

PRIMJENA INTERNETA STVARI ZA UPRAVLJANJE CENTRALNIM GRIJANJEM U KUĆANSTVU

INTERNET OF THINGS APPLICATION FOR HOUSEHOLD CENTRAL HEATING MANAGEMENT

Luka Horvat¹, Hrvoje Rakić²

¹Student TVZ-a, Zagreb, Hrvatska

²Tehničko veleučilište u Zagrebu, Vrbik 8, Zagreb, Hrvatska

SAŽETAK

U ovom članku opisali smo praktični primjer primjene interneta stvari za pretvorbu starijeg (ili jeftinijeg) „običnog“ sustava centralnog grijanja na pelete u „pametni“ sustav kojim upravljamo preko interneta pomoću aplikacije na svom mobilnom telefonu. Za izradu upravljačkog sustava koristili smo relativno jeftine komponente u usporedbi s komercijalnim rješenjima te, naravno, znanja stečena na preddiplomskom stručnom studiju mehatronike i politehničkom specijalističkom diplomskom stručnom studiju strojarstva Tehničkog veleučilišta u Zagrebu. Sustavom centralnog grijanja sada možemo daljinski upravljati i nadzirati mu rad te automatski bilježiti podatke o potrošnji u stvarnom vremenu. Upravljanje smo ostvarili korištenjem mikro upravljača, senzora temperature i udaljenosti, servo motora, relejnog modula te odgovarajućih kablova. Izradili smo i funkcionalnu korisničku mobilnu aplikaciju te programski kôd za ispravan rad i međusobnu komunikaciju komponenti, spajanje na Internet i daljinsko upravljanje mobilnim uređajem. Zbog ograničenog prostora, programski kôd nije dio ovog članka, ali je u potpunosti dostupan u diplomskom radu prema kojem je članak napisan.

Ključne riječi: *IoT, Internet stvari, upravljanje centralnim grijanjem, automatizacija*

ABSTRACT

In this article, we have described a practical example of using the Internet of Things to convert an older (or cheaper) "ordinary" pellet heating system into a "smart" system controlled over the Internet using an application on your mobile phone. We used cheap components to create the control system compared to commercial solutions, and, of course, the knowledge acquired in the undergraduate professional study of mechatronics and the polytechnic specialist graduate professional study of mechanical engineering at the Zagreb University of Applied Sciences. We can now remotely control and monitor central heating system and record real-time consumption data. We achieved system control using microcontrollers, temperature and distance sensors, servo motors, relay modules and appropriate cables. We also created a functional user mobile application, as well as a program code for the correct operation and communication of components, connection to the Internet and remote control by a mobile device. Due to limited space, the program code is not part of this article, but is fully available in the thesis the article is based on and written.

Keywords: *IoT, Internet of Things, central heating management, automatization*

1. UVOD

1. INTRODUCTION

Ovaj članak nastao je na temelju istoimenog Diplomskog rada kao koautorstvo studenta i mentora [1]. Internet stvari (Internet of Things - IoT) sve više postaje pokretač industrije 4.0 i jedna od najzanimljivijih tema u industriji općenito. Pristup brzom internetu postao je široko dostupan i relativno jeftin. Svako kućanstvo ima barem nekoliko međusobno i/ili na Internet povezanih uređaja putem WiFi ili mobilne mreže. Većina novijih kućanskih uređaja ima WiFi mogućnosti i treba internetsku vezu za ispravno korištenje. Međusobna povezanost označava nadolazeći veliki globalni utjecaj IoT-a kroz širenje internetske povezanosti na moderne svakodnevno korištene uređaje te njihovu sinkronu interakciju i komunikaciju. U radu je detaljnije opisana primjena takvog koncepta u izradi „pametnog“ doma, konkretno za upravljanje centralnim grijanjem u kućanstvu preko mobilnog uređaja [1].

IoT je mreža inteligentno povezanih sustava i uređaja koji koriste podatke dobivene aktuatorima i senzorima u fizičkim objektima i strojevima [2]. Ova mreža omogućuje interakciju između ljudi koji rade na stroju i strojeva (stvari). Korištenje IoT-a svugdje se širi zahvaljujući svojoj sveprisutnoj povezanosti, modernoj ekonomiji, širokopojasnom Internetu, minijaturizaciji, porastu računarstva u oblaku i napretku u analitici podataka. Njegova široka upotreba poboljšati će produktivnost poduzeća i kvalitetu života potrošača. Može se primijeniti u poboljšanju sigurnosti potrošača, obrazovanja, zdravstva, energetske učinkovitosti, poljoprivrede, prometa, logistike i drugih životnih i gospodarskih aspekata. Za tvrtke može dovesti do rješenja koja poboljšavaju donošenje odluka kao i produktivnost u maloprodaji, poljoprivredi, proizvodnji i drugim sektorima. [3]

Tri komponente IoT-a omogućuju mu besprijekoran rad. To su hardver: senzori, aktuatori te ugrađeni komunikacijski hardver; među programski sloj (middleware) kao niz programskih alata za pohranu i analizu podataka te aplikacijski sloj koji se sastoji od alata za vizualizaciju i interpretaciju. Njima se pristupa

putem različitih platformi (Blynk, ThingsBoard, EMnify, i sl.). Mogu biti projektirane za različite primjene (računalo, tablet, mobilni telefon, itd.). [2]

„Pametnim“ domom smatraju se sve primjene IoT-a za automatizaciju nekih procesa u stanu, zgradi ili kući. Npr. pametna rasvjeta i kućanski uređaji, alarmni sustavi te sustavi za detekciju dima ili istjecanja plinova (slika 1).



Slika 1 Pametno upravljanje domom [4];

Figure 1 Smart home management [4]

OpenRemote je platforma otvorenog kôda za automatizaciju pametnih kuća i zgrada koja može upravljati raznim uređajima pomoću mobilnih i web aplikacija. Sastoji se od tri komponente: kontroler upravlja raspoređivanjem i integracijom vremena izvođenja između uređaja; dizajner omogućuje konfiguraciju korisničkog sučelja, a upravljačka ploča interakciju s uređajima i njihovo upravljanje. [5]

2. IOT UPRAVLJANJE CENTRALNIM GRIJANJEM

2. IOT CENTRAL HEATING MANAGEMENT

U nastavku je opisano kako pomoću jednostavnih elemenata i mikro upravljača upravljati centralnim grijanjem na daljinu i pratiti važne parametre rada takvog sustava. Također je opisan postupak izrade „pametnog“ sustava paljenja i gašenja centralnog grijanja te implementiranje rješenja za praćenje bitnih parametra. To su temperatura vode u sustavu grijanja te količina gorive tvari (peleta) u spremniku. Sve je upravljano jednostavnim i lako dostupnim uređajima koji se spajaju na mikro kontroler. On svu komunikaciju

obavlja preko internetske IoT platforme kako bi korisničke naredbe uspješno odradio i korisniku poslao tražene povratne informacije preko senzora implementiranih u sustavu. Komponente korištene u ovom radu su:

Mikro kontroler ESP32 DEVKIT V1 NodeMCU (slika 2): procesor Tensilica LX6 Dual-Core, 240 MHz, SRAM 512 kB, memorija 4 MB, bežični standard 802.11 b/g/n, frekvencija 2,4 GHz, bluetooth Classic/LE, podatkovno sučelje UART/I2C/SPI/DAC/ADC, radni napon 3,3V (operativno preko 5V-microUSB), radna temperatura -40°C do $+125^{\circ}\text{C}$, dimenzije 48x26x11,5 mm, masa 10 g.



Slika 2 Mikro kontroler NodeMCU ESP32 [6];

Figure 2 Microcontroller NodeMCU ESP32 [6]

Senzor udaljenosti HC-SR04 (slika 3): domet: 2-200 cm, preciznost: 3 mm, efektivni kut mjerenja: 15° , napon: 5V, maksimalna mirna struja: 2 mA, radna struja: 15 mA, ultrazvučna frekvencija: 40 kHz, dimenzije: 45x20x15 mm. Dva osnovna dijela modula na kojima se temelji princip rada su trig (prekidač) i echo (refleksija). Mikro kontrolerom (Croduinom ili Arduinoom) šalje 5V na trig pin modula u trajanju, minimalno, 10 mikro sekundi. Na taj način aktiviramo ultrazvučni transduktor koji odašilje 8 impulsa od 40 kHz i čeka njihovu refleksiju. Kada senzor registrira reflektirani impuls šalje podatke natrag mikro kontroleru preko echo pina. Navedeni podaci su zapravo vrijeme trajanja

reflektiranog pulsa, od 0,15 do 25 ms. Ako "jeka" traje duže od 35 ms, senzor registrira da je predmet izvan dosega. [1]



Slika 3 Senzor udaljenosti HC-SR04 [7];

Figure 3 Distance Sensor HC-SR04 [7]

Servo motor TowerPro SG90 (slika 4): kontrola: analogna (najbolje je koristiti Servo library), napon: 5V, brzina: 60 stupnjeva za 0,1s, masa 9g, dimenzije: 23mm x 12mm x 29mm.

Servo motorom može se vrlo precizno kontrolirati kut na kojeg je postavljen. Ovaj maleni servo motor odličan je za edukaciju i demonstraciju, ali se može koristiti i za veće elemente kojima ne treba velika sila za okret (npr. mali ventili). [1]



Slika 4 Servo motor SG90 [8];

Figure 4 Servo drive SG90 [8]

Senzor temperature DS18B20 (slika 5): napon: 3,3V–5V, preciznost: $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$, raspon mjerenja: -55°C do $+125^{\circ}\text{C}$, duljina žica: 100cm.

DS18B20 je vodootporni senzor temperature pakiran u metalnom i vodootpornom kućištu. Za komunikaciju s mikro kontrolerom koristi samo jednu žicu te je moguće na jedan pin staviti do 127 senzora te tako mjeriti temperature na 127 mjesta sa samo jednom žicom. [1]



Slika 5 Senzor temperature DS18B20 [9];

Figure 5 Temperature sensor DS18B20 [9]



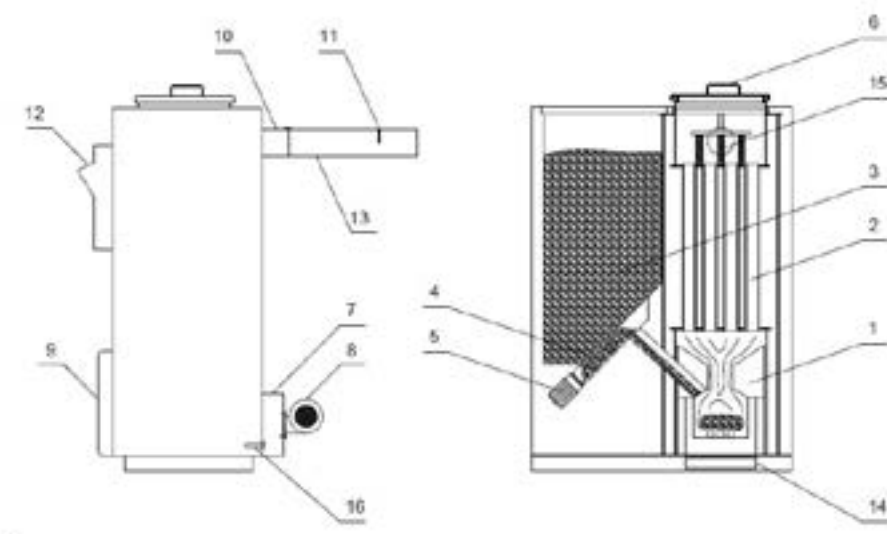
Slika 6 Relejni modul [10];

Figure 6 Relay module [10]

Releji 5VDC HJR-3FF (slika 6): maksimalni preklopni napon: 250VAC/30VDC, maksimalna preklopna struja: 15A, maksimalna preklopna snaga: 2777VA/ 240W, vrijeme rada: 10ms, vrijeme preklopa kontakata: 5ms, temperaturni raspon: -40 °C do +70 °C, masa 10g.

Ostale korištene komponente: kućište (nadžbukna razvodna kutija) te breadboard i jumper kabeli.

U promatranom kućanstvu postavljen je sustav centralnog grijanja na pelet, model BT25



Slika 7 Dijelovi kotla [11];

Figure 7 Boiler parts [11]

LEGENDA

- | | |
|--------------------------------|--|
| 1. ložište | 9. vrata ložišta |
| 2. konvektivni snop | 10. dimnjača |
| 3. rezervoar za pelet | 11. sonda dimnih gasova |
| 4. dozirni puž | 12. ormar sa komandnom tablom |
| 5. motor reduktora puža | 13. dimovodna cijev |
| 6. poklopac konvektivnog snopa | 14. posuda za prihvatanje pepela |
| 7. uvodnik vazduha | 15. mehanizam za čišćenje konvektivnog snopa |
| 8. ventilator | 16. grijač za potpaljivanje |

proizvođača TOPLING. Snaga navedenog sustava je 25kW, a uz kotao se nalazi spremnik gorive tvari (peleta) zapremnine 120 kilograma (slika 7). Planirano je nadziranje sustava iz dva segmenta. Prvi je praćenje razine preostalog peleta u spremniku i obavještanje korisnika kada je spremnik pri kraju s peletom Tako korisnik na vrijeme može dopuniti spremnik i omogućiti sustavu nesmetan nastavak rada bez potrebe za ponovnim paljenjem. Drugi dio je praćenje temperature vode u sustavu. Tako korisnik može prilagođavati režim rada kotla (jače ili slabije doziranje peleta) s obzirom na temperature prostorija. Osim toga može dobiti eventualnu obavijest uslijed moguće previsoke temperature vode u sustavu nastale usred kvara pumpe za distribuciju vode kroz sustav.

Sustav centralnog grijanja nalazi se u vanjskoj garažnoj prostoriji. Kako korisnici ne bi trebali osobno stalno nadzirati rad sustava, korištenjem mikro kontrolera i IoT platforme Blynk napravljen je sustav nadziranja te paljenja i gašenja sustava grijanja koristeći jednostavne upravljačke elemente. Na slici 8 prikazan je regulator kojim upravljamo pomoću servo motora i tako palimo ili gasimo sustav centralnog grijanja. Pali se pritiskom na tipku ENTER na regulatoru u trajanju od dvije sekunde. Tako se pokreće sustav grijanja u kojem kroz deset minuta dolazi do stabilizacije. Gasi se pritiskom na tipku ESC u trajanju od dvije sekunde. Sustav se tada prebacuje u program gašenja koji traje oko tri minute i u toku kojega, bez naknadnog doziranja puža s novim peletom u ložište, ventilator pomaže preostalom peletu u ložištu pri izgaranju.



Slika 8 Regulator [11];

Figure 8 Regulator [11]

Taj proces je inače potrebno svaki puta ručno uključiti i isključiti na regulatoru odnosno potreban je fizički odlazak do uređaja. Implementacijom servo motora (slika 9) na tipke regulatora omogućuje se korisniku upravljanje osnovnim funkcijama paljenja i gašenja na daljinu. Tako korisnik može npr. aktivirati sustav prije povratka kući te doći u već zagrijan dom.



Slika 9 Postavljanje servo motora [1];

Figure 9 Servo drive installation [1]

Korisniku je potrebna povratna informacija je li se sustav upalio kao i temperatura koju je postigao nakon određenog vremena. Na slici 9 na LCD ekranu regulatora vidi se podatak o temperaturi kotla. U donjem desnom kutu prikazana je temperatura dimnih plinova koji izlaze kroz otvor spojen s dimnjakom. Kako ne bismo morali biti fizički prisutni kod regulatora da bi očitali trenutnu temperaturu, ugradili smo temperaturni senzor koji prati temperaturu kotla odnosno temperaturu vode iz gornje (toplije) grane koja izlazi iz peći te se spaja s vodenom pumpom koja distribuira vodu kroz sustav. Zbog nemogućnosti ugradnje senzora temperature unutar sustava (sustav pod tlakom od 2 bara), senzor je postavljen uz vanjsku stjenku bakrene cijevi koja prenosi toplinu na senzor. On tada može očitati približnu temperaturu unutar sustava (uz odstupanje od 1-2°C). Na slici 10 prikazan je smjer kretanja vode unutar sustava te smještaj pumpe za vodu na izlazu iz tople grane peći. Temperaturni senzor smješten je između peći i pumpe zbog dva razloga. Prvi je kako bismo dobili približnu temperaturu kotla (zbog blizine senzora) i naravno zbog pozicije i jednostavnosti montaže istog. Drugi, bitniji razlog, je mogućnost kvara pumpe uslijed kojeg bi kotao mogao nastaviti s radom i podizati temperaturu vode unutar kotla. Pumpa u tom slučaju vodu ne distribuira sustavom nego temperature i tlaka u kotlu rastu do ili preko sigurnosnih granica (2,5 bara maksimalno). To može dovesti do oštećenja sustava centralnog grijanja. Zbog toga je bitno smjestiti senzor ispred

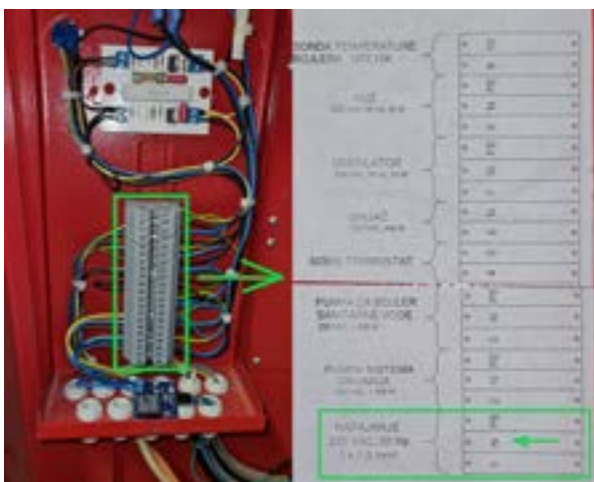
pumpe. Tako bi uslijed mogućeg kvara i porasta temperature brzo dobili informaciju o tome i mogli djelovati gašenjem sustava ili prekidom napajanja. Informaciju o temperaturi i njenom eventualnom prekoračenju dobivamo preko Blynk mobilne aplikacije.



Slika 10 Postavljanje senzora temperature [1];

Figure 10 Temperature sensor installation [1]

Na slici 11 prikazana je unutrašnjost kontrolne kutije te legenda komponenti spojenih na pojedinu rednu stezaljku. Posebno su nam zanimljive posljednje tri redne stezaljke zadužene za dovođenje napajanja u sustav. Kako u slučaju naglog porasta temperature ne bismo čekali na regulator da odradi svoj ciklus gašenja nego mogli brzo ugasiti dovod napajanja, na nultu liniju voda napajanja spajamo relej. Njime se upravlja preko mobilne aplikacije. Preko njega možemo u željenom trenutku gasiti ili paliti napajanje sustava centralnog grijanja.



Slika 11 Raspored rednih stezaljki [1];

Figure 11 Arrangement of in-line terminals [1]

Relej je upravljan pomoću mikro kontrolera i naponskom razinom od 5VDC. Upravo zbog malih dimenzija samog releja i njegove lake ugradnje u već postojeći sustav kao sigurnost kako ne bi došlo do oštećenja samog relejnog sklopa uzet je na upravljanje nulti vod s kojim se omogućuje rad centralnog grijanja (slika 12).



Slika 12 Spajanje nultog voda centralnog grijanja [1];

Figure 12 Central heating neutral connection [1]

Promatrani sustav centralnog grijanja koristi gorivu tvar. Ona gorenjem oslobađa toplinsku energiju koja se dalje prenosi na medij (vodu). Pomoću pumpe se voda prenosi kroz sustav do potrošača (radijatora) koji ju dalje disipira u prostoriju. Goriva tvar je u ovom slučaju drveni pelet, proizvod izrađen od usitnjenog prešanog drveta ili piljevine. Peleti se proizvode pod vrlo visokim pritiskom i tako dobivaju i zadržavaju valjkasti oblik. Prednost tog oblika je nizak postotak vlage (manje od 10%) što im omogućava visoku učinkovitost sagorijevanja, a rezultat je vrlo mala količina pepela u ložištu kotla.

Uz kotao se nalazi spremnik peleta zapremnine 120kg. Ima prozirno okno koje omogućuje vizualno praćenje razine peleta u spremniku (slika 13). Kako bismo olakšali praćenje razine peleta i smanjili broj osobnih odlazaka u garažu, implementiran je ultrazvučni senzor postavljen na poklopac spremnika. On očitava udaljenost od vrha do trenutne razine peleta te korisniku vraća povratnu informaciju o količini peleta u spremniku u postocima. Udaljenost koju senzor mjeri je od vrha spremnika do početka konusnog dijela spremnika. Iznosi oko 50 cm. U programskog kôdu napravljena je podjela na dvadeset dijelova tako da postotak raste odnosno pada za inkrement od 5% za svaku očitavanu razliku u visini od 2,5 cm.

Nakon izvođenja programskog kôda i postavljanja senzora na poziciju pojavila su se dva problema. Prvi je taj što spremnik ima donji dio konusnog oblika. Puž na dnu spremnika uzima pelet i dozira ga po potrebi u ložište kotla. Pelet postavljen u spremnik pri trošenju više nije ravan jer se urušava u sredinu spremnika. Zbog toga dobivamo pogrešnu informaciju o stanju napunjenosti spremnika peleta (slika 13). Sukladno tome javlja se i drugi problem očitavanja senzora jer on radi na principu slanja ultrazvučnog signala prema površini i primanja povratnog signala. Preko vremena putovanja tog signala izračunava se udaljenost. Zbog neravne površine i male granulacije peleta očitavanja nisu stabilna te nam mobilna aplikacija javlja grešku očitavanja.



Slika 13 Položaj peleta u spremniku [1];

Figure 13 Pellets position in the tank [1]

Postavljanjem ravne površine unutar spremnika riješena su oba navedena problema. To je jednostavno riješeno pločom polistirena (stiropora) nešto manjih dimenzija od spremnika kako bi ploča mogla nesmetano “tonuti” unutar

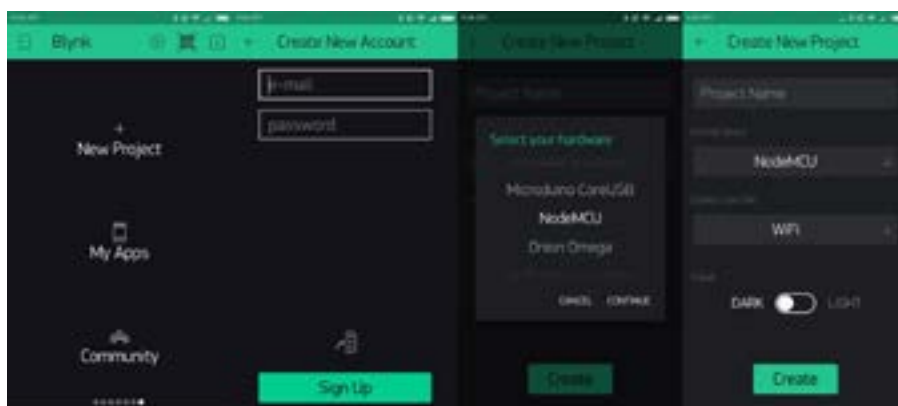
spremnika kako se pelet troši (slika 14). Tako senzor uvijek ima ravnu površinu za očitavanje, a korisnik dobiva točnu informaciju o razini odnosno količini peleta u spremniku. Testiran je prazni spremnik i očitana udaljenost od senzora do postavljene polistiren ploče unutar spremnika te je novi izračun iznosio 44 cm. U obzir je uzeto i postavljeno kućište u kojem je smješten mikro kontroler te ultrazvučni senzor (smješten s unutarne stanje poklopca spremnika) visine 4 cm te ploče visine 2 cm. Umjesto početnih 50 cm raspon je sada 44 cm koje smo podijelili na promjenu od 5% u mobilnoj aplikaciji za svakih 2,2 cm pomaka ploče unutar spremnika.



Slika 14 Senzor udaljenosti i polistiren ploča [1];

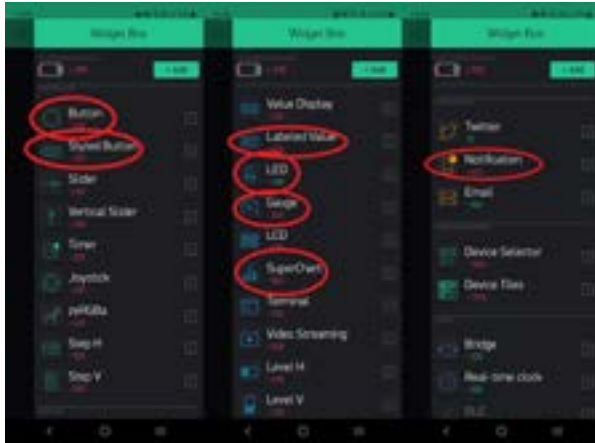
Figure 14 Distance sensor and polystyrene board [1]

Blynk je platforma koju korisnik može instalirati na svoj iOS ili Android uređaj te njome preko interneta upravljati mikro kontrolerima poput Arduina, Raspberry Pi-a, ESP32, i sl. To je digitalna nadzorna ploča koja omogućava korisniku izradu grafičkog sučelja jednostavnim



Slika 15 Postavljanje Blynk mobilne aplikacije [1];

Figure 15 Blynk mobile app settings [1]



Slika 16 Odabir modula [1];

Figure 16 Module selection [1]

odabirom željenog modula te povlačenjem istog na radnu površinu kreiranog projekta.

Nakon pokretanja aplikacije potrebno se prijaviti na Blynk server te se preko internetske veze povezati na mikro kontroler uz korištenje MQTT protokola za komunikaciju između mikro kontrolera i mobilnog uređaja. Prvo treba izraditi novi projekt gdje nakon unosa emaila i lozinke odabiremo s kojim mikro kontrolerom želimo komunicirati. U ovom slučaju radi se o ESP32 Dev Boardu, a vrsta spajanja je WiFi (slika 15). Nakon uspješnog kreiranja projekta

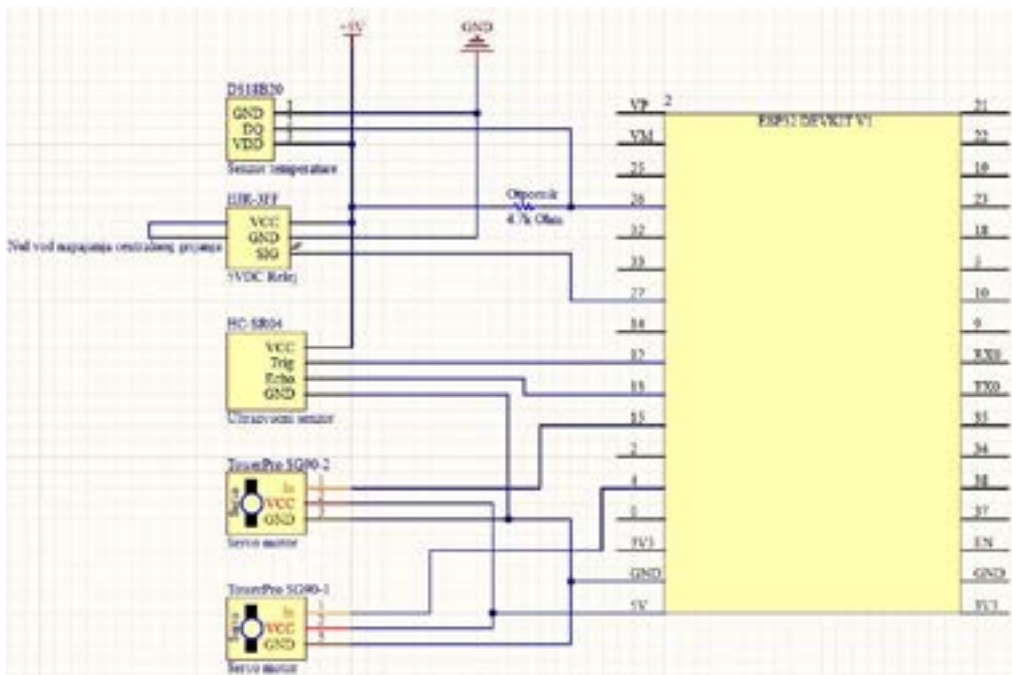


Slika 17 Konačni izgled kontrolne ploče [1];

Figure 17 Control board final look [1]

na korisnički email dolazi autentifikacijski token koji omogućuje spajanje programskog kôda mikro kontrolera s mobilnom aplikacijom.

Ubacujući željene module kreiramo nadzornu ploču te pomoću funkcija koje određeni moduli obavljaju, upravljamo i nadziremo rad sustava. Koristili smo module kojima palimo i gasimo centralno grijanje preko tipki unutar mobilne aplikacije. One pomiču poziciju servo motora spojenog na mikro kontroler. LED lampica vizualno potvrđuje primitak informacije te označava početak ili kraj rada sustava.



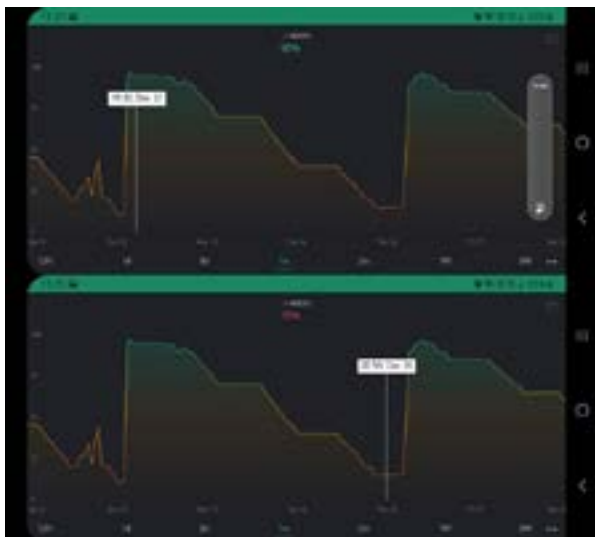
Slika 18 Shema spajanja elektro komponenta [1];

Figure 18 Electro components schematics [1]

Drugi moduli korišteni su za praćenje važnih parametara kao što su kapacitet spremnika peleta i temperatura, a što je implementirano u obliku mjerača. Zadnji korišteni modul je notification modul koji nam šalje upozorenje na mobilni uređaj u slučaju praznog spremnika peleta odnosno prelaska iznad dozvoljene temperature vode u sustavu. (slika 16)

Svakom je modulu dodijeljen virtualni pin pomoću kojega se šalju i primaju podaci s mikro kontrolera ovisno o potrebnoj funkciji. Prednost ovakve komunikacije je mogućnost personalizacije izrade korisničkog sučelja koje najbolje odgovara korisniku. Konačni izgled kontrolne ploče prikazan je na slici 17. Shema spajanja elektro komponenata prikazana je na slici 18.

Nakon uspješnog postavljanja svih važnih parametara dobiva se sustav koji nam omogućuje jednostavan pristup i upravljanje uređajima na daljinu uz pomoć mobilnog telefona. Ultrazvučni senzor mjeri udaljenost, a temperaturni senzor očitava temperaturu svakih tri sekunde. Te vrijednosti šalju se na blynk server svakih 20s. Podaci o potrošnji peleta bilježe se u aplikaciji na mobitelu te se mogu kasnije grafički prikazati (slika 19).



Slika 19 Grafički prikaz potrošnje peleta [1];

Figure 19 Pellet consumption graphical representation [1]

3. ZAKLJUČAK

3. CONCLUSION

Prednost ovog sustava je mogućnost nadzora važnih parametara i sukladno upravljanje sustavom. Uslijed nestanka napajanja, kod ponovnog pokretanja podaci su spremljeni te sustav može nastaviti s radom bez ikakvih problema. Prednost je i što se sada podaci o potrošnji peleta bilježe u aplikaciji na mobitelu te se mogu kasnije grafički prikazati te analizirati s ciljem buduće uštede.

Nedostaci su očitavanje senzora udaljenosti koji zahtjeva ravnu površinu i senzor temperature na vanjskoj stjenki cijevi koji onda ne može točno nego samo približno očitati temperaturu vode. To se onda mora programski kompenzirati kako bi vrijednost (približno) odgovarala onoj unutar zatvorenog sustava. Dodatno moguće unapređenje bila bi ugradnja mikro prekidača na poklopac spremnika da zaustavi mjerenje razine peleta kada korisnik puni spremnik odnosno kada je poklopac otvoren.

Na funkcionalnom primjeru prikazana je uspješna primjena interneta stvari za pretvorbu „običnog“ sustava centralnog grijanja na pelete u „pametni“ sustav kojim se upravlja pomoću aplikacije na svom mobilnom telefonu. Za izradu su korištene relativno jeftine komponente u usporedbi s komercijalnim rješenjima. Sustavom centralnog grijanja sada se može daljinski upravljati i nadzirati mu rad te automatski bilježiti podatke o potrošnji u stvarnom vremenu (monitoring).

4. REFERENCE

4. REFERENCES

- [1.] Horvat, Luka, Primjena IoT za upravljanje centralnim grijanjem u kućanstvu, 2021., diplomski rad, Tehničko veleučilište u Zagrebu, Strojarski odjel, Zagreb, CROSBID: 1197894. Dostupno na: <https://www.bib.irb.hr/1197894>
- [2.] G. A. Akpakwu, B. J. Silva, G. P. Hancke and A. M. Abu-Mahfouz, "A Survey on 5G Networks for the Internet of Things: Communication Technologies and Challenges," in IEEE Access, vol. 6, pp. 3619-3647, 2018, doi: 10.1109/ACCESS.2017.2779844, e-ISSN 2169-3536
- [3.] I. Livaja i Z. Klarin, "UTJECAJ 5G MREŽE NA INTERNET STVARI", Zbornik radova Veleučilišta u Šibeniku, vol.14, br. 1-2, str. 155-169, 2020. [Online]. Dostupno na: <https://hrcak.srce.hr/241620>. [Citirano: 13.04.2022.], print-ISSN 1846-6699 (Tisak), e-ISSN 1846-6656
- [4.] Intechone, Smart Home, <https://www.intech1.com/smart-home-2/>, preuzeto 13.4.2022.
- [5.] Open Remote, <http://www.openremote.com/functions-features/>, preuzeto 13.4.2022.
- [6.] ESP32 NodeMCU, <https://joy-it.net/en/products/SBC-NodeMCU-ESP32>, preuzeto 13.4.2022.
- [7.] HC-SR04, <https://e-radionica.com/hr/blog/2015/08/19/kkm-ultrazvucni-modul-hc-sr04/>, preuzeto 13.4.2022.
- [8.] TowerPro SG90, <https://e-radionica.com/hr/servo-motor-towerpro-sg90.html>, preuzeto 13.4.2022.
- [9.] DS18B20, <https://e-radionica.com/hr/vodootporni-ds18b20-senzor-temperature.html>, preuzeto 13.4.2022.
- [10.] Relej 5VDC HJR-3FF, <https://www.reichelt.com/be/en/developer-boards-relay-module-5-v-srd-05vdc-sl-c-debo-relay-5v-p239148.html>, preuzeto 13.4.2022.
- [11.] BT 25 TOPLING, <https://www.topling.com/site/sr/kotlovi/biotopling>, preuzeto 13.4.2022.

AUTORI · AUTHORS

● Luka Horvat

Rođen je 1998. godine u Zagrebu. Završio je osnovnu školu u Gradecu i srednju tehničku školu Ruđera Boškovića u Zagrebu. Prediplomski stručni studij mehatronike na Tehničkom veleučilištu u Zagrebu završio je 2019. godine. Zaposlen je u tvrtki Geico Taikisha Controls d.o.o. na radnom mjestu Hardware inženjer. Politehnički specijalistički diplomski stručni studij strojarstva, modul mehatronika i robotika na Tehničkom veleučilištu u Zagrebu završava 2021. godine uz diplomski rad pod naslovom „Primjena IoT za upravljanje centralnim grijanjem u kućanstvu“.

Korespondencija · Correspondence

horvat.luka.98@gmail.com; Geico Taikisha Controls d.o.o., Ulica grada Vukovara 269G, Zagreb

● Hrvoje Rakić

Rođen je 1981. u Koprivnici, gdje je završio prirodoslovno-matematičku gimnaziju. Diplomirao je na usmjerenju Zavarene konstrukcije Fakulteta strojarstva i brodogradnje Sveučilišta u Zagrebu. Od 2006. godine radi na Tehničkom veleučilištu u Zagrebu, trenutno u nastavnom zvanju predavača. Kao asistent i predavač izvodio je nastavu iz kolegija Upravljanje proizvodnjom i projektima, Održavanje tehničkih sustava, Upravljanje i vođenje projekata, Matlab, Održavanje elektrotehničke opreme te Planiranje i vođenje projekata na prediplomskim stručnim studijima mehatronike, strojarstva i elektrotehnike te na diplomskim specijalističkim stručnim studijima strojarstva i informatike. Član je tehničkog odbora Hrvatskog zavoda za norme (HZN) - TO 521: Usluge održavanja. Oženjen je i otac jednog djeteta.

Korespondencija · Correspondence

hrvoje.rakic@tvz.hr; Tehničko veleučilište u Zagrebu, Strojarski odjel, Vrbik 8