

Realizacija sistema za daljinsko upravljanje električnim instalacijama pomoću pametnog prekidača sa ESP8266 Wi-Fi modulom

Studentski rad

Danilo Kljakić, Đuro Pirgić

studenti prvog ciklusa studija

Univerzitet u Istočnom Sarajevu, Elektrotehnički fakultet

Istočno Sarajevo, RS-BiH

danilo.kljacic5@gmail.com, djuro.pirgic17@gmail.com

Sažetak—Napretkom informaciono-komunikacionih tehnologija širi se područje primjene, gdje bi implementacija proizvoda ovih tehnologija donijela veliku korist i unapređenje odvijanja aktivnosti. Jedno od tih područja je i kreiranje pametnih objekata, stambenih ili poslovnih, jer se time pokriva veliki broj korisnika koji dobijaju značajne pogodnosti. Sistem za daljinsko upravljanje električnim instalacijama pomoću pametnog prekidača sa ESP8266 Wi-Fi modulom, predstavlja sistem koji omogućava upravljanje električnim instalacijama sa proizvoljne lokacije. Samim tim donosi efikasnost sa stanovišta potrošnje električne energije i sigurnost objektima u kojima su implementirani, neutrališući mogućnost da električne instalacije dovedu do neželjenih događaja. Za razliku od postojećih sistema, ovaj sistem donosi praktičnost pri ugradnji, fleksibilnost pri proširenju, a pri tome je pristupačan sa finansijske strane.

Ključne riječi—pametni prekidač; ESP8266 Wi-Fi modul; MQTT protokol;

I. UVOD

Razvoj informacionih tehnologija utiče na proširenje spektra zanimanja u kojima bi primjena ovih tehnologija bila korisno pomoćno sredstvo koje bi unaprijedilo obavljanje mnogih aktivnosti, na način da se aktivnosti obavljaju brže uz mogućnost monitoringa i korekcije. Jedan od savremenih koncepata razvoja informacionih sistema jeste kreiranje pametnih sistema koji radnje za koje su namjenjeni obavljaju efikasno na inteligentan način. Generalno, pametni sistemi imaju mogućnost da se prilagode potrebama i željama korisnika putem različitih interfejsa, konfiguracija i dizajna. Pri razvoju se teži da se upotreba funkcionalnosti sistema obavlja na što jednostavniji način. Očekivanja su takva, da krajnji korisnici korišćenjem ovih sistema dobijaju što veće pogodnosti, uz što veću efikasnost.

Jedno od perspektivnih područja primjene pametnih informacionih sistema su i stambeni ili poslovni objekti. Ovi objekti samim tim postaju "pametni", ali u tom slučaju neophodno je na informacioni sistem nadograditi tehnički sistem međusobno povezanih fizičkih komponenti koji imaju

ugrađene elektronske uređaje, i mogućnost razmjene informacija, poznatiji pod nazivom Internet stvari (*Internet of Things, IoT*) [1]. Generalno, sistemi pametnih objekata sastoje se od dva osnovna podsistema, automatizovani i upravljački podsistem.

Termin „Automatizovani sistem“, u svom osnovnom smislu, predstavlja proizvod ili uslugu koja donosi određeni nivo akcije ili poruke, bez direktne intervencije korisnika. Na primjer, sigurnosni alarm je uređaj kućnog automatizovanog sistema, koji će bez bilo kakve intervencije, obavijestiti korisnika, kada detektuje situaciju koja ga pobuđuje. Takođe, sistem za regulaciju klime je komponenta kućnog automatizovanog sistema, koja po potrebi, uključuje ili isključuje uređaje za zagrijavanje ili hlađenje enterijera [2].

Za razliku od automatizovanih sistema, upravljački sistemi zahtijevaju da korisnici svojom direktnom akcijom mijenjaju stanje komponenti tog sistema. Na primjer, korisnici često dolaze u situaciju da kontrolišu i upravljaju stanjem uređaja u kući. Ova aktivnost ne predstavlja nikakav problem, kada se korisnici nalaze u neposrednoj blizini tih uređaja. Problem nastaje, kada postoji potreba za promjenom stanja uređaja, na način da se uređaj uključi ili isključi, ali zbog fizičke udaljenosti to nije moguće ostvariti u datom trenutku. Pri toj udaljenosti, razmišljanje da li je neki kućni uređaj ostao neželjeno uključen, u najboljem slučaju, može da izazove samo neprijatan osjećaj. Sa druge strane, mogućnost uključivanja uređaja neko vrijeme prije dolaska u kuću je česta potreba mnogih korisnika. Sve ovo navodi na razmišljanje o realizaciji sistema koji bi poslužio kao pomoćno sredstvo u pomenutim situacijama. Pod tim se podrazumijeva pružanje mogućnosti korisniku sistema, da putem uređaja kao što je računar ili mobilni telefon, upravlja električnim instalacijama u kući, na način da ih, po sopstvenoj želji, uključuje ili isključuje u željenom trenutku.

U svijetu postoji već razvijen standard KNX (skraćenica od *Konnex*), koji predstavlja otvoreni standard za kreiranje pametnih poslovnih i stambenih objekata. KNX uređaji mogu da upravljaju osvjetljenjem, sigurnosnim sistemima, energijom,

audio video zapisima, bijelom tehnikom, ekranima, roletnama i tako dalje [3]. Takođe, već postoje kompanije čiji su domen poslovanja pametni objekti. Međutim, proizvođači tih kompanija imaju određene nedostatke. Neki od ključnih nedostataka su: nepristupačna cijena, potreba za projektovanjem električnih instalacija pri projektovanju objekta, na način da je moguće ugraditi takve proizvode, a na već izgrađenim objektima neophodno je vršiti dodatne građevinske radove.

U ovom radu opisan je realizovan upravljački sistem sa ciljem unapređenja upravljanja električnim instalacijama, koji omogućava korisniku da po želji uključuje ili isključuje instalacije sa željene lokacije. Dakle, kreirana je klijentska aplikacija, formiran server i preprogramiran pametni prekidač, a zatim su svi ovi elementi povezani MQTT (Message Queue Telemetry Transport) komunikacionim protokolom, obrazujući upravljački sistem. Ovaj sistem odlikuje se jednostavnom ugradnjom na već postojeće kućne instalacije, bez veće intervencije nad samim instalacijama i uopšte enterijerom. Takođe, sistem posjeduje fleksibilnost sa stanovišta nadogradnje i proširenja zbog pogodnog komunikacionog protokola MQTT, koji je iskorišćen prilikom realizacije sistema. U daljem tekstu opisan je osnovni koncept sistema, gdje je jasno naznačena arhitektura. Zatim je opisan princip rada sistema, kao i primjer praktične realizacije. Na kraju rada su navedeni rezultati i zaključak, kao i sljedeći planovi o radovima na sistemu.

II. REALIZACIJA SISTEMA

Da bi se omogućila realizacija ovakvog projekta neophodno je na već postojeći formirani energetska sistem objekta dodati pametne prekidače i kreirati informacioni sistem preko kojeg će se upravljati pametnim prekidačima. Pod energetska sistemom se podrazumijeva kompletna mreža električnih kućnih instalacija od mjesta priključka na mrežu, pa sve do potrošača. Pametni prekidači se mogu postaviti na željenu poziciju, na primjer kao što su razvodni ormar ili kutija, utičnica, odnosno na bilo koju poziciju faze. Mjesto na kojim se nalazi pametni prekidač u daljem tekstu identifikovano je kao „izvod”. Informacioni sistem ovog projekta baziran je na klijent-server arhitekturi.

Server može da bude računar, mikroracunar sa Wi-Fi modulom ili ruteri novijih generacija.

- Računar – odnosi se na računar koji obavlja serverske poslove. Koristi se u slučaju da je sistem centralizovan, to jeste, kada više korisnika koristi usluge jednog servera. Prednosti upotrebe računara kao servera su: velika memorija, pouzdanost, implementiranje baze podataka koja čuva istoriju uključivanja i isključivanja uređaja. Nedostaci su: potrebno je da računar konstantno bude uključen i velika cijena.

- Raspberry Pi – jeftini računar veličine kreditne kartice. Koristi se u slučaju da sistem nije centralizovan, to jeste server u ovoj realizaciji postavlja se unutar objekata koji koriste pametne prekidače, dakle jedan korisnik koristi usluge jednog servera. Karakteristike ovakvog servera su: mala potrošnja, pristupačna cijena, male dimenzije i jednostavnost pri ugradnji. Takođe moguće je instalirati bazu podataka specijalno za namjene ovakvih sistema, na primjer MySQL, SQLite i druge [4].

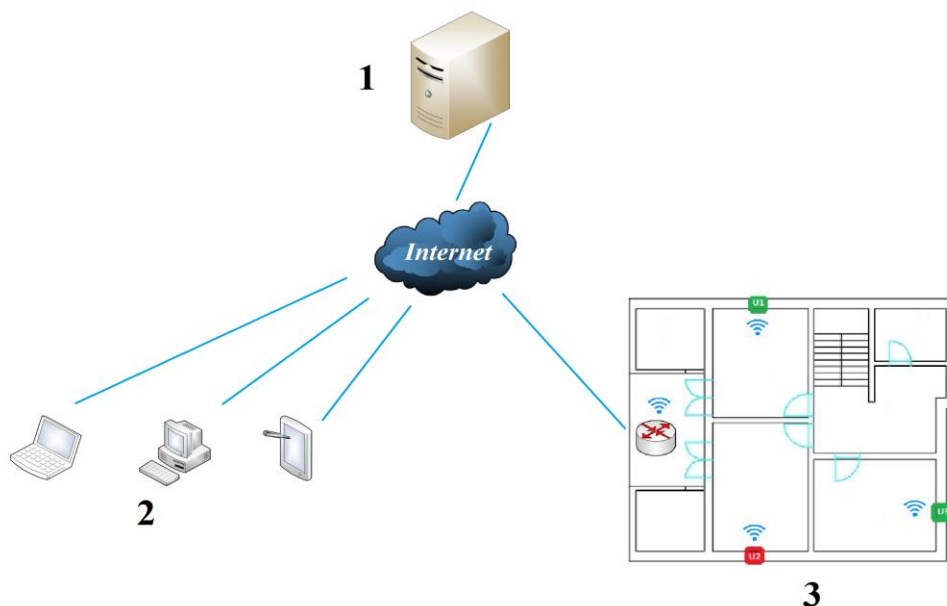
- Ruteri novijih generacija – karakteriše ih velika memorija, opremljen operativni sistem, na primjer Windows, Linux ili drugi, u cilju postavljanja MQTT brokera i pružanja usluga MQTT servisa. Takođe, koriste se ukoliko sistem nije centralizovan.

Klijenti su sa jedne strane računari ili mobilni uređaji, a sa druge pametni prekidači.

- Računar ili mobilni uređaj - pod tim se podrazumijevaju uređaji savremenih generacija koji imaju mogućnost povezivanja na internet, u cilju komunikacije sa serverom sa bilo koje lokacije.

- Pametni prekidač - predstavlja skup međusobno povezanih elektronskih komponenti na način da mogu ostvariti komunikaciju sa serverom, a sa druge strane priključeni su na napajanje obavljajući funkciju prekidanja strujnog kola.

Na sljedećoj slici (Sl. 1) prikazana je arhitektura sistema, za slučaj kada je sistem centralizovan.



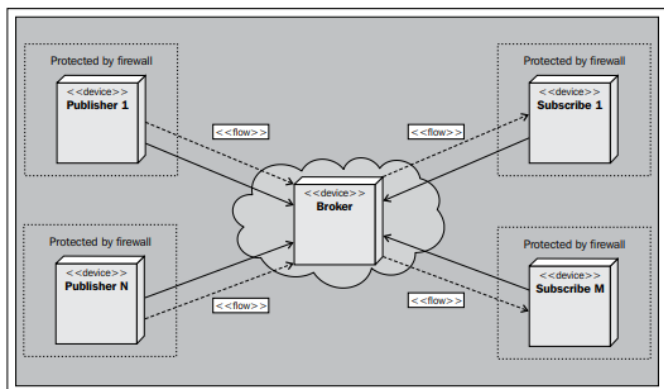
Slika 1. Blok-dijagram sistema

Na serveru (1) je instaliran broker koji koristi MQTT protokol, a pomenuti protokol predstavlja glavni komunikacioni servis sistema. Klijenti, iz grupe računari-mobilni uređaji (2), imaju instalirane aplikacije koje takođe podržavaju ovaj protokol. U ovom primjeru utičnice predstavljaju izvode, to jeste utičnice su mjesta unutar kojih su postavljeni pametni prekidači (3).

MQTT protokol je baziran na šablonu objavljivanja/preplaćivanja (Sl. 2.). Osnovni elementi protokola su:

- Publisher – Izdavač, tj. onaj koji objavljuje, ima ulogu da se poveže sa brokerom za poruke i da objavi poruke.
- Subscriber – Pretplatnik, povezuje se na istog brokera poruka i pretplaćuje se na sadržaj za koji je zainteresovan.
- Message broker – Broker poruka, omogućava da se objavljeni sadržaj prenese zainteresovanim pretplatnicima.

Sadržaj se identifikuje temom. Kada izdavač, pod određenom temom, objavi sadržaj, svi pretplatnici koji su pretplaćeni na tu temu dobijaju sadržaj. Pri objavljivanju, izdavač na raspolaganju ima opciju izbora da li je potrebno da broker zadrži sadržaj ili ne. Ukoliko je izabrana opcija zadržavanja sadržaja, svaki pretplatnik će dobiti vrijednost direktno prilikom pretplate. Teme mogu biti organizovane u strukturu stabla. Karakter “/” se koristi kao razdjelnik kad opisuju putanju teme [5].



Slika 2. MQTT protokol - blok dijagram [5]

Postoje tri nivoa kvaliteta usluge u MQTT-u prilikom objavljivanja sadržaja. Najniži nivo je nepriznata usluga. Ovdje je poruka dostavljena najviše jednom za svakog pretplatnika. Naredni nivo je potvrđena usluga. Ovdje svaki primalac prihvata prijem objavljenih informacija. Ukoliko se ne primi potvrda informacije se mogu ponovo poslati. To omogućava da se informacije dostave najmanje jednom. Najviši nivo se naziva osigurana usluga. Informacije su poslate u dva koraka gdje je svaki korak potvrđen. Prvo se prenose, a zatim isporučuju. Ovo omogućava da se sadržaj isporučuje tačno jednom svakom pretplatniku [5].

Implementacija MQTT servera na operativnom sistemu (npr. Windows 10), podrazumijeva instaliranje odgovarajućeg servisa (npr. Mosquitto servisa) i njegovo puštanje u rad. Neke

od osnovnih komandi za manipulaciju ovim serverom postavljenom na Windows 10 operativnom sistemu su:

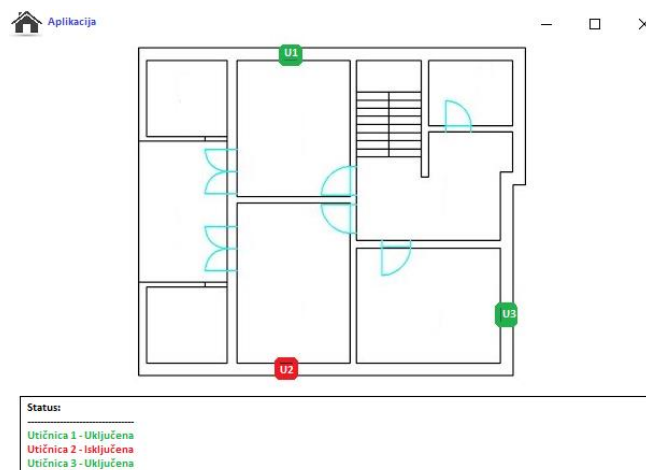
mosquitto_sub – t naziv teme

mosquitto_pub – h broker_ip_adresa – p port_broker_servisa –t naziv teme –m sadržaj_poruke

Prva komanda omogućava pretplaćivanje na temu, a parametar koji se prosleđuje ovoj temi je naziv teme na koju se klijent pretplaćuje. Druga komanda omogućava izdavanje sadržaja od strane klijenta, koja pored naziva teme na koju se izdaje sadržaj, kao parametre zahtijeva još i IP adresu servera koji pruža usluge MQTT protokola, to jeste IP adresu MQTT brokera, zatim port servera na kome MQTT broker osluškuje zahtjeve i sadržaj same poruke. Za primjer operativnog sistema Windows 10, komande se zadaju putem „Command prompt-a”.

Kako sistem radi ?

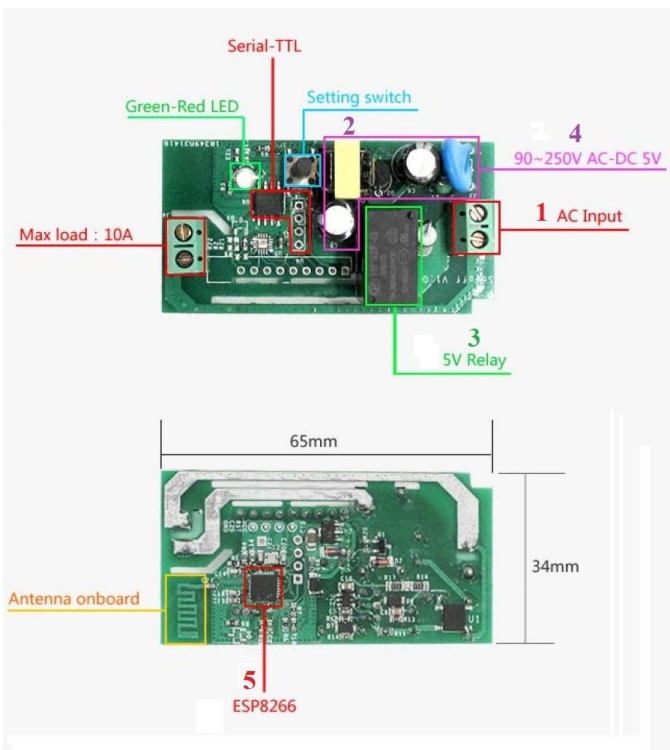
Aplikacija (Sl. 3.), za klijente grupe računari-mobilni uređaji, je razvijena u C# programskom jeziku i ima sljedeći grafički interfejs na kojem je najdominantnije prikazan tlocrt kuće korisnika.



Slika 3. Grafički prikaz klijentske aplikacije

Na interfejsu su naznačene utičnice, kao izvodi. Zelena boja utičnice označava prisutnost napona na toj utičnici, to jeste pametni prekidač je u fazi vođenja, dok crvena boja predstavlja da je utičnica isključena. To je potvrđeno i statusom koji se nalazi ispod tlocrta. Klikom na neku od utičnica mijenja se stanje utičnice (uključeno/isključeno), na sljedeći način:

Utičnice su jedinstveno identifikovane. MQTT protokolom se šalje poruka od klijentske aplikacije ka serveru. Server, to jeste MQTT broker, isporučuje poruku svim klijentima, iz grupe pametni prekidači, koji su pretplaćeni na temu koja je konfigurisana na nivou aplikacije. Na sljedećoj slici (Sl. 4.) prikazan je pametni prekidač sa ESP8266 Wi-Fi modulom, jedan od dostupnih na tržištu, a koji je korišten prilikom realizacije sistema.



Slika 4. Izgled pametnog prekidača [6]

Na ulaz (1) pametnog prekidača dovodi se napon, koji se dalje prosljeđuje transformatoru (2) i naponskom releju (3).

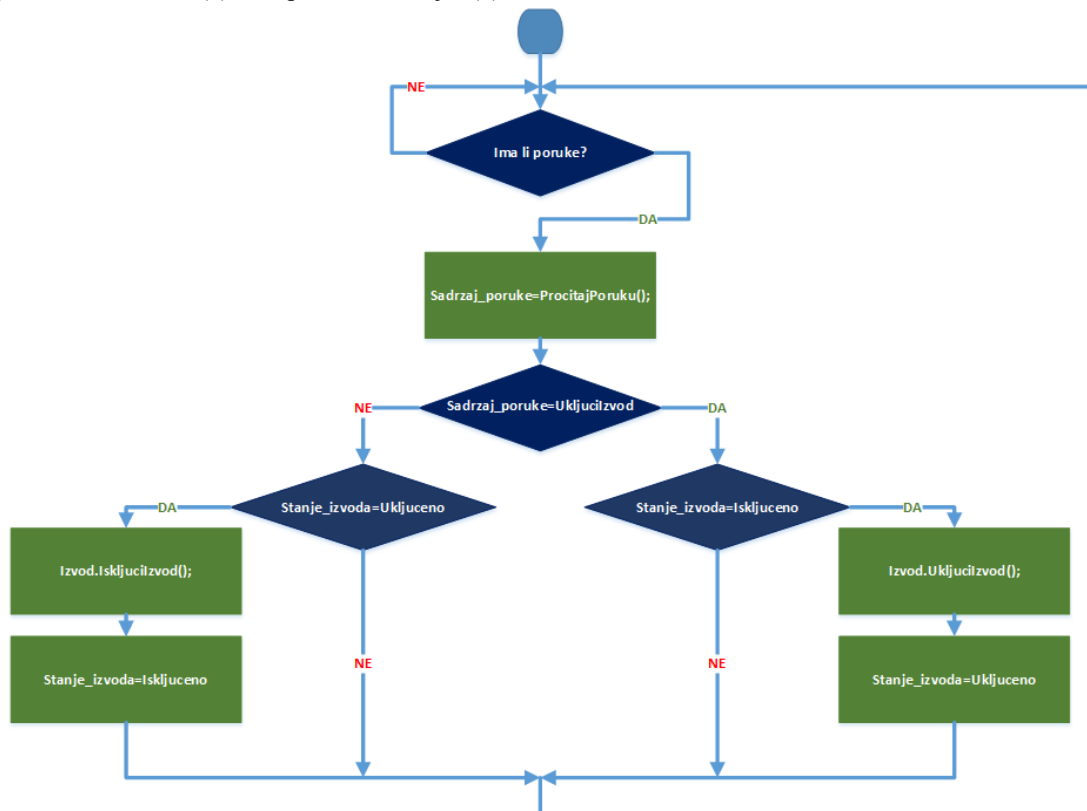
Transformator spušta napon na 5V. Uz transformator nalazi se AC/DC ispravljač (4), čime se obezbjeđuje napajanje elektronskog dijela prekidača, gdje je ESP8266 Wi-Fi modul (5) dominantna komponenta. Ovaj modul omogućava bežičnu komunikaciju sa lokalnim ruterom. Na mikročipu ove komponente implementirana je radna logika. Radna logika podrazumijeva prijem poruke i njenu obradu. Na slici 5. prikazan je algoritam koji detaljnije opisuje logiku rada pametnog prekidača.

Ukoliko je poruka stigla, čita se i provjerava njen sadržaj. U zavisnosti od sadržaja poruke mijenja se stanje izvoda, na način da se on uključuje ili isključuje, pri čemu se provjerava prethodno stanje izvoda.

- Ako poruka glasi „Uključi izvod“, provjerava se da li je izvod prethodno bio isključen. Ukoliko jeste ima smisla mijenjati trenutno stanje, to jeste uključiti izvod prebacujući pametni prekidač u stanje vođenja, u suprotnom stanje ostaje nepromijenjeno.

- Ako poruka ne glasi „Uključi izvod“, provjerava se da li je izvod prethodno bio uključen. Ukoliko jeste ima smisla mijenjati trenutno stanje, to jeste isključiti izvod, u suprotnom stanje ostaje nepromijenjeno.

U zavisnosti od toka algoritma šalje se naredba visokog ili niskog signala na digitalni pin koji je u spoju sa tranzistorom. Preko tranzistora se diktira režim rada naponskog releja (3). Naponski relej obavlja krajnju funkciju, prekida fazu.

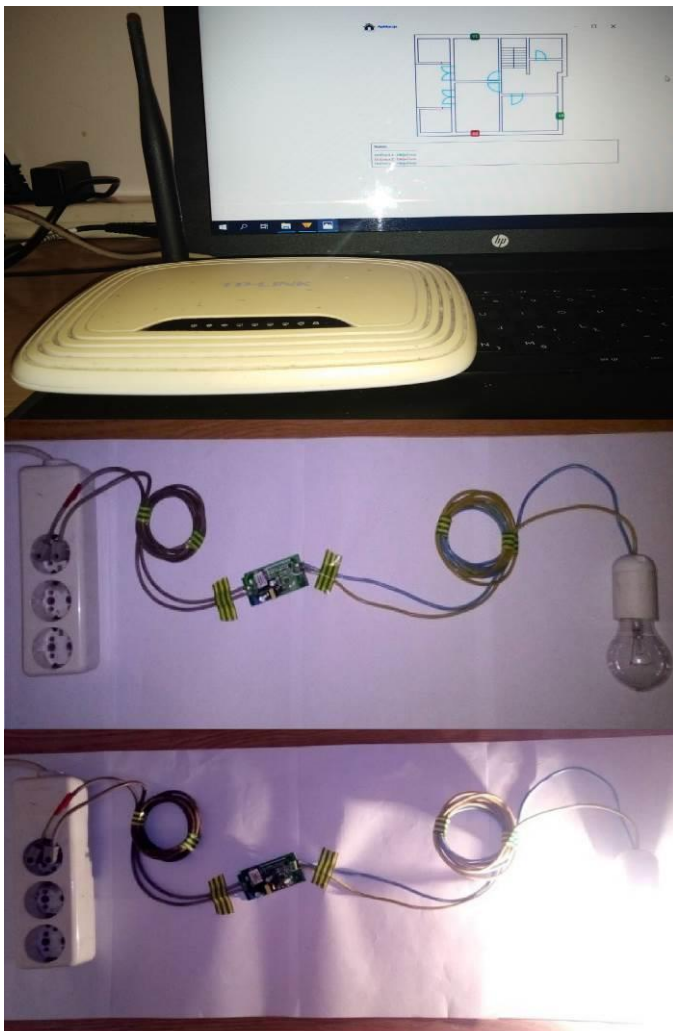


Slika 5. Algoritam rada pametnog prekidača

Praktična realizacija sistema

Praktična izvedba podrazumijeva priključivanje pametnog prekidača u kolo električnih instalacija, njegovo povezivanje i podešavanje na prethodno kreirani informacijski sistem. U kolo električnih instalacija, pametni prekidač se jednostavno priključuje tako što se na ulaz dovedu nula i faza, koje se takođe odvođe sa izlaza. Registrovanje novog korisnika u informacijski sistem zahtijeva jednostavno dodavanje nove teme MQTT brokeru. U cilju povezivanja pametnog prekidača na informacijski sistem, neophodno je podesiti sljedeće parametre: naziv i šifru za povezivanje na lokalni ruter, IP adresu MQTT brokera, port na kojem broker osluškuje poruke klijenata i temu koja je jedinstvena za objekat u kome se sistem implementira.

Na slici 6 je prikazana konkretna praktična realizacija, gdje se pametni prekidač nalazi u dva stanja, to jest stanje vođenja i stanje prekidanja faze.



Slika 6. Prikaz isključenog i uključenog izvoda

III. ZAKLJUČAK

Rezultat realizacije ovog sistema ogleda se u mnogobrojnim pogodnostima koje korisnici dobijaju prilikom implementacije

sistema u svoje objekte. Konkretno korisnici stiču mogućnost nadgledanja, kontrole i upravljanja električnim instalacijama sa proizvoljne lokacije. Iz navedenih pogodnosti slijedi da korisnici dobijaju značajnu dozu sigurnosti unutar objekta, neutrališući mogućnost električnih instalacija da izazovu neželjene događaje. Implementacija sistema donosi i isplativost sa stanovišta iskorišćenja električne energije, tako što se električna energija efikasno koristi u vremenu kada je to zaista potrebno.

Osvrtom na tehnologiju korištenu u sistemu, ESP8266 Wi-Fi modul, prihvatajući implementiranu logiku i MQTT protokol, se pokazao sasvim korektno, pouzdano i kao kontroler i kao medij u prenosu podataka. Testiranje korištenog releja, HKE HRS3FNH-S-DC5V-A, koje predstavlja interval od 150 do 200 uključivanja/isključivanja, pokazalo je da relej ispravno, na svaki odgovarajući impuls, odgovorno obavlja posao prekidanja faze. Nazivna struja 10 A, i nazivni napon 250 V, su dovoljne karakteristike koje podržavaju priključivanje potrošača koji se koriste u stambenim objektima. Generalno, pametni prekidač, iako je potrebno da konstantno bude uključen i u stanju pripravnosti osluškujući poruke, nije zahtjevan sa stanovišta potrošnje električne energije, jer kompletna elektronika koju koristi zahtijeva napajanje od 5 ili 3,3 V, opciono. U sljedećoj tabeli nalaze se vrijednosti koje predstavljaju potrošnju snage pametnog prekidača za slučaj kada je prekidač isključen ili uključen.

Tabela 1. Prikaz potrošnje pametnog prekidača [7]

	W	kWh po danu	kWh po sedmici
Releji isključen	0.6	0.014	0.101
Releji uključen	0.9	0.022	0.15

Korišteni protokol MQTT, se pokazao kao veoma pogodan za primjenu prilikom realizacije ovog sistema jer donosi fleksibilnost pri proširenju sistema. Postojanje tri nivoa kvaliteta usluge u MQTT-u prilikom objavljivanja sadržaja značajno daju prednost ovom protokolu u odnosu na ostale protokole pri izboru komunikacionog protokola koji će biti korišten u sistemu. Dakle, u MQTT-u administrator sistema može da izabere opciju obavještenja o uspješnosti uspostavljanja komunikacije između klijenata, pri čemu ujedno bira brzinu ili pouzdanost poruke.

Realizovani sistem predstavlja sredstvo koje donosi mnoge pogodnosti prilikom rukovanja električnim instalacijama, kao i efikasnost pri njihovoj eksploataciji. Pri tome je veoma jednostavan za ugradnju i pristupačan sa strane finansija. Budući da su područje primjene sistema stambeni ili poslovni objekti potrebno je posvetiti posebnu pažnju bezbjednosti i sigurnosti samog sistema.

Neki od sljedećih planova o radovima na ovom sistemu su: kreiranje vlastitog rješenja pametnog prekidača, što zahtijeva povezivanje elektronskih elemenata, a sve to sa ciljem postizanja boljih karakteristika u odnosu na postojeća rješenja. Nakon toga planirana je realizacija i sistema za regulaciju klime, alarma i video nadzora, gdje će pomenuti sistemi zajedno sa ovim, predstavljenim sistemom činiti podsisteme u

odnosu na globalni sistem „Safe Smart House“ (Sigurna pametna kuća).

ZAHVALNICA

Autori se zahvaljuju docentu Danijelu Mijiću, i višem asistentu Marku Ikiću na korisnim savjetima i sugestijama koje su bile neophodne za realizaciju projekta.

LITERATURA

- [1] https://en.wikipedia.org/wiki/Internet_of_things, Januar 2019.
- [2] Mike Riley, Programming Your Home. Automate with Arduino, Android, and Your Computer, The Pragmatic Programmers, 2012, USA.
- [3] KNX (standard), Wikipedia, Januar 2019.
- [4] <https://www.raspberrypi.org>, Januar 2019.
- [5] Peter Waher, Learning Internet of Things, Packt Publishing Ltd., 2015.
- [6] https://www.itead.cc/wiki/File:Sonoff_parts_without_433.jpg
- [7] https://www.youtube.com/watch?v=r343qHPt_8&fbclid=IwAR2GivfuWnhLDyWeoIEv9GIX-PtXm3Je6ZZEDP1vpqFJCwDhZm3jRDa2mE0

ABSTRACT

With improvement of information-communication technologies, the area of usage is becoming wider, where the implementation of products of these technologies would bring massive benefit and advancement of activity flowing. One of these areas is also creating of smart buildings, residential or business, where the big number of inhabitants is covered and offered with advanced suitability. Remote control system of electrical installment using smart switch ESP8266 with Wi-Fi module is a system which provides management of electrical installments from arbitrary location. With that comes great efficiency in the matter of electricity consumption and safety of objects where this system is implemented, neutralizing the possibilities where the electrical intallment might function abnormally. Unlike of existing systems, this system brings practicality of installation, upgrade flexibility, while being affordable.

„Realization of remote control system of electrical installment using smart switch ESP8266 with Wi-Fi module“

Danilo Kljakić, Đuro Pirgić