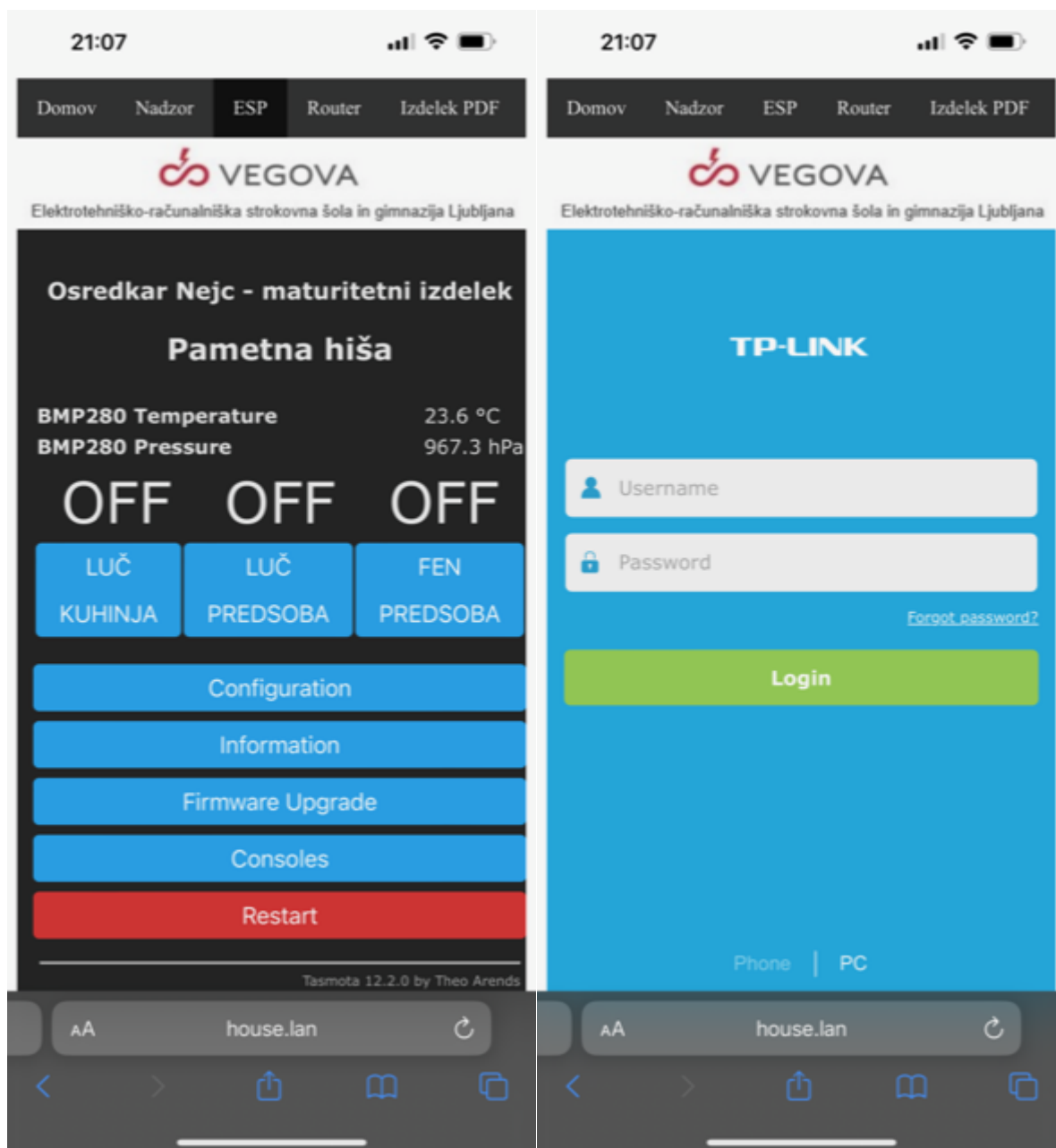
8. POSTAVITEV INTERNETNE STRANI

Stran se nahaja na RaspberryPi strežniku na <http://house.lan> domeni. Vsebuje Osnovno stran v kateri se nahaja iFrame. V ifrejmu se odpirajo vse podstrani razen Izdelek PDF le ta se odpre v svojem oknu.

Spletna stran vsebuje povezave do obeh aktivnih naprav, do ESP32 ter TP-LINK usmerjevalnika. Pod menijem »Nadzor« pa lahko upravljamo z napravami direktno brez, da uporabimo Tasmotin spletni vmesnik.



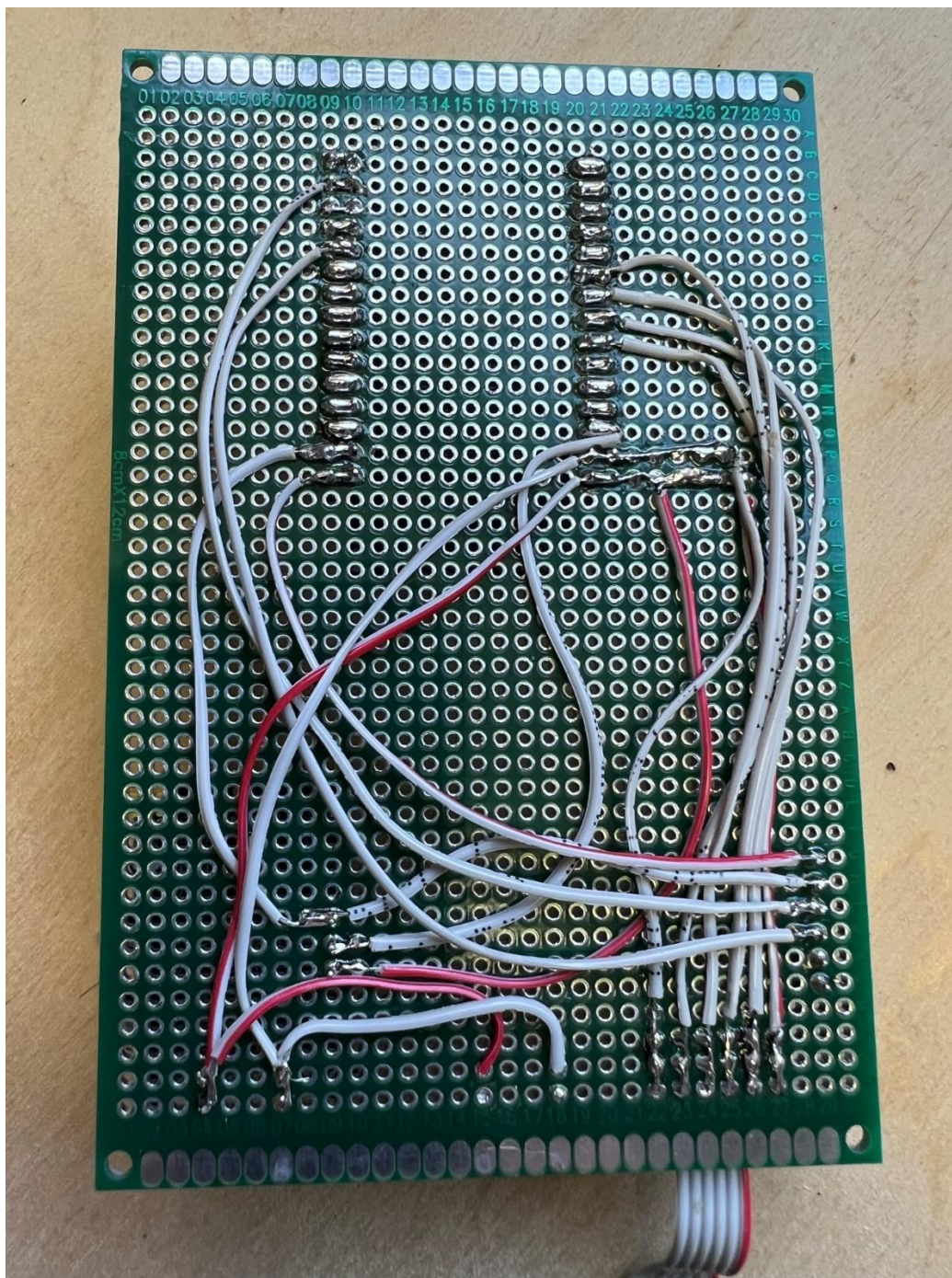
Slika 13: spletna stran



Slika 14:Tasmota ESP32 in usmerjevalnik v iFrame

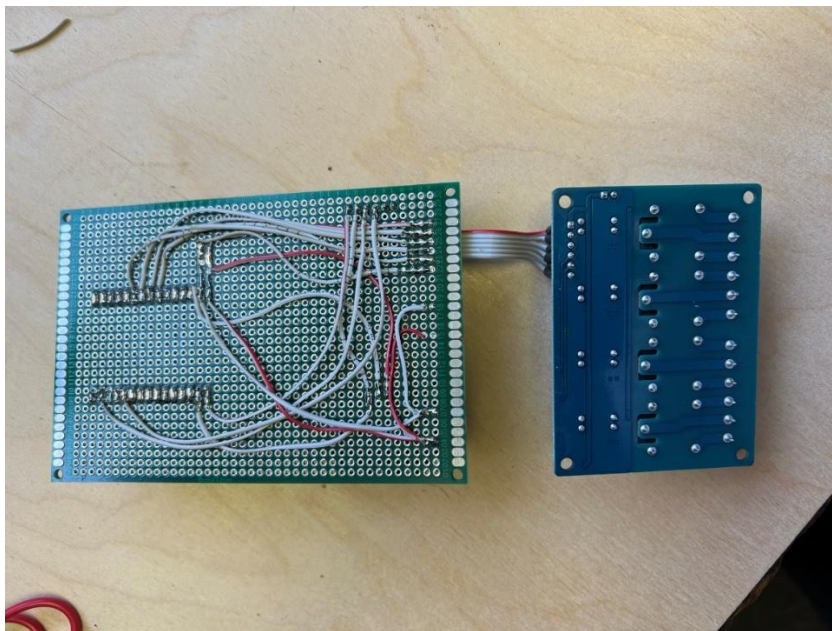
9. IZVEDBA V SLIKI

9.1 PRIPRAVA PROTO PLOŠČE

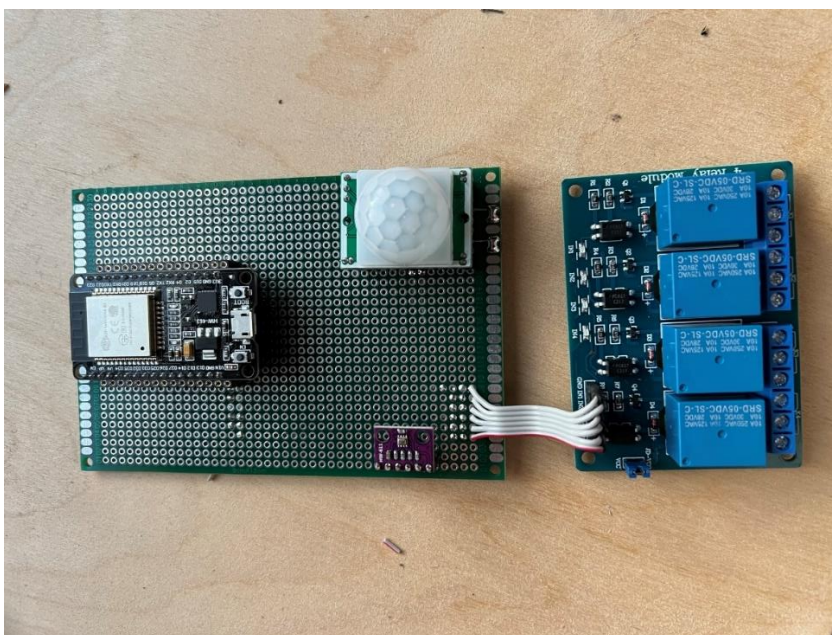


Slika 15:proto plošča

9.2 POVEZAVA Z RELE PLOŠČO



Slika 16: rele plošča povezana na ESP32



Slika 17: rele plošča povezana na ESP32

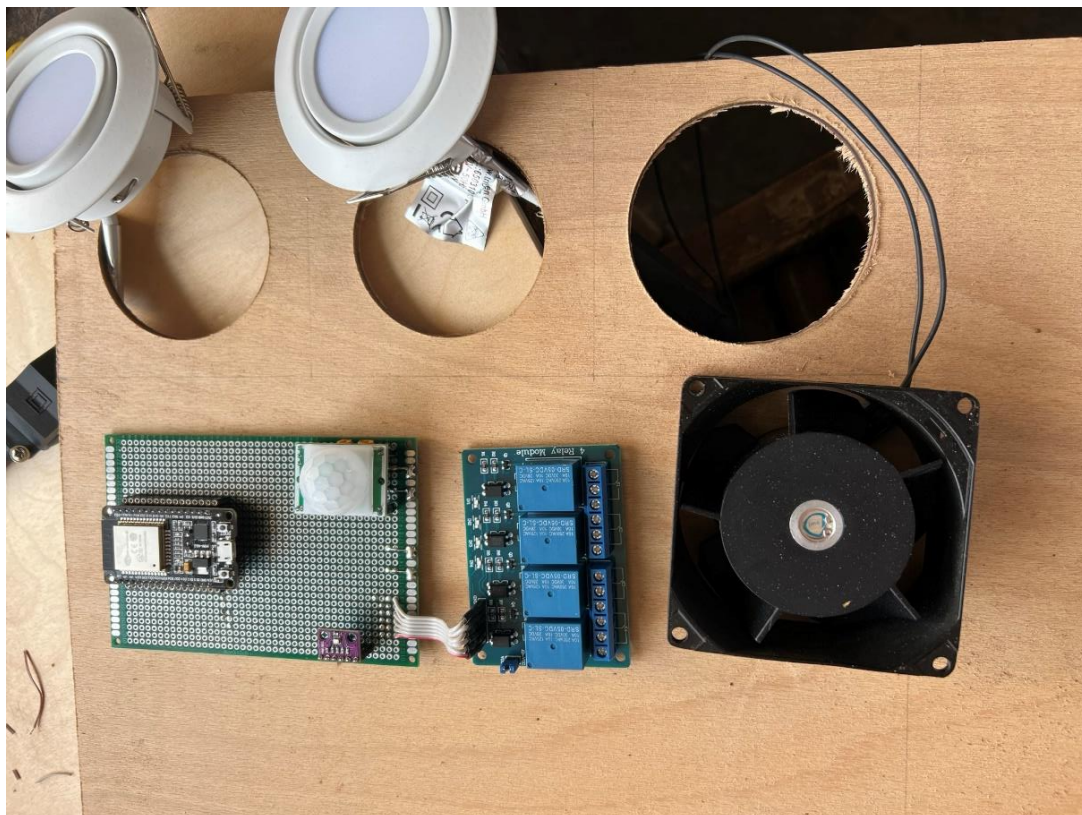
9.3 VRTANJE LUKENJ ZA LUČI TER PRIPRAVA VEZANE PLOŠČE ZA CELOTNO POSTAVITEV



Slika 18: Vrtanje lukenj za končni izdelek

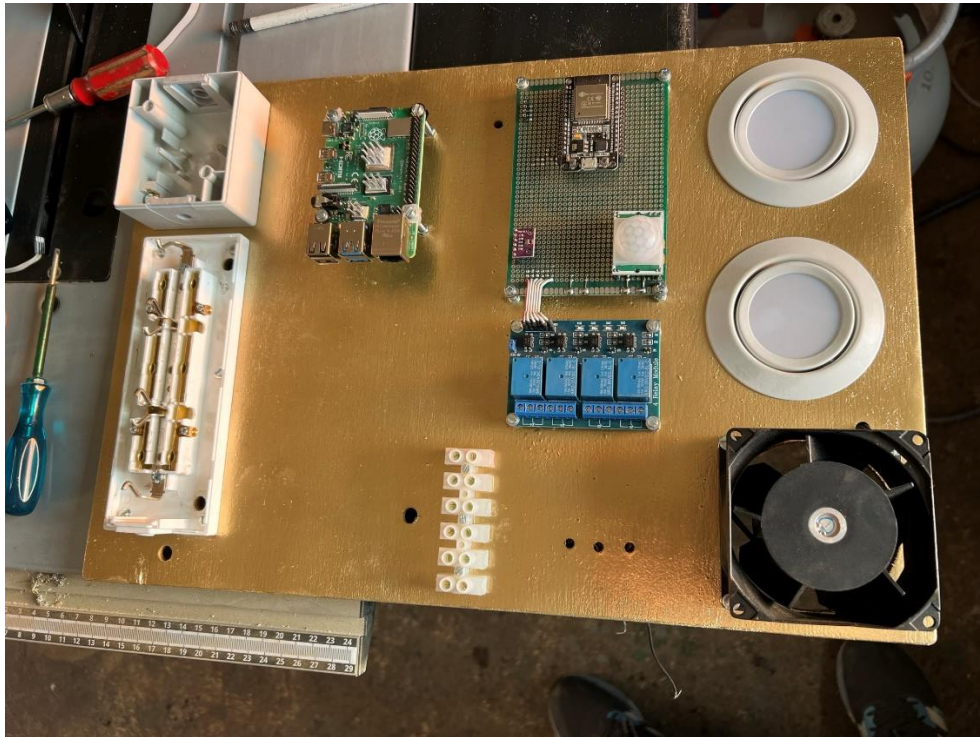


Slika 19: priprava plošče



Slika 20: priprava plošče

9.4 PRITRJEVANJE VSEH ELEMENTOV

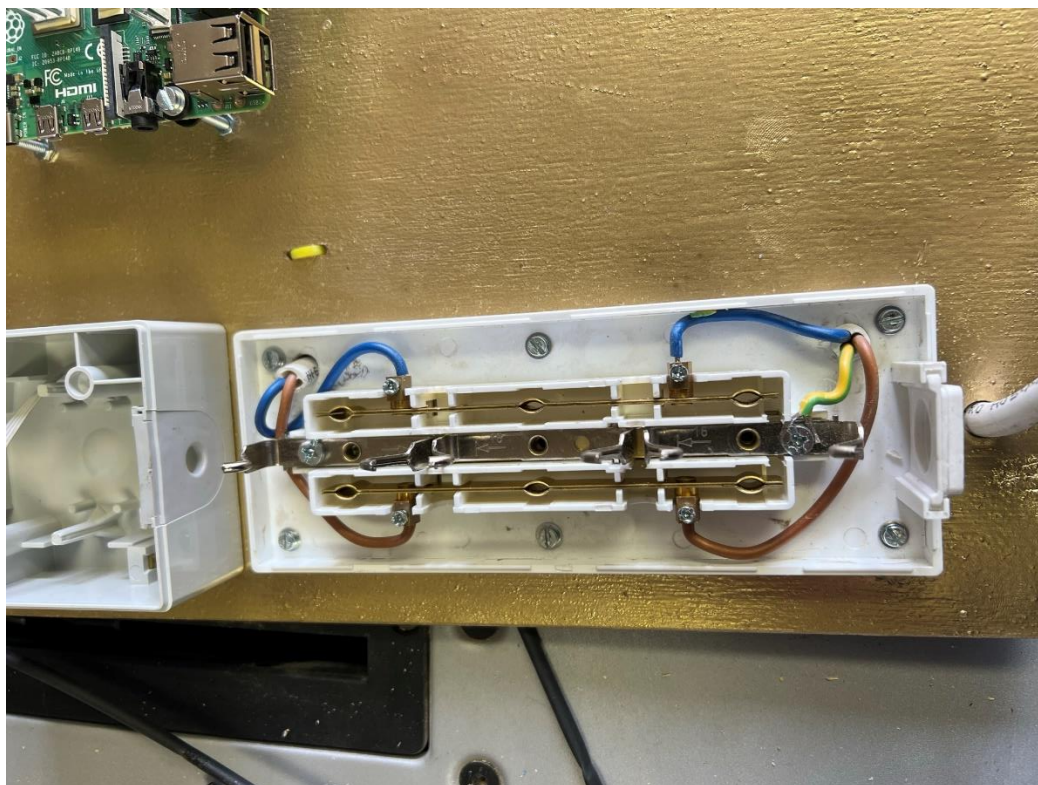


Slika 21: plošča



Slika 22: zadnja stran plošče

9.5 VEZAVA 220V ELEKTRIČNEGA RAZDELILNIKA



Slika 23: 220V vtičnice

9.6 VEZAVA DVOJNEGA STIKALA



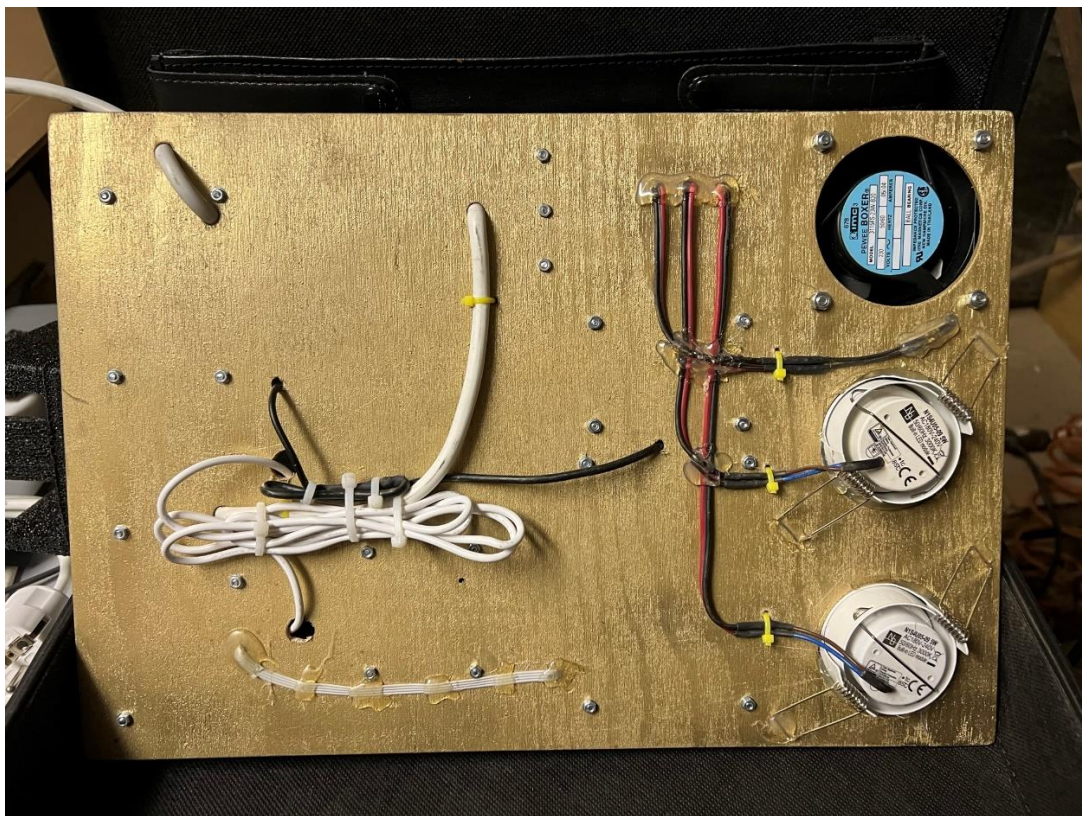
Slika 24: stikalo

9.7 KONČNI IZDELEK



Slika 25: končni izdelek

9.8 ZADNJA STRAN



Slika 26: zadnja stran končnega izdelka

10. ZAKLJUČEK

Projekt je bil zelo obsežen in mi je v celoti uspel kljub vsem težavam, ki so se pojavljale med samim izdelovanjem končnega izdelka. Srečeval sem se z raznimi težavami predvsem pri Tasmoti, saj sem se s programom srečeval prvič. Probleme sem reševal s pomočjo interneta, raziskovanja in poskušanja.

11. VIRI

- Raspberry PI LTD. 2012. Raspberry Pi Documentation. Dostopno prek: <https://www.raspberrypi.com/documentation/computers/getting-started.html> (8.3.2023)
- Patrick Fromaget. 2020. How to Find the MAC Address on Raspberry Pi (3 easy ways). Dostopno prek: <https://raspberrytips.com/mac-address-on-raspberry-pi/> (26.11.2022)
- Up by Emmet. 2022. How to Setup a Raspberry Pi Apache Web Server. Dostopno prek: <https://pimylifeup.com/raspberry-pi-apache/> (2.1.2023)
- Patrick Fromaget. 2020. How to use your Raspberry Pi as a DNS Server (And Speed Up Internet). Dostopno prek: <https://raspberrytips.com/raspberry-pi-dns-server/> (3.2.2023)
- Admin. 2020. HC SR501 PIR Motion Sensor Module Pinout, Datasheet & Details. Dostopno prek: <https://www.componentsinfo.com/hc-sr501-module-pinout-datasheet/> (26.11.2022)
- Kieren Anderson. 2022. How to use a ESP8266/ESP32 with physical buttons via ESPHome. Dostopno prek: <https://thehomeautomator.com.au/how-to-use-a-esp8266-with-physical-buttons-via-esphome/> (26.11.2022)
- Tasmota. 2021. Tasmota. Dostopno prek: <https://tasmota.github.io/install/> (15.9.2022)
- Tasmota. 2021. Tasmota. Dostopno prek: <https://www.home-assistant.io/integrations/tasmota/> (8.10.2022)

IZJAVA O AVTORSTVU

Izjavljam, da je strokovno poročilo Pametna hiša v celoti moje avtorsko delo, ki sem ga izdelal samostojno s pomočjo navedene literature in pod vodstvom mentorja.

Ljubljana, 9. 3. 2023

Nejc Osredkar