

Automatizirani sustav u kućanstvu

Borić, Dalibor

Undergraduate thesis / Završni rad

2022

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **Karlovac University of Applied Sciences / Veleučilište u Karlovcu**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:128:739524>

Rights / Prava: [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2025-01-03**



VELEUČILIŠTE U KARLOVCU
Karlovac University of Applied Sciences

Repository / Repozitorij:

[Repository of Karlovac University of Applied Sciences - Institutional Repository](#)



zir.nsk.hr



DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

VELEUČILIŠTE U KARLOVCU
STROJARSKI ODJEL
PREDDIPLOMSKI STRUČNI STUDIJ MEHATRONIKE

DALIBOR BORIĆ

AUTOMATIZIRANI SUSTAV U KUĆANSTVU

ZAVRŠNI RAD

KARLOVAC 2022.

VELEUČILIŠTE U KARLOVCU

STROJARSKI ODJEL

PREDDIPLOMSKI STRUČNI STUDIJ MEHATRONIKE

DALIBOR BORIĆ

AUTOMATIZIRANI SUSTAV U KUĆANSTVU

ZAVRŠNI RAD

Mentor: Filip Žugčić, mag.ing.el.

KARLOVAC 2022.

SAŽETAK

Prije tri desetljeća, ideja upravljanja temperaturom, svjetlima i sigurnošću vlastitog doma sa druge lokacije pojavljivala se u romanima i filmovima znanstvene fantastike, ali danas živimo u svijetu internet stvari ili IoT svijetu.

IoT predstavlja kolektivnu mrežu uređaja i tehnologija koje olakšavaju komunikaciju između uređaja i cloud-a, također i između uređaja međusobno. To znači da svakodnevni uređaji poput četkica za zube, usisavača, automobila i ostalog, prikupljaju podatke i sukladno podacima se prilagođavaju korisniku.

Uređaji poput Amazon Echo-a sve su uobičajeniji u kućanstvima, pametni robot-usisavači također, a ujedno i umjetna inteligencija također polagano ulazi na vrata mnogih kućanstava sa uređajima koji uče navike i rasporede svojih korisnika. Veliki broj ljudi već posjeduje pametne uređaje u svojim domovima te svi znakovi i brojke upućuju na njihovo povećanje i opće prihvaćanje.

Lako je predvidjeti da će u budućnosti naglasak biti na pametne uređaje unutar i izvan našeg doma.

Ključne riječi: IoT/internet stvari, Amazon echo, umjetna inteligencija

SUMMARY

Three decades ago, idea of controlling temperature, lights and safety of our own home from another location only appeared in novels and science fiction movies, but today we live in world of internet of things or IoT world.

IoT represents collective network of devices and technologies that facilitates communication between devices and cloud, as well as between the devices themselves. That means that everyday devices like toothbrush, vacuums, cars and many other, collect data and according to collected data adjust to their user.

Devices like Amazon Echo are more common in households, robo-vacuums also and artificial intelligence is slowly entering doors of many households with devices that learn habits and schedules of their users. Large number of people already owns smart devices in their homes and all signs and numbers indicate on their increase in numbers and overall acceptance.

It is easy to predict that in our future we are going to rely much more on our smart devices in and out of our homes.

Keywords: IoT, Amazon Echo, Artificial intelligence

SADRŽAJ

POPIS SLIKA

| | |
|--|----|
| 1. UVOD | 1 |
| 2. PAMETNA KUĆA | 2 |
| 2.1. Što je pametna kuća | 4 |
| 2.2. Što čini dom pametnim | 4 |
| 3. OPIS SUSTAVA AUTOMATIZACIJE STANA | 6 |
| 3.1. Centralna jedinica - Raspberry Pi..... | 8 |
| 3.2. Mikrokontroler (ESP32)..... | 9 |
| 3.3. Senzor vlage i temperature (AM2302)..... | 10 |
| 3.4. 8 kanalna relejna ploča..... | 11 |
| 3.5. Amazon Echo Dot | 11 |
| 3.6. Home Asisstant | 12 |
| 3.7. Veza između mikrokontrolera i centralne jedinice | 12 |
| 3.8. MQTT protokol (MQ Telemetry Transport protocol) | 13 |
| 3.9. Kontrola rada mikrokontrolera | 14 |
| 4. AUTOMATIZIRANI SCENARIJI..... | 15 |
| 4.1. Scenarij upravljanja kupaonskim ventilatorom | 15 |
| 4.2. Scenarij slanja alarma na e-mail kada temperatura poraste preko 30 °C | 16 |
| 4.3. Izrada scenarija slanja alarma na e-mail kada temperatura poraste preko 30 °C | 17 |
| 4.4. Upravljanje sustavom korištenjem Amazon Alexa-e | 20 |
| 4.5. Program za mikrokontroler | 22 |
| 4.6. Dovršena konfiguracija..... | 24 |
| 5. ANALIZA SUSTAVA - ZAKLJUČAK..... | 26 |

POPIS SLIKA

| | |
|---|-----|
| Slika 1. Echo IV | 3. |
| Slika 2. Pametna kuća | 5. |
| Slika 3. Raspberry Pi 4 Model B | 6. |
| Slika 4. ESP32 mikrokontroler | 6. |
| Slika 5. 8 kanalna relej ploča | 7. |
| Slika 6. AM2302 | 7. |
| Slika 7. Amazon Echo Dot | 7. |
| Slika 8. Home Assistant | 8. |
| Slika 9. ulazi/izlazi na pinovima ESP32 mikrokontrolera | 10. |
| Slika 10. Senzor temperature i vlage AM2302 | 10. |
| Slika 11. Logovi | 14. |
| Slika 12. Postavke 1 | 17. |
| Slika 13. Postavke 2 | 17. |
| Slika 14. Postavke 3 | 18. |
| Slika 15. Postavke 4 | 18. |
| Slika 16. Postavke 5 | 18. |
| Slika 17. Postavke 6 | 19. |
| Slika 18. Node-RED kompozicija | 19. |
| Slika19 E-mail poruka | 20. |
| Slika 20. Node-RED flow-editor | 21. |
| Slika 21. Node-RED kompozicija za prekidače | 21. |
| Slika 22. Program mikrokontrolera | 22. |
| Slika 23. Editing mod | 23. |

Slika 24. Prikaz sučelja 1

24.

Slika 25. Prikaz sučelja 2

25.

1. UVOD

U posljednjih dva desetljeća svijet je doživio veliki rast u razvoju informacijskih i telekomunikacijskih tehnologija. Kao rezultat toga, pojavilo se mnogo mogućnosti i aplikacija unutar tih tehnologija koje su uvelike promijenile način na koji razmišljamo, radimo i komuniciramo, jedna od tih mogućnosti je pametan dom.

Cilj pametnog doma je poboljšanje kvalitete života i da se životno okruženje učini udobnijim mjestom za život.

Ovim radom je repliciran jedan takav sustav, sustav pametnog doma. Osmišljen je sustav koji je lako nadogradiv te lako prilagodljiv potrebama korisnika. Odabran je Home Assistant kao operativni program zbog lakoće integriranja drugih uređaja u njega te zbog njegove jednostavnosti uporabe i prilagodbe. Raspberry Pi je centralna jedinica koja upravlja cijelom logikom, a ESP32 mikrokontroler je zadužen za pretvaranje te logike u upravljanje sa 8 prekidača koji preuzimaju uloge različitih kućnih funkcija poput svjetla, ventilatora te sličnog. Također u sustav je uključen i senzor temperature i vlage.

U sustav je moguće lako dodati drugi pametni uređaj koji se samo integrira u sustav ili je moguće u bilo koje vrijeme neki od uređaja koji do sada nisu bili „pametni“ učiniti pametnima spajajući ih na mikrokontroler te program za njihovo upravljanje preko centralne jedinice poslati na mikrokontroler.

U ovom radu će biti objašnjena osnovna potrebna oprema za takav sustav te koraci potrebni za uspostavljanje normalnog rada pametnog sustava vlastite izrade.

2. PAMETNA KUĆA

Svaki korisnik može imati različite potrebe stoga je sustav pametnog doma osmišljen da ih zadovolji. Bilo da se radi o uštedi energije sa pametnim termostatima, povećanju komfora omogućavanjem regulacije temperature ili jačine svjetla iz udobnosti kauča, pojednostavljenju života proizvodima poput automatskih usisavača, pa sve do povećanja sigurnosti potpunom kontrolom kamera, alarma te ostale opreme u kući. Sve su to potrebe ili mogućnosti koje sustav pametnog doma može zadovoljiti, a nove inovacije konstantno nadograđuju pojam pametne kuće.

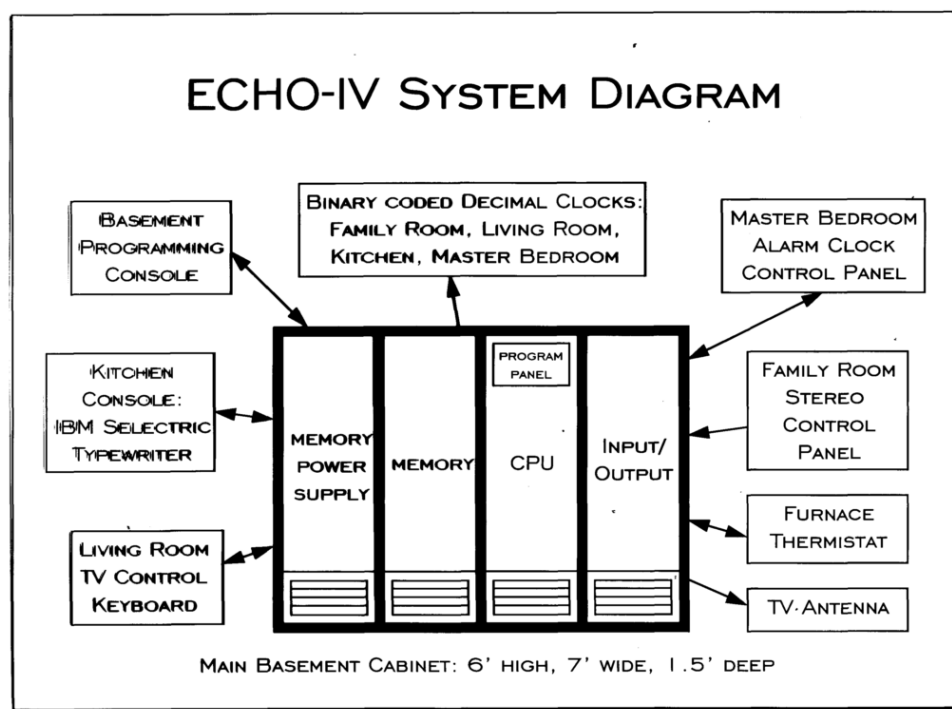
Pametna kuća je važna jer dopušta kućanstvu da postane energetski učinkovitije, omogućava uštedu vremena te obavljanje zadataka efikasnije.

2.1. Povijest pametnih kuća

Najvažniji događaj u povijesti pametnih kuća dogodio se 1966. kada je James Sutherland izumio prvi integrirani sustav pametne kuće. Njegov Echo IV je bio kućno računalo koje je omogućavalo korisnicima da kreiraju digitalne popise za kupnju, upravljaju temperaturom u kućanstvu, pale ili gase uređaje te dobivaju informacije o vremenskoj prognozi.

Echo IV sustav omogućavao je:

- Računovodstvo
- Vođenje kućnog inventara
- Kalendar
- Upravljanje digitalnim satovima u kućanstvu
- Upravljanje klimatizacijskim sustavom
- Upravljanje TV uređajima – djeca su morala odgovarati na pitanja ukoliko su željela gledati TV navečer
- Meteorološki program spojen na meteorološku stanicu



Slika 1. Echo IV

Na slici 1. prikazano je Echo IV računalo, najčešće postavljeno u podrumu zbog svoje veličine, sustavi su rađeni po željama korisnika.

Unatoč nevjerojatnoj viziji, Echo IV je bio ispred svojeg vremena te nije postigao komercijalni uspjeh zbog svoje cijene.

Izumom mikrokontrolera 1971., došlo je do smanjenja cijene elektronskih uređaja čime su postali mnogo dostupniji te sve uobičajeniji u kućanstvima.

1973. Bob Metcalfe je izumio Ethernet, a kako bi spojio više računala zajedno, 1974. Vic Hayes, poznat kao otac Wi-Fi-a izumio je komunikacijski standard IEEE 802.11- standard na kojem je baziran današnji Wi-Fi. Industrijski Wi-Fi standard koji bi omogućio bežičnu vezu i automatizaciju u kućanstvu nije uveden u uporabu sve do 1997.

Od tada pojavljivalo se mnogo standarda poput Zigbee i Z-Wave koji su slični Wi-Fi-u te se smatraju mnogo stabilnijima, koriste manje podataka te mogu komunicirati na veće udaljenosti, međutim dolaskom stabilnijih router-a Wi-Fi je postao standard u većini sustava pametnih kuća. [1]

2.1. Što je pametna kuća

Razlika između pasivne i pametne kuće je u tome da pametna kuća omogućava veću prilagodbu korisniku, direktne povratne informacije te samim time omogućava veću lagodu življenja u kućanstvu.

Sustav pametnog doma je sustav koji nam omogućava kontrolu gotovo svakog aspekta našeg kućanstva s bilo kojeg mjesta povezanog s internetskom mrežom pomoću mobilnog ili drugog umreženog uređaja. Na centralni upravljački sustav mogu se povezati rasvjetna tijela, utičnice, kućanski aparati, klima uređaji, brave, prekidači i slično.

Uređaji u pametnom domu su međusobno povezani preko interneta stoga je za potpuno funkcioniranje sustava potrebna internetska veza. Uz aplikacije možemo imati i glasovno upravljanje uređajima, pa tako paliti i gasiti svjetla, puštati glazbu ili dizati i spuštati rolete bez da napustimo udobnost fotelje. [2]

Cilj pametnih domova je prije svega poboljšanje kvalitete života te pojednostavljenje dnevnih obaveza.

2.2. Što čini dom pametnim

Osnovni element sustava je centralna jedinica koja se nadograđuje perifernim uređajima. Neka bazna rješenja dostupna na tržištu uglavnom nude pametnu utičnicu, nadzorne kamere i senzor pokreta, te senzor mikroklimе. S takvim osnovnim paketom možemo primjerice biti obaviješteni ako slučajno dođe do provale. Možemo i na zaslonu mobitela daljinski provjeravati što kamera snima ili daljinski upravljati klima uređajem, što znači da možemo namjestiti temperaturu koju želimo da nas dočeka doma na povratku s posla. Možemo namjestiti robotski usisavač da svakodnevno usisava dok smo na poslu ili namjestiti perilicu da pere u razdobljima kada je struja jeftinija. Tako štedimo energiju, povećavamo sigurnost doma, a najviše povećavamo udobnost življenja u njemu. [3]

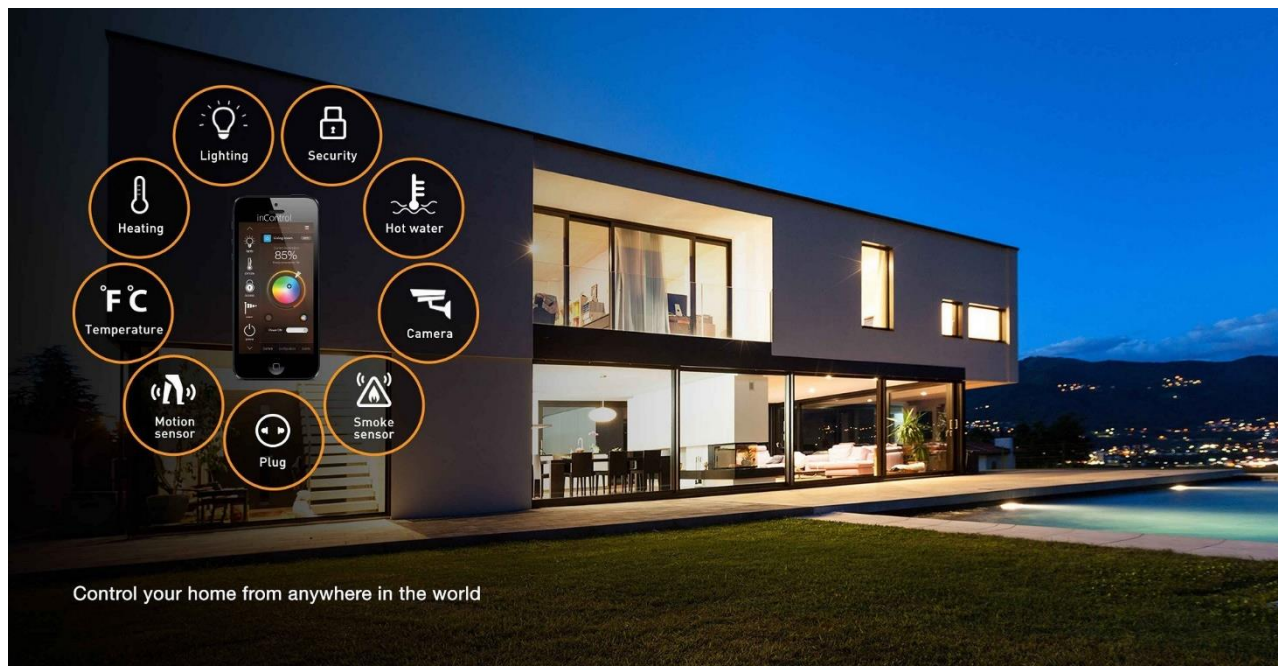
Mnogi pametni uređaji dolaze sa sposobnošću učenja tako da mogu naučiti korisnikov raspored te se njemu prilagoditi.

Bežična instalacija je najbolje rješenje za već izgrađene kuće i stanove. Ne zahtijeva prethodno rušenje zidova ili naknadno skrivanje električne instalacije (maske, spuštene stropovi i sl.). Bežični sustav se može mijenjati kako želimo. Ako primjerice kamera ne daje 100% vidljivosti, samo se premjesti na drugo mjesto. Bežični sustavi su mobilni, što je

posebno važno ako je dom u najmu jer u slučaju selidbe sustav je moguće također u potpunosti preseliti.

U odnosu na žičanu instalaciju, glavni je nedostatak ovisnost sustava o Wi-Fi vezi i radio signalu. [4]

Na slici ispod prikazane su brojne mogućnosti pametnog doma u kojem je moguće upravljati svakim dijelom kućanstva.



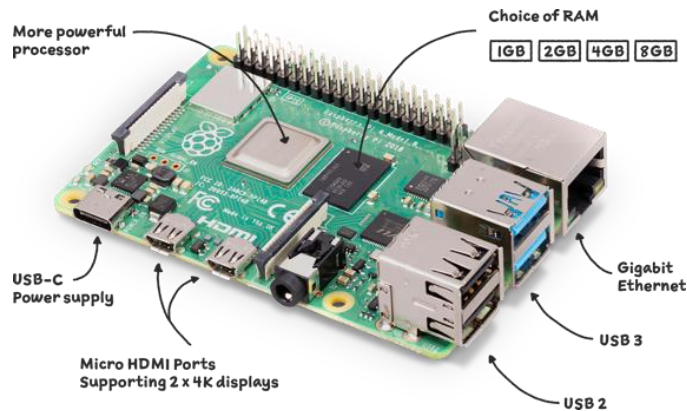
Slika 2. Pametna kuća

3. OPIS SUSTAVA AUTOMATIZACIJE STANA

Sustav se sastoji od:

- centralne jedinice (Raspberry Pi 4)

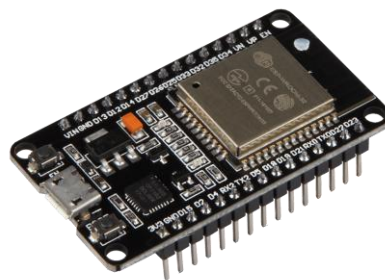
Na slici 3. prikazana je četvrta generacija Raspberry Pi računala korištena u pametnom sustavu.



Slika 3. Raspberry Pi 4 Model B

- Mikrokontrolera (ESP32)

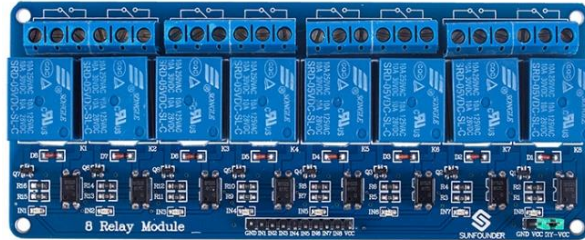
Na slici ispod prikazan je model ESP32 mikrokontrolera korištenog u pametnom sustavu.



Slika 4. ESP32 mikrokontroler

- Ploče sa 8 releja

8 kanalna relejna ploča (Slika 5.) nam omogućuje spojanje više uređaja kojima možemo upravljati sa jednim mikrokontrolerom.



Slika 5. 8 kanalna relejna ploča

- Senzora temperature i vlage zraka

Na slici 6. prikazan je AM2302 senzor temperature i vlage korišten u pametnom sustavu.



Slika 6. AM2302

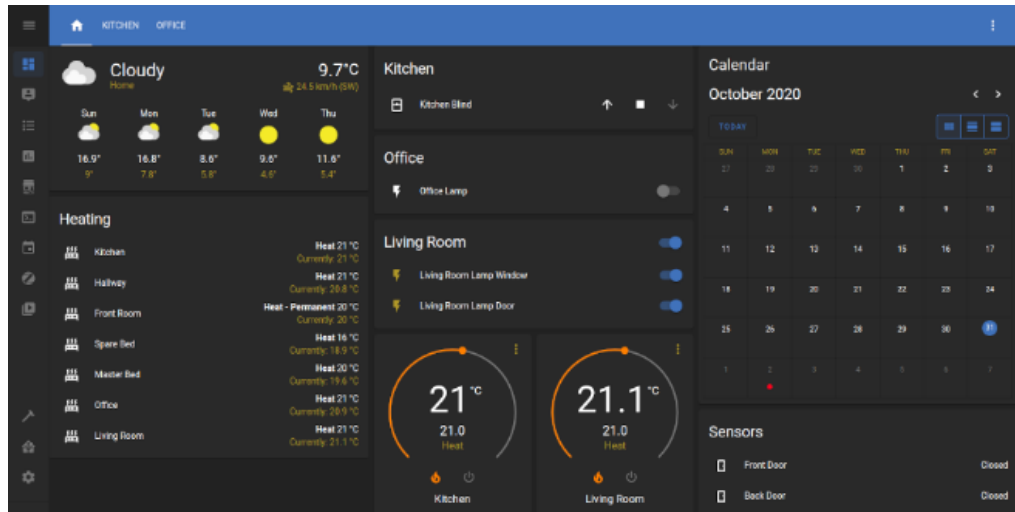
- Amazon Echo Dot-a.

Na slici 7. prikazan je model druge generacije osobnog kućnog asistenta Amazon Echo Dot-a korištenog u pametnom sustavu.



Slika 7. Amazon Echo Dot

- Home Assistant operativnog sustava.
Na slici ispod prikazano je sučelje Home Assistant sustava. Sučelje je potpuno prilagodljivo što se tiče prikaza uređaja i vrijednosti.



Slika 8. Home Assistant

3.1. Centralna jedinica - Raspberry Pi

Centralna jedinica je Raspberry Pi 4 Model B sa instaliranim Home Assistant sustavom te dodatno MQTT brokerom koji služi za komunikaciju s mikrokontrolerom.

Korištena je četvrta generacija ovog mini računala koja posjeduje jači mikroprocesor naspram prijašnjih modela, veći izbor radne memorije, USB-C priključak koristi kao napajanje, posjeduje podršku za USB 3 te gigabitni internet skupa sa ugrađenim Bluetooth te Wi-Fi modulom.

Razlozi zašto se koristi Raspberry Pi su niski troškovi u usporedbi sa mogućnostima, podržava Linux i Python zbog čega ga je relativno lako programirati, mnoštvo sučelja poput HDMI, USB, Wi-Fi, Bluetooth, te velika moć procesuiranja podataka sa relativno malom potrošnjom. Na jače verzije Raspberry Pi-a se može instalirati Windows te koristiti kao stolno računalo. [5]

Na centralnu jedinicu je prvo potrebno instalirati operativni sustav Raspberry OS, te potrebne programe kako bi mogli podići broker na njoj te uspostaviti komunikaciju.

Datoteku operativnog sustava skinemo sa stranice proizvođača, a preko proizvođačevog programa sustav se instalira na memorijsku karticu, pri instalaciji se u naprednim postavkama omogući ssh pristup tj. pristup preko drugog računala. Kartica se stavlja u Raspberry Pi te se sustav pokreće.

Preko računala, preko programa za pristup unose se podatci za pristup sustavu te se započinje sa instaliranjem dockera te završnim podešavanjima kako bi se mikrokontroler mogao spojiti sa centralnom jedinicom. Nakon podešavanja sustavu se može pristupiti kroz internet preglednik na adresi <http://myhome:8123/> te započeti sa uspostavljanjem veza sa uređajima, uređenjem sučelja te programiranjem automatiziranih scenarija.

Centralnoj jedinici je moguće dati statičnu i.p. adresu u lokalnoj mreži kako ne bi gubila vezu sa mikrokontrolerima u slučaju gubitka veze i ponovnog spajanja.

U sustavu je korišten model sa 4 Gigabajta radne memorije.

3.2. Mikrokontroler (ESP32)

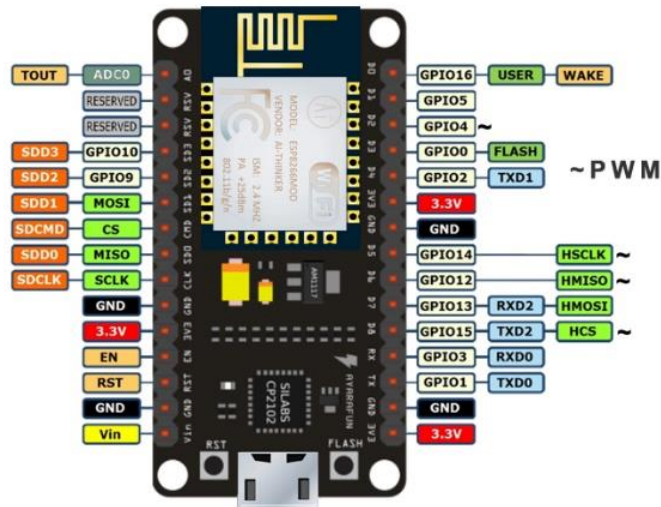
Iako bi se na Raspberry Pi mogli spojiti senzori, navedeni su razlozi zašto to nije optimalno:

- spajanje elektronike na Raspberry Pi je riskantno jer nepažnjom može doći do uništenja tog mini računala. Mikrokontroler ima nižu cijenu pa je time povoljniji.
- ulazne i izlazne jedinice (u ovom primjeru senzor temperature i vlage) ili pak releji koji upravljaju uključivanjem trošila rijetko su u blizini centralne jedinice. Tipično se nalaze po cijelom stanu.

Neke od prednosti ESP32 su što ima integrirani 2.4 GHz Wi-Fi, TCP/IP te Bluetooth 4.2, to su 32 bitni mikrokontroleri, brzine od 160 do 240 MHz sa 4 do 16 megabajta flash memorije te zavisno o seriji dolaze sa 38 do 77 ulazno-izlaznih pinova što nam daje mogućnost kontrole mnogo uređaja. Ima nisku cijenu te nisku potrošnju, radi na 3.3V te posjeduje OpenOCD Debugger za pomoć pri programiranju. [6]

U usporedbi sa Arduino Zero odabran je ESP32 zbog već ugrađenog Wi-Fi i Bluetooth modula, veće brzine te manje cijene jer da bi Arduino Zero bio u mogućnosti spajanja na internet treba ga nadograditi dodatkom Ethernet shield i zbog toga njegova cijena dodatno raste. Dodatna prednost je što je ESP32 upola manji od Arduino-a stoga je praktičniji za implementaciju u stambenom prostoru. [7]

Na slici ispod prikazani su ulazi i izlazi na ESP32 mikrokontroleru. Mikrokontroleri dolaze sa 38 do 77 ulaza i izlaza, ovisno o verziji. U ovom pametnom sustavu korištena je verzija sa 40 ulaza i izlaza.



Slika 9. ulazi/izlazi na pinovima ESP32 mikrokontrolera

3.3.Senzor vlage i temperature (AM2302)

Senzor dovođenjem napona mjeri vlagu i temperaturu. Koristi kapacitivni senzor vlage te NTC temperaturni senzor (termistor) za mjerenje temperature zraka okoline te daje digitalni signal na podatkovni pin. Temperaturna osjetljivost senzora je od -40 do +125 °C sa +/-0.5 °C preciznosti te osjetljivost mjerenja vlage 2-5% točnosti. [8]

Na podatkovnoj liniji može se preko one-wire protokola očitati registre s vrijednostima postotka vlage u zraku i temperature zraka. Senzor je žičano spojen na mikrokontroler koji vrši ta očitavanja.



Slika 10. AM2302

Na slici 10. prikazan je senzor vlage i temperature AM2302. Odabran je ovaj senzor zbog visoke točnosti mjerenja, relativno brzog intervala slanja podataka i niske cijene, te zbog svoje male veličine i jednostavnosti spajanja.

3.4. 8 kanalna relejna ploča

Relejna ploča nam omogućuje da upravljamo uređajima koji su spojeni na nju imitirajući tako pametne utičnice. Relejima zasebno upravljamo mikrokontrolerom neovisno jedan o drugome. Relejna ploča je žičano preko pinova spojena na mikrokontroler te također žičano na svaki uređaj kojim upravlja.

Relejne ploče mogu doći u raznim veličinama, ovisno o potrošaču i količini potrošača koji se spajaju na njih.

Releji se ponašaju kao prekidači za trošila. Vrijeme reagiranja releja je gotovo trenutno, pouzdani su, male su cijene i veličine te su stoga pogodni za spojiti sa mikrokontrolerom i uređajem kojim želimo upravljati te ih je moguće postaviti bilo gdje u stanu bez prevelikih komplikacija.

3.5. Amazon Echo Dot

Amazon Echo Dot je manja verzija Amazonovog osobnog asistenta Echo-a napravljena kako bi olakšala svakodnevni život. Echo Dot ima sve mogućnosti Echo-a samo u manjem, kompaktnijem izdanju. Može puštati glazbu, zapisivati bilješke, odgovarati na pitanja te također upravljati pametnim uređajima u kućanstvu. Amazonov sustav je prilagođen skoro svakom pametnom uređaju na tržištu te se njegovo spajanje sa Echo-om ili Alexa-om može odvititi doslovno u par klikova nakon što ih povežemo na lokalnu mrežu. Echo Dot se lako povezuje sa Home Assistant-om te se tako lako implementira u pametni kućni sustav te tako kućni sustav činimo još pametnijim jer povezivanjem Echo-a u sustav dobijemo mogućnost glasovnog upravljanja u pametnom sustavu te virtualnog osobnog asistenta Alexa-u.

U sustavu je korišten Amazon Echo Dot druge generacije.

3.6. Home Asisstant

Home Asisstant je besplatni, open-source program za kućnu automatizaciju koji je dizajniran da bude središnji kontrolni program jednog kućnog sustava sa fokusom na privatnost i lokalnu kontrolu. Može mu se pristupati preko internet preglednika, mobilne aplikacije ili glasovnim naredbama koristeći neke od virtualnih asistenata poput Amazon Alexa-e ili Google Assistant-a. [9]

U Home Asisstant smo povezali Amazon Alexa-u kako bi dobili mogućnost glasovnog upravljanja te kako bi ostvarili još jednu mogućnost pristupa i kontrole našeg sustava preko Amazon Alexa aplikacije tako da ako se nešto dogodi sa konfiguracijom Home Asisstant-a te trenutno nema pristupa sustavu, i dalje imamo mogućnost kontrole pojedinih uređaja preko Amazon Alexa aplikacije sve dok su uređaji uspješno spojeni na Wi-Fi vezu.

Home Assistant je samo jedan od operativnih programa ponuđenih na tržištu te je odabran zbog dostupnosti jer je program besplatan te open-source što znači da ga dodatno možemo prilagoditi prema vlastitim željama, zbog podrške i dostupnosti informacija jer se uvelike koristi u svijetu te zbog lakoće rada u samom sustavu, instalacija dodataka, integracija drugih uređaja u sustav te prilagodba sustava i sučelja korisniku je izuzetno laka u Home Assistant-u.

3.7. Veza između mikrokontrolera i centralne jedinice

S obzirom da se oba uređaja nalaze u stanu koji je dobro pokriven Wi-Fi signalom, to se iskorištava kao prednost odnosno zaobilazi se potreba za žičanim spajanjem.

Dovoljno je mikrokontroler spojiti na napajanje (npr. punjač mobitela) te ne treba provlačiti žice do centralne jedinice. To nam omogućuje postavljanje mikrokontrolera na određena mjesta ili spajanja na određene uređaje koji do sada nisu bili upravljivi npr. utičnice, svjetla, ventilatori, samim time čineći ih pametnima.

Zahtjev je stabilna lokalna internetska veza kako bi se komunikacija mogla nesmetano odvijati. Nakon što je veza uspostavljena do njenog prekida dolazi samo u slučaju nestanka električne energije ili lokalne mreže. Centralnoj jedinici i mikrokontroleru se daju statične i.p. adrese, što znači da bi one pri svakom novom spajanju na lokalnu mrežu i dalje imale istu i.p. adresu kako bi se veza što brže uspostavila ukoliko bi do njenog prekida došlo.

3.8. MQTT protokol (MQ Telemetry Transport protocol)

Protokol komunikacije mikrokontrolera i centralne jedinice je MQTT protokol. To je najpovoljniji IoT protokol u smislu brzine reagiranja (gotovo trenutno) kao i jednostavnosti implementacije na mikrokontroleru. Osim male količine pohrane potrebne za podizanje MQTT klijenta što ga čini idealnim za male mikrokontrolere, MQTT protokol je pouzdan što je bitno u IoT sustavima te ga je moguće skalirati kako bi spojili više IoT uređaja.

MQTT je alternativa tradicionalnoj server-klijent arhitekturi i koristi se u machine-to-machine (M2M) komunikaciji. Protokol se koristi u industrijama od automobilske do telekomunikacijske. [10]

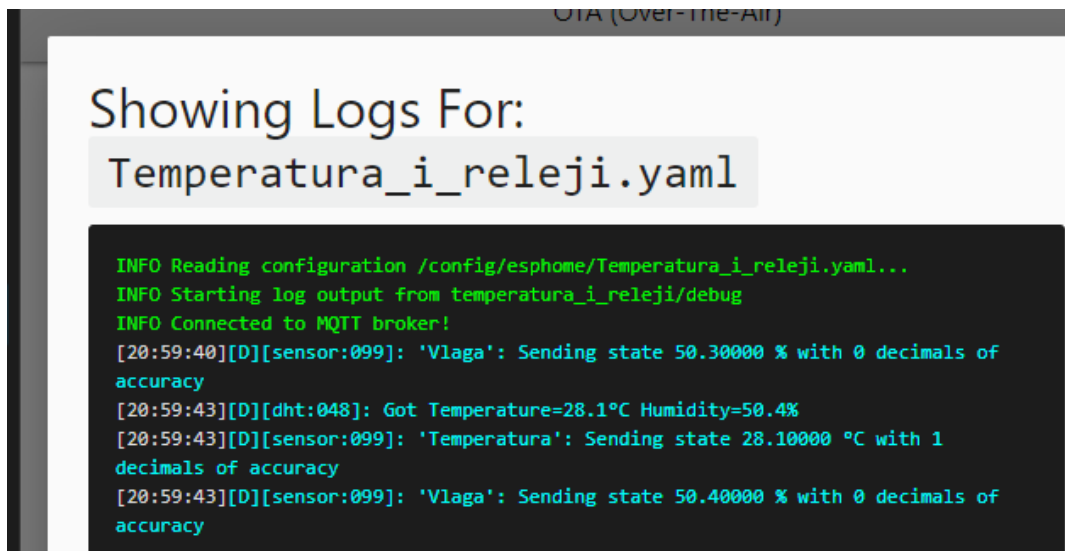
Na centralnoj jedinici instaliran je Mosquitto MQTT server dok mikrokontroler ima MQTT klijent. Po ostvarenju mrežne konekcije preko Wi-Fi-a, mikrokontroler otvara konekciju kao MQTT klijent prema serveru. Istovremeno je spojen na događaje na serveru, pa će gotovo trenutno reagirati kada server pošalje naredbu za uključenje ili isključenje releja. Isto tako u obrnutom smjeru, kada senzor ima novu vrijednost temperature ili vlage poslati će te vrijednosti na MQTT server.

Centralna jedinica preko MQTT integracije, radi vezu sa MQTT klijentom prema MQTT serveru i na sličan način razmjenjuje poruke (šalje naredbe za upravljanje relejom ili prima podatke o statusu releja ili vrijednostima senzora).

3.9. Kontrola rada mikrokontrolera

Kako bi mogli vidjeti što se događa na mikrokontroleru (npr. ako nije dobro priključen senzor ili mikrokontroler ne može ostvariti vezu s njime), postoji mogućnost slanja logova događaja (log events) također preko MQTT protokola.

Podaci se prikazuju u ESPHome konzoli pod opcijom prikaza logova. Logovi služe za nadgledanje rada sustava te za dijagnostiku u slučaju nekog kvara.



```
OIA (Over-The-Air)

Showing Logs For:
Temperatura_i_releji.yaml

INFO Reading configuration /config/esphome/Temperatura_i_releji.yaml...
INFO Starting log output from temperatura_i_releji/debug
INFO Connected to MQTT broker!
[20:59:40][D][sensor:099]: 'Vlaga': Sending state 50.30000 % with 0 decimals of accuracy
[20:59:43][D][dht:048]: Got Temperature=28.1°C Humidity=50.4%
[20:59:43][D][sensor:099]: 'Temperatura': Sending state 28.10000 °C with 1 decimals of accuracy
[20:59:43][D][sensor:099]: 'Vlaga': Sending state 50.40000 % with 0 decimals of accuracy
```

Slika 11. Logovi

Na slici iznad vidi se prikaz logova, logovi prikazuju kako uređaj radi, što mjeri i šalje te eventualne greške. U ovom slučaju senzor bilježi temperaturu i vlagu u prostoru.

4. AUTOMATIZIRANI SCENARIJI

Home Assistant kroz dodatak Node-RED nudi mogućnost kreiranja scena i scenarija koje pokreće sam korisnik, neki određeni događaj ili određeno vrijeme u danu.

Scene mogu biti programirane na razne načine, od scene gdje korisnik dolazi doma te glasovnom naredbom obavještava sustav da je stigao sa čime sustav započinje sa podizanjem roleta u kućanstvu, paljenjem ventilacije i ostaloga do scene gdje korisnik može stvoriti kino ugođaj jednim klikom te tako aktivirati spuštanje roleta i gašenje svjetla u prostoriji. Scena također može biti odlazak na spavanje gdje korisnik jednim klikom može ugasiti sva svjetla u kućanstvu i aktivirati sigurnosni sustav u kućanstvu.

Scene uvelike olakšavaju život jer korisnik može stvoriti ugođaj jednim klikom.

4.1. Scenarij upravljanja kupaonskim ventilatorom

Senzor vlage zraka i ventilator su postavljeni u kupaonici u svrhu reguliranja vlage zraka u prostoru. U slučaju previsoke vlage, zadatak ventilatora je da izbaci vlažan zrak iz prostorije.

Mikrokontroler očitava senzor vlage zraka te dobiva podatak postotka vlage (do 100%). U slučaju da vlaga poraste preko 60% sustav je programiran tako da uključi relej broj 8 na koji je spojen ventilator koji ima zadatak smanjiti vlagu u prostoru. Pored svega podatci sa senzora kao i trenutni status releja šalju se MQTT protokolom na server.

U slučaju da se promjene uvjeti u prostoriji te u njoj bude više vlage, moguće je postavljati granice po želji. Ovo se radi promjenom konfiguracije aplikacije koja se kompilira i OTA putem šalje na mikrokontroler.

Iz praktičnih razloga nije zgodno priključivati mikrokontroler na računalo žičanim putem, pa se iskorištava mogućnost OTA instalacije (over the air). Naime programira se preko Wi-Fi-a. OTA ažuriranje ili ažuriranje preko zraka je bežična dostava novog software-a, firmware-a, parametara ili drugih podataka ciljanom uređaju. [11]

Promjene se parametri vlage u kodu, kod se kompilira te se preko MQTT protokola pošalje na mikrokontroler koji te promjene u kodu implementira u svoj način rada.

Također radi jednostavnosti u postupku nije neophodno računalo već je moguće aplikaciju i kompilirati kao i prebaciti preko centralne jedinice, u koju je instaliran dodatak (addon)

ESPHome, stoga možemo to napraviti preko Home Assistant-a bez spajanja centralne jedinice ili mikrokontrolera na računalo.

Taj dodatak automatski s interneta povlači biblioteke za komunikaciju sa senzorom, MQTT biblioteku, Wi-Fi i sve ostale te ih potom kompilira i kompiliranu verziju preko OTA bežično šalje na mikrokontroler. Mikrokontroler novu verziju aplikacije pohranjuje u zasebni dio memorije (ne preuzima mjesto trenutne verzije sve dok se nova verzija ne provjeri). Potom se mikrokontroler automatski ponovno pokreće i pokreće novu verziju aplikacije.

4.2. Scenarij slanja alarma na e-mail kada temperatura poraste preko 30 °C

Porast temperature preko 40 °C može biti znak neočekivanog događaja u stanu (potencijalnog požara).

Home Assistant na centralnoj jedinici može imati takve dodatne automatizacije ili scene za integraciju.

Home Assistant ima mogućnost kreiranja scena koje se pokreću događajem poput naglog povećanja temperature u kućanstvu, vremenom u danu poput automatskog paljenja klime prije dolaska doma ili vlastitim pokretanjem. Jedna od takvih scena može biti automatsko obavještanje hitnih službi, u ovom slučaju vatrogasca u slučaju da kućni sustav zabilježi neobjašnjeno povećanje temperature u kućanstvu.

U ovom primjeru biti će poslan e-mail korisniku kada je temperatura u kućanstvu preko 30 °C.

Neophodna je logika ili "kod" koja će osigurati da se ne šalje mail svakih par sekundi već samo kada se temperatura mijenja sa 30 °C na 40 °C, svakih 10 stupnjeva.

Za ovakav scenarij pogodan je dodatak Node-RED.

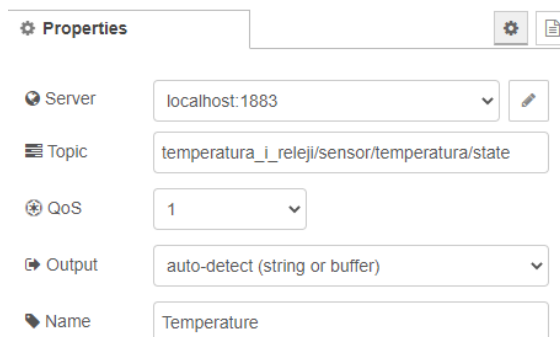
Node-RED je rješenje kojim se uz minimalno programiranja i konfiguracije može reagirati na događaje te uspostaviti funkcijska logika.

Node-RED je razvijen kao dio IoT svijeta, baziran na pretraživaču te ne zahtjeva dodatnu aplikaciju već samo dodatak u Home Assistant konfiguraciji, a njegov flow-editor nam omogućuje jednostavno povezivanje funkcija te određivanje vremena njihovog izvršenja.

4.3. Izrada scenarija slanja alarma na e-mail kada temperatura poraste preko 30 °C

Sam Node-RED ima dosta dodataka, a u ovom scenariju koriste se:

- Komponenta za očitavanje sadržaja MQTT poruke. Na slici ispod može se vidjeti upis postavki za slanje poput teme poruke, u ovom slučaju je to stanje vrijednosti senzora, Temperatura kao imena upozorenja i ostalog.

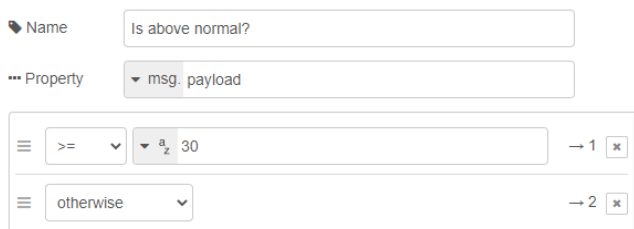


The screenshot shows the configuration for an MQTT In node. The 'Properties' panel is open, displaying the following settings:

- Server: localhost:1883
- Topic: temperatura_i_releji/sensor/temperatura/state
- QoS: 1
- Output: auto-detect (string or buffer)
- Name: Temperature

Slika 12. Postavke 1

- Switch komponenta. Za očitanu vrijednost sa senzora, sustav postavlja pitanje je li vrijednost iznad normalnoga. Vrijednosti se određuje svojstvo, u ovom slučaju svojstvo je poruka te joj se daje ime, varijabla payload. Unos tih podataka vidi se na slici ispod.



The screenshot shows the configuration for a Switch node. The 'Name' field is 'Is above normal?'. The 'Property' dropdown is set to 'msg.payload'. The switch conditions are:

- Condition 1: ≥ 30 (output 1)
- Condition 2: otherwise (output 2)

Slika 13. Postavke 2

- Funkcijska komponenta. Na slici ispod vidi se dio koda koji će varijablu payload spremi pod varijablu temperature, dok će nova varijabla temp10 biti desetina temperature. Varijabla temperature se dijeli sa 10 te se zaokružuje niža vrijednost.

```

1 msg.temperature = msg.payload;
2 msg.temp10 = Math.floor(msg.temperature /10);
3 return msg;

```

Slika 14. Postavke 3

- RBE komponenta. Na slici 15. odabire se mod kojim se onemogućava da se šalje mail sve dok se ne promijeni desetica temperature pripremljena u funkcijskom bloku gore.

Mode: block unless value changes

Property: msg. temp10

Apply mode for each msg.topic separately

Name: only if change to N x 10 degree range

Slika 15. Postavke 4

- Funkcijska komponenta koja priprema subject i body emaila. Na slici ispod vidi se dio koda zadužen za način ispisa upozorenja o povećanoj temperaturi. Tema je Alarm notifikacija, ispisuje se varijabla payload koja se ovdje sastoji od teksta kojemu je dodana varijabla temperature koja je zapravo trenutno očitana vrijednost temperature sa senzora.

```

1 msg.topic="Alarm notifikacija"
2 msg.payload="Upozorenje o povećanoj temperaturi " + msg.temperature;
3 return msg;

```

Slika 16. Postavke 5

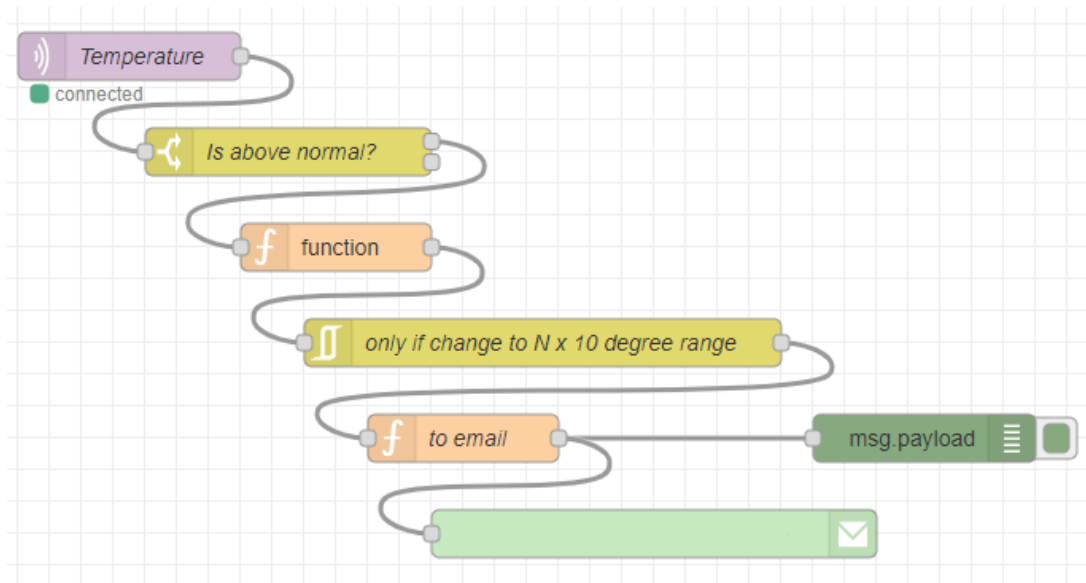
- Komponenta za slanje maila. Na slici ispod vidimo dio postavki u koji se unosi e-mail adresa te identitet korisnika kojemu se šalje poruka, server te port preko kojega šaljemo.

| | |
|--------------|---|
| ✉ To | <input type="text"/> |
| 🌐 Server | <input type="text" value="smtp.gmail.com"/> |
| 🔌 Port | <input type="text" value="465"/> <input checked="" type="checkbox"/> Use secure connection. |
| 👤 Userid | <input type="text"/> |
| 🔒 Password | <input type="password" value="....."/> |
| 🔒 TLS Option | <input checked="" type="checkbox"/> Check server certificate is valid |
| 📧 Name | <input type="text" value="Name"/> |

Slika 17. Postavke 6

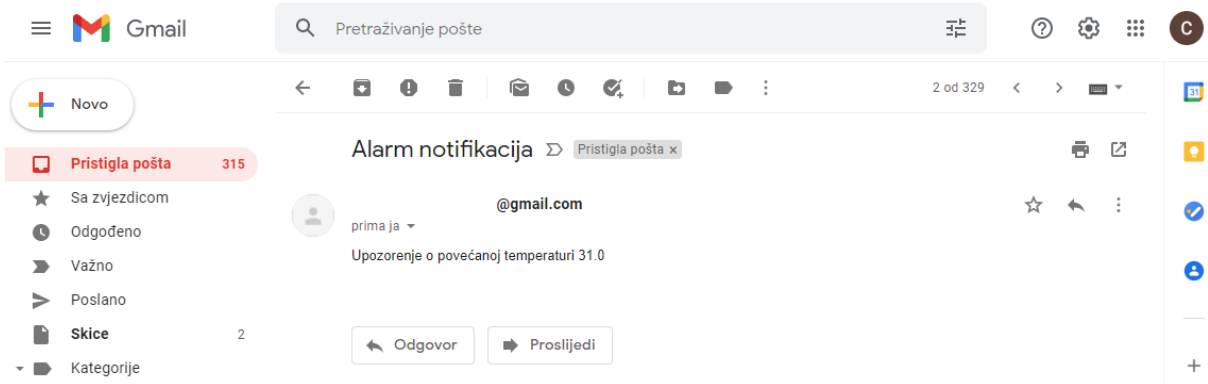
- Debug komponenta da nam dodatno ispiše što je poslano.

Na slici ispod vidi se cijela Node-RED kompozicija za slanje e-mail upozorenja prikazana u Node-RED flow-editor-u.



Slika 18. NodeRed kompozicija

Na slici ispod vidi se primitak e-mail upozorenja o povećanoj temperaturi u kućanstvu. Smisao ove poruke je upozorenje korisniku da po primitku ove poruke korisnik može npr. otići u Home Assistant aplikaciju i na kamerama provjeriti stanje kućanstva.



Slika 19. E-mail poruka

4.4. Upravljanje sustavom korištenjem Amazon Alexa-e

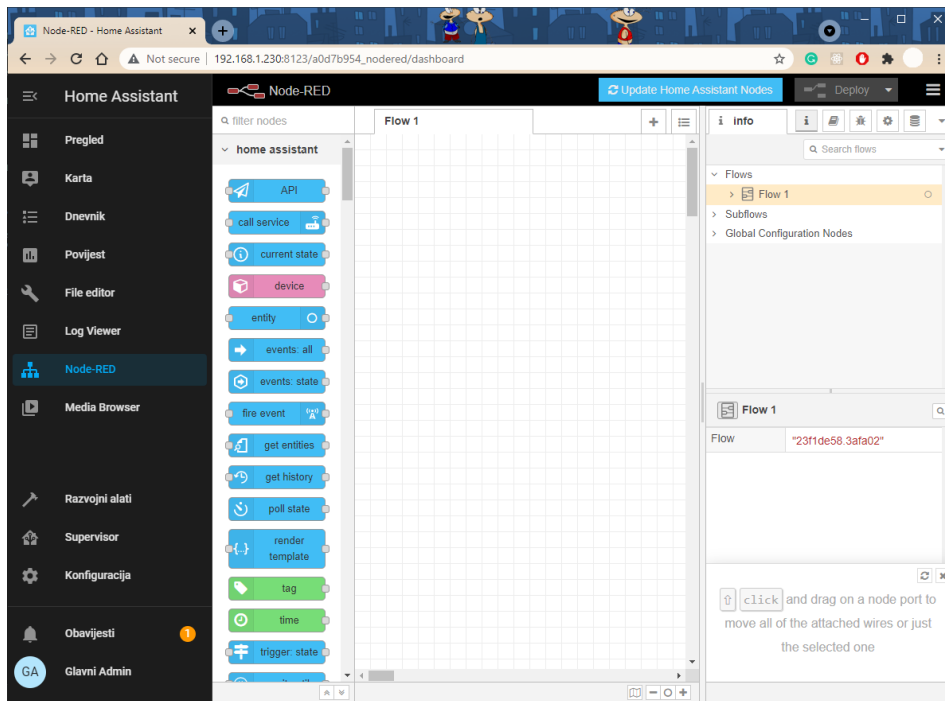
Upravljanje sustavom je moguće kroz glasovne naredbe korištenjem Amazon Echo Dot-a, Amazonovog osobnog kućnog asistenta. Amazon Echo Dot je pametni uređaj, a Alexa je virtualni asistent koji preko Echo Dot-a izvršava funkcije upravljanja. Također upravljanje sustavom je omogućeno kroz Amazonovu aplikaciju Amazon Alexa koja je virtualni osobni asistent vezan primarno za naš mobilni uređaj i Echo te kroz njegovu aplikaciju imamo pristup našim pametnim uređajima bez spajanja na Home Assistant sustav.

Echo je povezan sa mikrokontrolerom preko centralne jedinice što mu omogućuje upravljanje sa svih 8 releja na relejnoj ploči.

Postoji nekoliko načina integracije Alexa-e u sustav, ovdje je obrađen način integracije kroz vještine (skills) koje su potrebne Alexa-i za upravljanje predviđenim uređajima te integracijom tih vještina u Home Assistant kroz Node-RED.

Vještine se rade na posebnoj stranici na kojoj je potrebno napraviti korisnički račun.

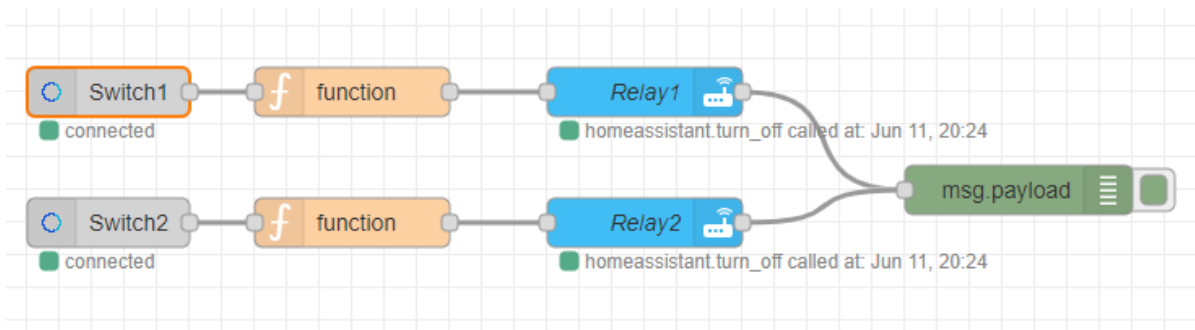
Nakon napravljene vještine potrebno je u Alexa aplikaciji dodati vještinu Node-RED te povezati sa računom koji smo napravili na stranici. Nakon dodane vještine potrebno je tražiti od Alexa-e da pronađe nove uređaje. Nakon što Alexa pronađe nove uređaje može se napraviti logika za njih kroz Home Assistant Node-RED dodatak.



Slika 20. Node-RED flow-editor

Na slici iznad prikazan je Node-RED flow-editor preko kojeg se programiraju kompozicije za izvedbu svih potrebnih radnji.

Na slici ispod prikazana je Node-RED flow-editor kompozicija upravljanja sa dva prekidača preko Alexa-e. Dvostrukim klikom na blokove prekidača (Switch blokovi sive boje) dobije se mogućnost dodjele računa koji je napravljen te koji sadrži napravljene vještine kako bi u sljedećem koraku, funkcijskom bloku ta logika mogla biti sprovedena, kroz upravljanje sa dva dodijeljena prekidača.



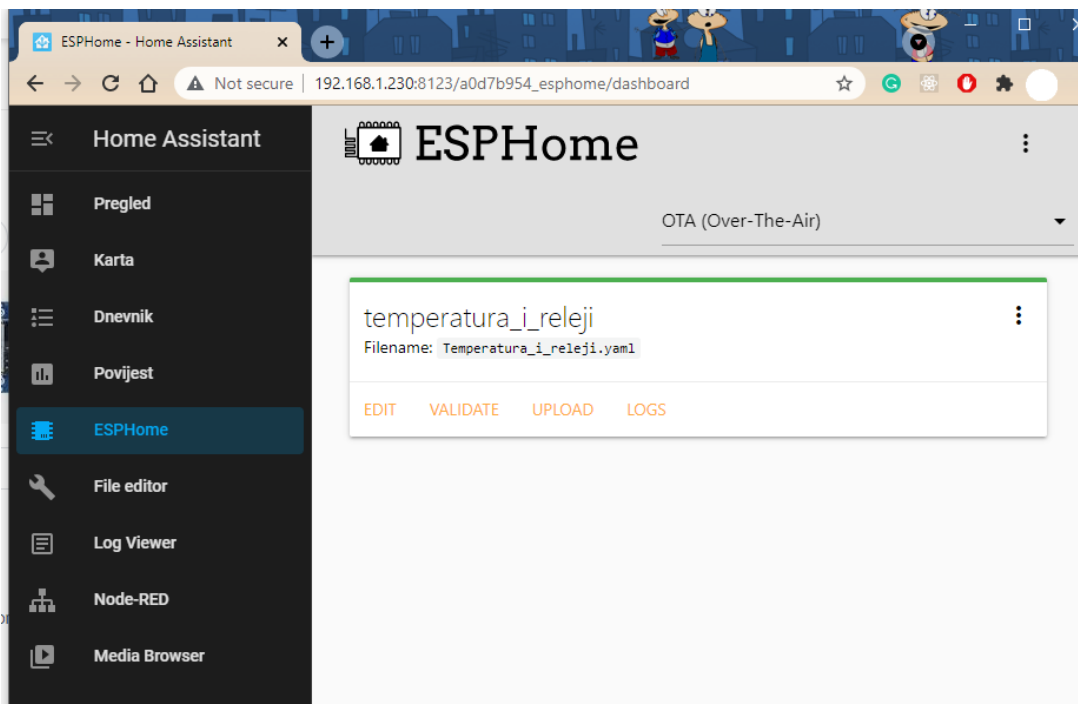
Slika 21. Node-RED kompozicija za prekidače

Nakon sprovedenih koraka dovoljno je glasovnom naredbom zatražiti od Alexa-e da upali prekidač broj 1 kako bi tražena radnja bila sprovedena u djelo.

4.5. Program za mikrokontroler

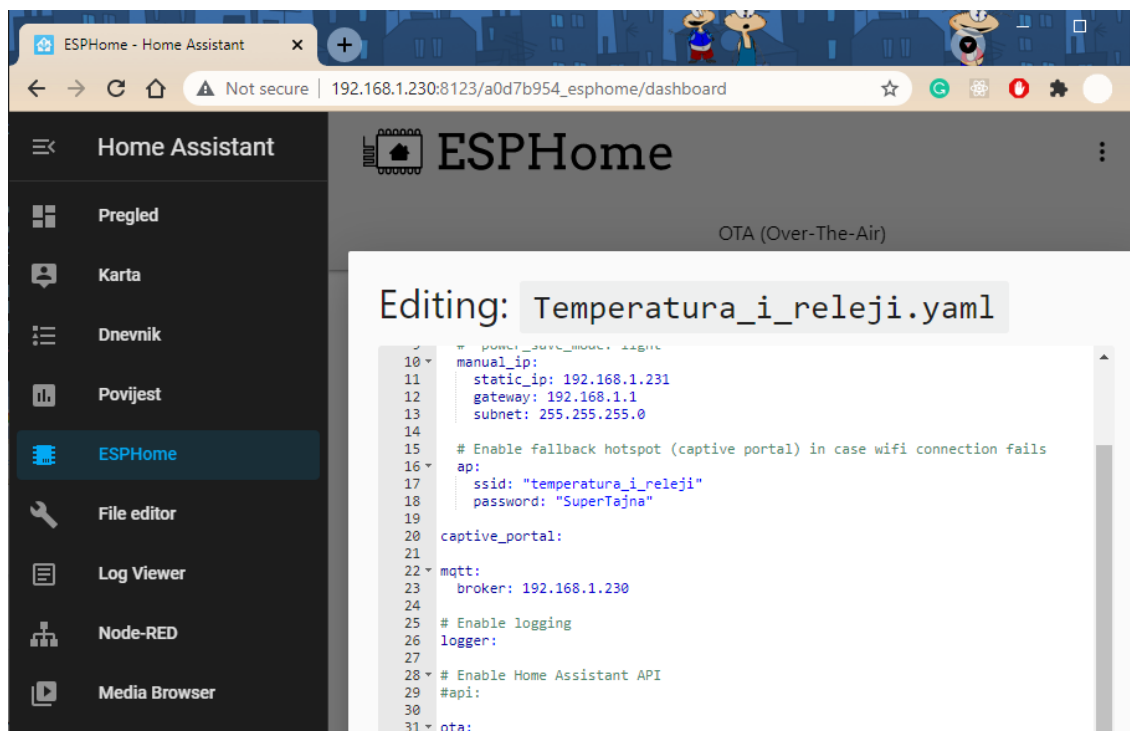
U dodatku ESPHome nalazi se popis programa na našem sustavu. Koliko mikrokontrolera koristi sustav toliko programa će sustav zahtijevati. Programi se mogu pokretati simultano u skladu jedan sa drugim samo je to potrebno programirati u logici koja se šalje na mikrokontroler.

Na slici ispod prikazan je dodatak ESPHome u kojem je program za jedan mikrokontroler koji upravlja sa 8 prekidača te senzorom vlage i temperature. Ovaj dodatak nam omogućuje da program u svakom trenutku možemo prepraviti te ga poslati na mikrokontroler, također tako da možemo u svakom trenutku i pogledati logove za sustav.



Slika 22. Program mikrokontrolera

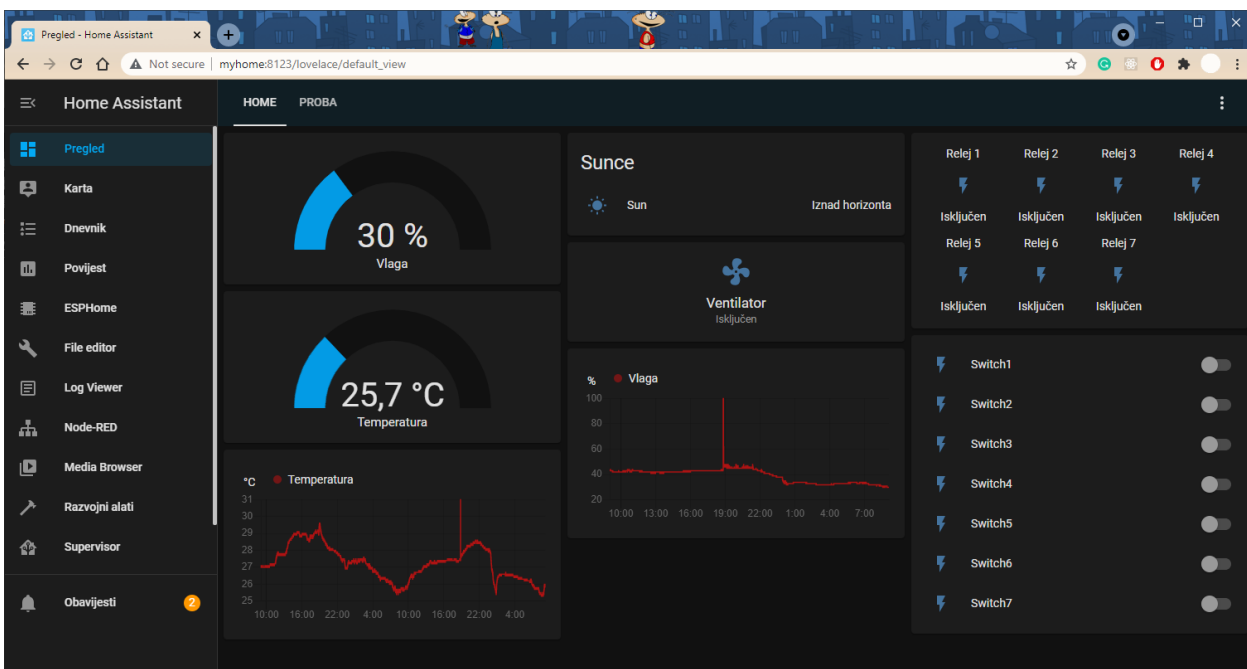
Na slici ispod prikazan je editing mod, to je mogućnost unutar dodatka ESPHome koja nam omogućuje prepravke u programu koji se potom OTA putem šalje na mikrokontroler što uvelike olakšava korištenje te štedi vrijeme pri uspostavljanju sustava.



Slika 23. Editing mod

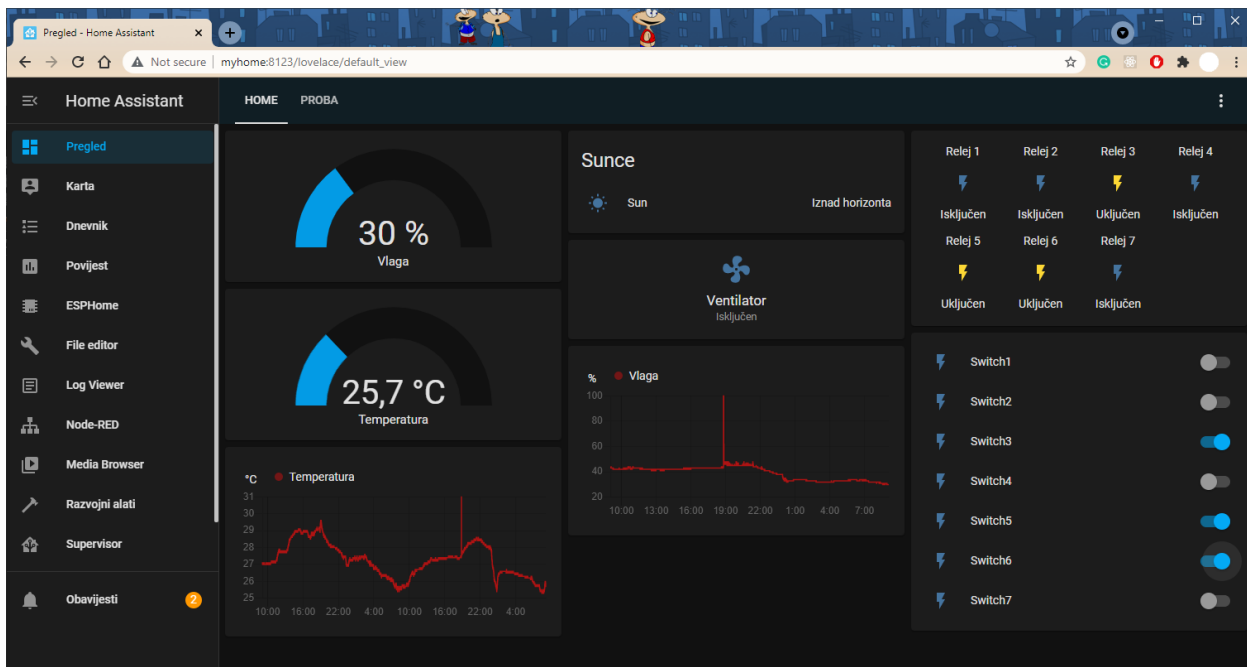
4.6. Dovršena konfiguracija

Na slici 24. prikazan je osnovni izgled sučelja sa svim uređajima u sustavu. Osnovni izgled je moguće nadograditi te prilagoditi vlastitim željama i potrebama. U sustav je moguće dodati dodatke koji proširuju paletu mogućnosti sa Home Assistant programom, možemo dodati novu temu koja potpuno mijenja izgled sučelja, u konačnici i izrađivati svoje dodatke za Home Assistant.



Slika 24. Prikaz sučelja 1

Na slici 25. prikaz je prethodnog sučelja sa nekim uređajima u aktivnom stanju. Prikaz je osmišljen tako da su sa lijeve strane sučelja vrijednosti koje očitavaju senzori, a sa desne strane pokazivači prekidača kako bi znali koji od uređaja su upaljeni. Prikaz je osmišljen tako da su sve potrebne informacije te vrijednosti iz kućanstva dostupne odmah na prvi pogled.



Slika 25. prikaz sučelja 2

5. ZAKLJUČAK

Sustav je osmišljen kako bi bio pouzdan, jednostavan za korištenje te cjenovno pristupačan kako bi sa vremenom mogao biti nadograđivan. Korištene su lako dostupne komponente i uređaji te sustavi, protokoli i programi specifično osmišljeni za IoT sustave.

Podizanje sustava nije vremenski prezahtjevno te njegovo održavanje ne zahtjeva ulog velike količine vremena jer je dovoljno pokrenuti ažuriranje sustava jednom mjesečno kako bi sustav i svi dodatci bili na najnovijim verzijama.

Nadograđivanje sustava novim uređajima je također jednostavno zahvaljujući Home Assistant-u te Amazon Alexa-i, uređaj je dovoljno spojiti na lokalnu mrežu da bude vidljiv Home Assistant-u i Alexa-i, povezati ga sa njima kroz aplikacije te je uređaj spreman za uporabu u našem domu.

Prilagođavanje sustava kroz korisničko sučelje u Home Assistant-u je također jednostavno te omogućava veliku prilagodbu kroz razne teme samoga sučelja, unaprijed osmišljene scenarije, dodatke za sustav kako bi korisnici još više proširili njegove mogućnosti i ostale mogućnosti koje će olakšati i uljepšati samo iskustvo korištenja.

Sustav ispunjava sve uvjete i zahtjeve koji su bili postavljeni prije njegove izrade, pruža nivo automatizacije za koji je bio predviđen te je omogućavajući daljinsku te glasovnu kontrolu te određenu razinu sigurnosti u kućanstvu, a što se može implementirati i u ostale spektre svakodnevnog života.

PRILOG

Spajanje Senzora temperature i vlage

DHT22/AM2302 senzor temperature i vlage.

Ovaj senzor je postavljen tako da ovisno o izmjerenoj vrijednosti vlage uključuje prekidač naziva "ventilator1", što je zapravo relej 8.

Primjer programskog koda za kontrolu ventilatora – ovaj dio koda je dio u kojem su postavljene granice za vlagu, moguće je vidjeti postavljene granice od vrijednosti za paljenje iznad 65% te gašenje ispod 45%.

sensor:

- platform: dht

- pin: 33

- model: AM2302

- temperature:

- name: "Temperatura"

- humidity:

- name: "Vlaga"

- on_value_range:

- above: 65.0

- then:

- switch.turn_on: ventilator1

- below: 45.0

- then:

- switch.turn_off: ventilator1

- update_interval: 10s

update_interval: 10s postavlja period očitavanja senzora svakih 10 sekundi.

switch:

- platform: gpio
pin: 27
name: "Switch1"
id: switch1
inverted: true

- platform: gpio
pin: 25
name: "Switch2"
id: switch2
inverted: true

- platform: gpio
pin: 22
name: "Switch3"
id: switch3
inverted: true

- platform: gpio
pin: 32
name: "Switch4"
id: switch4
inverted: true

- platform: gpio
pin: 21
name: "Switch5"
id: switch5
inverted: true

- platform: gpio
pin: 4
name: "Switch6"
id: switch6
inverted: true

- platform: gpio
pin: 16
name: "Switch7"
id: switch7
inverted: true

- platform: gpio
pin: 2
name: "Ventilator"
id: ventilator1
inverted: true

LITERATURA

- [1] <https://smarthomeenergy.co.uk/the-history-of-the-smart-home/>
- [2] <https://www.troskovnik.net/pametni-dom-prednosti-princip-rada-rjesenja-troskovi/>
- [3] <https://www.troskovnik.net/pametni-dom-prednosti-princip-rada-rjesenja-troskovi/>
- [4] <https://www.troskovnik.net/pametni-dom-prednosti-princip-rada-rjesenja-troskovi/>
- [5] <https://www.home-assistant.io/blog/2017/07/25/introducing-hassio/>
- [6] <https://www.raspberrypi.com/products/raspberry-pi-4-model-b/>
- [7] <https://all3dp.com/2/esp32-vs-arduino-differences/>
- [8] <https://www.adafruit.com/product/393>
- [9] https://www.ozsmarththings.com.au/collections/home-assistant?utm_campaign=gs-2019-01-13&utm_source=google&utm_medium=smart_campaign&gclid=CjwKCAjw-L-ZBhB4EiwA76YzOU-5AJwO6x41xwvAid70CdosTwKMdi4vFtiVXuLJsegMeq-QkkbRIxoCQ8cQAvD_BwE
- [10] <https://www.techtarget.com/iotagenda/definition/MQTT-MQ-Telemetry-Transport>
- [11] <https://www.techtarget.com/searchmobilecomputing/definition/OTA-update-over-the-air-update>

LITERATURA SLIKA

Slika 1. dostupno na <https://smarthomeenergy.co.uk/the-history-of-the-smart-home/> - pristupljeno 01.10.2022.

Slika 2. dostupno na <https://incontrol.hr/something-as-simple-as-smart-home-can-make-a-big-difference-2/> - Pristupljeno 09.09.2022.

Slika 3. dostupno na <https://www.raspberrypi.com/products/raspberry-pi-4-model-b%20-%20> – pristupljeno 09.09.2022.

Slika 4. dostupno na <https://www.elektor.com/joy-it-nodemcu-esp32-development-board%20-%20> – pristupljeno 09.09.2022.

Slika 5. dostupno na https://aptofun.de/8_Channel_5V_Relay_Module - pristupljeno 09.09.2022.

Slika 6. dostupno na <https://nettigo.eu/products/humidity-and-temperature-sensor-am2302-dht22> - pristupljeno 09.09.2022.

Slika 7. dostupno na <https://www.notebookcheck.net/Amazon-Echo-Dot-Review.221058.0.html> - pristupljeno 25.09.2022.

Slika 8. dostupno na <https://www.jamesridgway.co.uk/home-assistant/> - pristupljeno 20.09.2022.

Slika 9. dostupno na <https://www.teachmemicro.com/nodemcu-pinout/> - pristupljeno 09.09.2022.

Slika 10. dostupno na <https://ardubotics.eu/hr/senzori/1137-digital-temperature-humidity-sensor-dht22am2302.html> – pristupljeno 09.09.2022.