IEEESTEC

11th Student projects conference

Organized By:
EESTEC LC Niš
IEEE Student Branch Niš
Faculty of Electronic Engineering Niš

With the cooperation of:
IEEE Serbia and Montenegro Section
IEEE Electron Devices/Solid-State Circuits Chapter
IEEE Microwave Theory and Techniques Chapter
IEEE WIE Affinity Group
Serbian Academy of Sciences and Arts (SASA), Branch Niš
Ministry of Education, Science and Technological Development

ISBN: 978-86-6125-204-4

Publisher:
Faculty of Electronic Engineering, Niš
P.O.Box 73, 18000 Niš
http://www.elfak.ni.ac.rs

Chairman:
Danijel Danković

Vice Chairman:
Dušan Vučković
Miloš Marjanović

Editors of Proceedings:
Ninoslav Stojadinović
Vera Marković
Danijel Danković
Zlatica Marinković

Secretary:
Nikola Simić
Dragana Dimitrijević
Đorđe Veličković
Miloš Mitić
Nikola Krstić
Milan Stojanović
Nikola Mitrović
Nikola Radisavljević
Milan Ivković
Marija Živković
Filip Đorović
Stefan Jovanović
Miljan Jerotijević
Anđela Kocić
Jana Vračar
Sandra Veljković
Milivoje Mihajlović

Technical Editors:
Miloš Marjanović
Emilija Živanović
Nikola Mitrović
Sandra Veljković
Danijel Danković
Aleksandra Stojković

CIP - Каталогизација у публикацији - Народна библиотека Србије, Београд

621.3(082)
004(082)

IEEESTEC Student Project Conference (11 ; 2018 ; Niš)
IEEESTEC 11th Student Project Conference, [Niš, 2018] / organized by EESTEC LC, Niš ... [et al.] ; [editors Ninoslav Stojadinović ... et al.]. - Niš : Faculty of Electronic Engineering, 2018 (Novi Sad : Perins inženjering). - 364 str. : ilustr. ; 30 cm

Kor. nasl. - Radovi na srp. i engl. jeziku. - Tekst štampan dvostubačno. - Tiraž 100. - Bibliografija uz svaki rad.

ISBN 978-86-6125-204-4
1. Stojadinović, Ninoslav, 1950- [уредник] 2. Institut inženjera elektrotehnike i elektronike. Studentski ogranak (Niš)
a) Електротехника - Зборници b) Рачунарство - Зборници
COBISS.SR-ID 270258700

Printed by: „PERINS inženjering“, Novi Sad, 2018.
Circulation: 100 copies

Reviewers:

1. Vojkan Davidović
2. Miona Andrejević Stošović
3. Emilija Živanović
4. Dejan Mirković
5. Sandra Đošić
6. Milena Frtunić Gligorijević
7. Miloš Marjanović
8. Zlatica Marinković
9. Vesna Paunović
10. Danijel Danković
11. Sanja Aleksić
12. Igor Jovanović
13. Ivan Anastasijević
14. Nikola Danković
15. Miloš Bogdanović
16. Valentina Nejković
17. Miloš Đorđević
18. Aleksandra Stojković
19. Jana Vračar
20. Milivoje Mihajlović
21. Vladimir Mitić
22. Milić Pejović
23. Tijana Dimitrijević
24. Filip Filipović
25. Goran Nikolić
26. Milan Simić
27. Marko Dimitrijević
28. Stefan Ilić
29. Nikola Mitrović
30. Aleksandra Stojnev Ilić
31. Vladimir Simić
32. Saša Nikolić
33. Bojan Banković
34. Milica Jovanović
35. Ivana Stojković
36. Goran Miljković
37. Dušan Đorđević
38. Jelena Anastasov
39. Vladimir Sibinović
40. Miodrag Spasić
41. Nenad Milošević
42. Mirjana Perić
43. Dragana Živaljević
44. Boban Veselić
45. Nikola Simić
46. Aleksandra Cvetković
47. Sandra Veljković
48. Ljubomir Vračar

Table of contents:

Realizacija uređaja za kontrolu košarkaškog semafora korišćenjem mikrokontrolera PIC16F877A 1
Kreiranje verifikacionog okruženja za FIFO memoriju po eRM metodologiji 7
Adopting Data Mining Techniques in Telecommunications Industry: Call Center Case Study 11
Sistem za merenje kvaliteta vazduha u prostoriji 15
Pametni sistem za navodnjavanje biljaka 19
Daljinsko upravljanje automobilom korišćenjem Bluetooth modula HC – 06 i Android mobilne aplikacije 23
Sistem pametne kuće zasnovan na GSM mobilnoj i IoT tehnologiji 29
Optimizacija dizajna integrisanog silicijumskog Hall-ovog senzora putem 3-D simulacije 35
Primena komercijalnih boja kao fotoosetljive komponente u solarnim ćelijama 41
„Student and Young Professional“ kongres u Portu, Portugalija 47
Realizacija strujne sonde korišćenjem integrisanog kola INA212 51
Elektronska kocka 55
Sistemi za integrisanje platformi za elektronsko poslovanje u komercijalne sisteme 59
Graphical programming language for Arduino based hardware – ArduTheKid 63
Realizacija kola za kontrolu „zelenog talasa“ 65
Istraživanje difrakcije svetlosti 69
Akcelerometarski bežični miš 73
Život i studije u Vesterosu 77
Razvoj android aplikacije za upravljanje pokretnim senzorskim čvorom korišćenjem bluetooth komunikacije 79
Erasmus+ program mobilnosti između Univerziteta u Nišu i Univerziteta u Haenu 83
Eksterna baterija sa solarnim napajanjem 87
Praktična realizacija solarnog punjača 91
Eliminating Electromagnetic Interference from a DC-DC Buck Converter 97
Praktična implementacija RSO filtra za smanjivanje elektromagnetne interferencije (EMI) 101
Kontrola robotske ruke 107
Bluetooth zvučnik sa ekranom na kome se prikazuju datum i vreme i broj prijavljenih korisnika ... 109
Realizacija LED propelera 115
Realizacija zvučnog pojačala 119
Realizacija protivpožarnog alarma na štampanoj ploči 123
Uređaj za ispitivanje benzinskih dizni 127
Komparativna analiza programa za Text Mining u C# i R jeziku 129
Comparison of Hybrid Electric Vehicle Operation with Different Control Strategies 133
Realizacija binarnog sata korišćenjem Arduino Uno okruženja 137
LED indikator jačine zvuka ralizovan korišćenjem Arduino Uno mikrokontrolera 141
Blockchain tehnologija i njena primena u skladu sa Ciljevima održivog razvoja Ujedinjenih nacija 147
Prikupljanje podataka putem mobilne meteorološke stanice i njihova klasifikacija putem ID3 algoritma 149
SUMS – Sistem za unapređivanje motoričkih sposobnosti 153
Internet of Things meteorološka stanica sa LoRa modulom 157
Analiza „Tube Screamer“ gitarske pedale 161
Projektovanje Bluetooth Low Energy Click pločice 165
Projektovanje LED Drivera snage 70 W 171
Ispitivanje uticaja prepreke na prostiranje RF signala 177
Karakteristike i primene polikristalnih dijamanata 181
Realizacija RGB LED muzičke trake 185
Preciznost korišćenja GPS uređaja pri aktivnostima u planini 191
Projektovanje i realizacija drajvera za laser u konfiguraciji sa zajedničkim emitorom 195
Hogg-ov fazni detektor 199
Optical Receiver with Limiting Amplifier 203
Introduction of Aqua-Pump for air-conditioners 207
Određivanje neophodnosti i nivoa zaštite gromobranske instalacije 211
Pametno gazdinstvo 215
LoRaWAN meteorološka stanica 219
SMS Server 223
Calmy - Aplikacija protiv anksioznosti 227
Modifikacija postojeće kontrole rada peći na pelet 231
Health Bracelet 235
IoT – Koncept upravljanja uređajima preko Interneta 237
Realizacija sistema za kontrolu pristupa korišćenjem RFID tehnologije 241
Dimovanje RGB LED trake 245
Primena programabilnog logičkog kontrolera Omron u realizaciji digitalnog sata 249

Merni balon za određivanje koncentracije ugljen monoksida u vazduhu 253
Automatizovani prozor 257
Primena programabilnih logičkih kontrolera u ilustraciji računskih operacija sabiranja i oduzimanja 261
Realizacija automatskog školskog zvona 265
Alarmni sistem za gradsku garažu 269
Primena SCADA sistema u regulaciji nivoa i temperature vode u bazenu 275
Senzorsko kontrolni sistem za navodnjavanje poljoprivrednog zemljišta 279
Euroweb razmena na Univerzitetu Balearskih ostrva u Majorci 283
Inteligentna IEEESTEC Konferencija 287
Design of LoRa-Based Service Architecture for Low-Complex IoT Wireless Communications 293
Elektronski sistem za zaštitu rudnika 299
Realizacija pametnog ogledala pomoću Raspberry Pi 303
Primena gemifikacije u stvaranju zdravih navika 307
Realizacija sistema za bežični prenos energije 315
D/A konvertor 319
Primena klasifikacionih algoritama mašinskog učenja za analizu mehaničkih kvarova u električnim... 321
Aplikacija za automatsko merenje zastoja na mašinama za proizvodnju putničkih guma u realnom vremenu 325
Dekapsulacija i analiza EPAD-a 329
Projekat ES-SOS – Emergency Streaming SOS 335
Analog/Mixed-Signal Dizajn i Verifikacija - osnove jezika Verilog-AMS 341
Smart mirror – Pametno ogledalo 345
Kombinovani pokretni sistem za detekciju temperature i vlažnosti 349
Primena Arduino platforme za kontrolu i regulaciju životnih uslova u terarijumu 353
Sistem za praćenje uslova rasta biljaka preko mobilne aplikacije 357
Modelovanje rezonantne frekvencije DGS filtara pomoću veštačkih neuronskih mreža 361

Realizacija uređaja za kontrolu košarkaškog semafora korišćenjem mikrokontrolera PIC16F877A

Milan Petrović

Sadržaj - U ovom radu, predstavljen je uređaj koji služi za kontrolu košarkaškog semafora, odnosno daljinsko upravljanje podacima koje on treba da prikazuje. Na samom semaforu se prikazuju rezultati obe ekipe, preostalo vreme u četvrtini, preostalo vreme za napad, redni broj četvrtine, kao i faulovi obe ekipe do ulaska u bonus. Šema je projektovana u programu *Proteus 8 Professional*, [1] i ima za cilj demonstriranje rada košarkaškog semafora.

I. UVOD

Semafori su prešli dug put u razvoju od početka 20. veka, kada su se operateri penjali na merdevine kako bi ispisali rezultat kredom, ili promenili broj na samom semaforu. Ručno upravljani semafori, polako su bili menjani mnogo efikasnijim semaforima na struju, koji sa godinama postaju sve veći i sjajniji. Sa rastom popularnosti košarke, stvorila se potreba da bitni podaci na utakmici, kao što su rezulat, preostalo vreme, četvrtina, budu dostupni gledaocima. Postaje jako bitno koliki će semafor biti postavljen i gde će se nalaziti u hali. Zbog toga su stari semafori izbačeni iz upotrebe.

Razvojem elektronike omogućeno je da semafori budu vidljivi svima, zbog svoje veličine, ali i lakog pozicioniranja na višim mestima hale.

II. ELEKTRIČNA ŠEMA SEMAFORA

Kompletna šema semafora data je na Slici 1 i biće detaljno objašnjena u nastavku teksta. Šemu je moguće realizovati na više načina ali u ovom slučaju su korišćene sledeće komponente:

PIC mikrokontroler PIC16F877A [2]

PIC16F877A je 8-bitni mikrokontroler izrađen u CMOS tehnologiji sa ugrađenim FLASH i EEPROM memorijama za čuvanje programa i podataka. Jezgro mikrokontrolera pakuje se u 40-pinsko DIP kućište ili u 44-pinska kućista QFP i PLCC tipa. U ovom radu je korišćen mikrokontroler u DIP kućištu.

Pomerački registar SN74HC595 [3]

Ovo integrisano kolo predstavlja 8-bitni *serial-in/parallel-out* pomerački registar, koji služi da rastereti pinove na mikrokontroleru. Njegova uloga je kontrola 7-segmentnog displeja.

Milan Petrović, Elektronski fakultet, Univerzitet u Nišu, Aleksandra Medvedeva 14, 18000 Niš, Srbija, E-mail: milan.petrovic1994@outlook.com

LCD displej 20x4 [4]

LCD displej se koristi za ispisavanje imena igrača i trenera obe ekipe. Nalazi se u kućištu sa 14 pinova.

Sedmosegmentni displej [5]

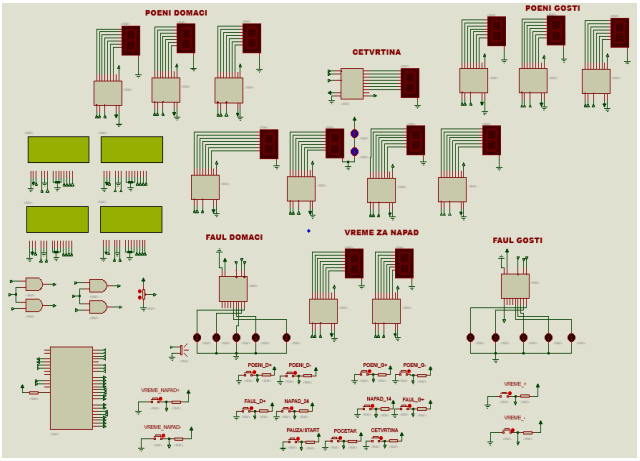
U ovom radu iskorišćen je 7-segmentni displej sa zajedničkom katodom. Kada informacija stigne iz mikrokontrolera preko pomeračkog registra on će isključiti ili uključiti određene diode kako bi promenio broj koji treba da se prikaže.

Kristalni oscilator [6]

Kristalni oscilator je oscilator koji koristi mehaničku rezonancu vibrirajućeg kristala piezoelektričnog materijala da stvori električni signal sa vrlo preciznom frekvencijom. Kvarcni kristali su proizvedeni za frekvencije od nekoliko desetina kHz do nekoliko desetina MHz. Svi mikrokontroleri mogu da koriste eksterni oscilator, s tim što se tada povećava potrošnja energije, ali i povećava brzina instrukcija koje obavlja mikrokontroler.

LE dioda [7]

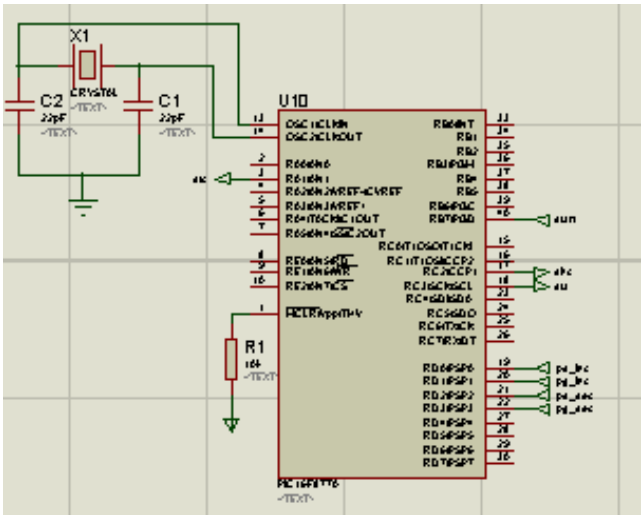
LE (*Light-emiting*) dioda je posebna vrsta poluprovodničke diode koja emituje svetlost kada kroz nju protiče struja. LE diode rade isključivo kada su direktno polarisane, pri čemu boja svetla zavisi od energetskog procepa materijala od kojeg se izrađuje sama dioda.



Slika 1. Električna šema semafora.

Sa mikrokontrolera se šalju podaci na pomeračke registre koji kontrolišu 7-segmentne displeje (slika 2). Šalju se

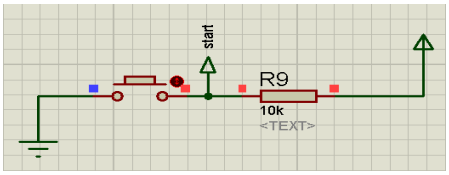
podaci (data) i takt (clock), a ti podaci se prenose serijski sa jednog pomeračkog registra na drugi. Svaki pomerački registar je vezan na napajanje. Četiri 7-segmentna displeja služe za prikaz vremena (dva za minute i dva za sekunde), jedan za redni broj četvrtine, dva za prikaz preostalog vremena za napad, i po tri displeja za prikaz rezultata.



Slika 2. Mikrokontroler sa eksternim oscilatorom.

Korišćeno je petnaest tastera koji služe za startovanje programa, pauzu, povećanje i smanjenje rezultata, povećanje i smanjenje preostalog vremena u četvrtini ili napadu i dodavanje faulova jednoj od ekipa. Na sve tastere su vezani *pull-up* otpornici od 10kΩ (Slika 3).

Kada taster nije pritisnut, pin mikrokontrolera je preko otpornika vezan na napajanje, što znači da do njega dolazi logička jedinica. Kada se pritisne taster, do mikrokontrolera će doći logička 0 što signalizira mikrokontroleru da treba da poveća ili da smanji broj koji će se ispisati na 7-segmentnom displeju.

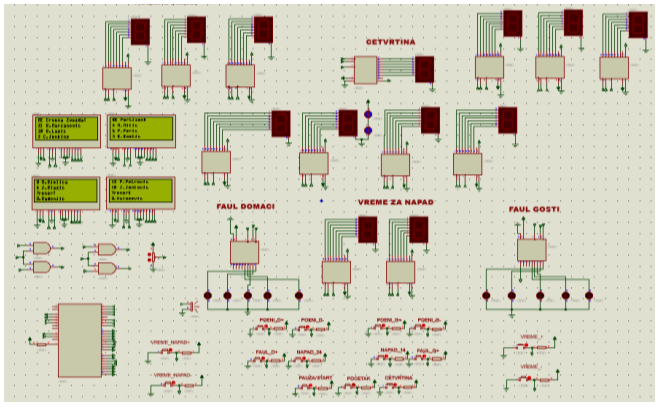


Slika 3. Taster na kome je vezan *pull-up* otpornik.

III. SIMULACIJA RADA SEMAFORA

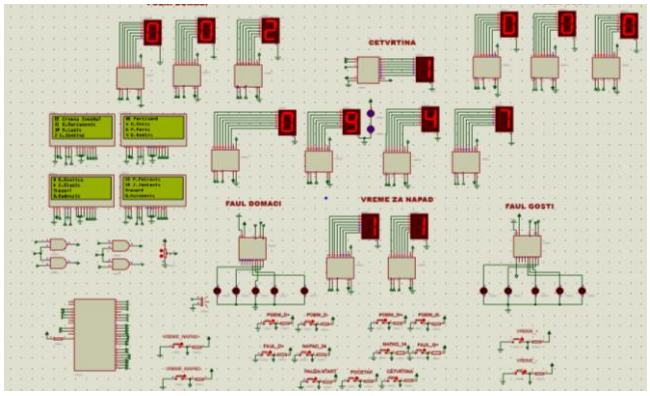
Simulacija rada semafora je rađena pomoću paketa *Proteus 8 Professional* konkretno u programu *ISIS 8 Professional*. Proteus je softverski alat u kome postoji mogućnost crtanja šematika, raznih simulacija i PCB modelovanja. Ovaj program radi u realnom vremenu i poseduje veliki broj biblioteka. Takođe, poseduje i *autoroot* opciju, kao i mogućnost ubacivanja STEP modela i manipulaciju 3D objektima.

Na slici 4. može se videti početak simulacije rada košarkaškog semafora. Na LCD displejima su ispisana imena domaće i gostujuće ekipe, i čeka se sa pritiskom na taster početak.

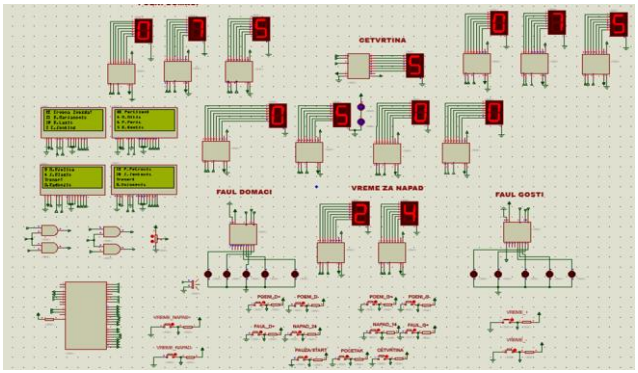


Slika 4. Početak simulacije košarkaškog semafora.

Nakon 13 sekundi igre rezultat je 2:0 za domaćina (Slika 5). Četvrtina je prva, ni jedna od ekipa nije napravila faul. Na Slici 6, moguće je videti šta će se dogoditi ukoliko ekipe budu izjednačene na kraju četvrte četvrtine. Vreme se postavlja na 5 minuta, vreme za napad ostaje na 24 sekunde i ni jedna od ekipa nema faul.



Slika 5. Prikaz prve promene rezultata.



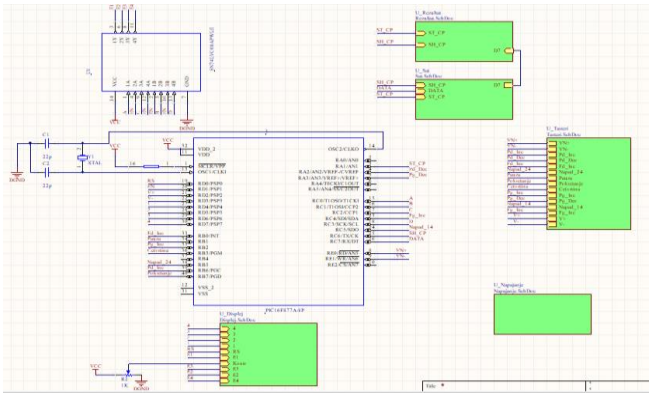
Slika 6. Ulazak u produžetke.

IV. PROJEKTOVANJE ŠTAMPANE PLOČE KONTROLNE TABLE

Za projektovanje štampane ploče korišćen je program *Altium Designer* [8] koji pruža odličnu podršku modeliranja u PCB tehnologiji. *Altium Designer* je softverski alat koji služi za crtanje električnih kola u šematiku, nakon čega postoji mogućnost prebacivanja celokupnog sadržaja sa svim komponentama u PCB model. U njemu se može naći veliki broj komponenata koje poseduje program nakon instalacije, ali postoji i mogućnost ubacivanja dodatnih biblioteka koje nude proizvođači komponenata uz svoje proizvode.

Često se dešava da su kola velika i kompleksna, i da na njima radi veći broj ljudi. Zato je potrebno napraviti jedan glavni šematik na kome će biti smešteni svi niži šematici, kao što su „Napajanje“, „Sat“ , „Rezultat“ i „Displej“.

Na šematiku „Glavni“, koji je prikazan na Slici 7, se nalazi glavna komponenta celog uređaja, a to je mikrokontroler PIC16F877A na kome su vezane sve potrebne komponente kao što je kvarcni oscilator sa dva kondenzatora od 22pF. Na mikrokontroler je dovedeno napajanje i takođe je priključena digitalna masa. Na odgovarajuće pinove mikrokontrolera povezano je 15 tastera koji služe za pokretanje i upravljanje modulom. Vezan je i otpornik na MCLR pinu koji je na drugoj strani vezan na napajanje kako bi se i hardverski sprečilo resetovanje mikrokontrolera. Takođe su postavljene i izlazne *Net Label*-e za podatke i *clock* koji se šalju iz mikrokontrolera na pomeračke registre.



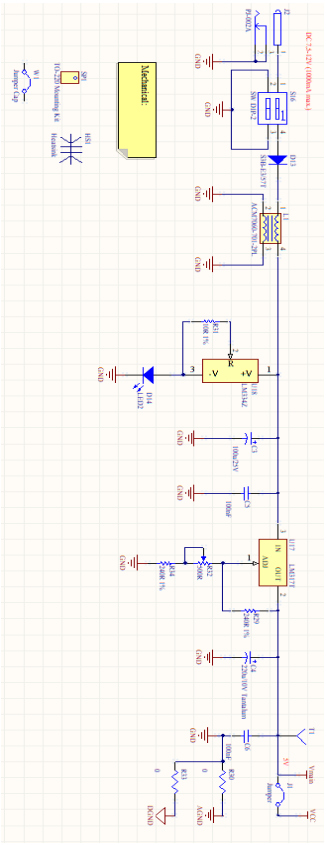
Slika 7. Šematik “Glavni”.

Na šematiku „Napajanje“ (Slika 8) se nalazi DC konektor na koji se dovodi napon od 12V, a za uređaj je potrebno 5V, pa je potrebno obezbediti ovu vrednost napona. To se postiže kolom LM317T koje služi kao naponski regulator tako što se na pin ADJ (*adjustable*) postave odgovarajući otpornici, koji se izračunavaju iz formule:

$$V_0 = V_{REF}\left(1 + \frac{R_2}{R_1}\right) + I_{REF}R_2$$

gde je V_{REF} = 1.25V , a I_{REF} može maksimalno biti 100µA.

Odmah pored njega se nalaze elektrolitski kondenzatori C3 i C4 koji služe da dodatno isprave napon. Dioda D13 služi da spreči negativan napon da dođe do LM317T U17, jer je ovo kolo veoma osetljivo na negativne napone. Feritna prigušnica L1 služi da otkloni šumove koji dolaze iz DC ispravljača. Kolo LM334 U18, na kome je vezana LE dioda D14 koja služi kao indikator da je uređaj uključen, predstavlja izvor konstantne struje tako da će LE dioda uvek svetleti konstantno.

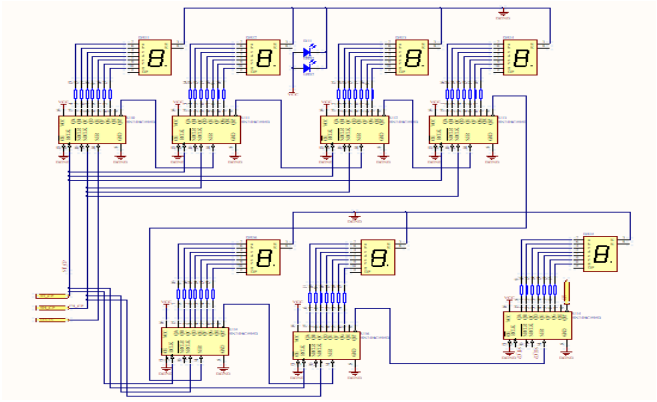


Slika 8. Šematik “Napajanje”.

Šematik „Sat“, prikazan na Slici 9, sastoji se iz sedam sedmosegmentnih displeja (DS11, DS12, DS13, DS14, DS15, DS16, DS17) koji služe za prikazivanje preostalog vremena u četvrtini, preostalog vremena za napad, i za prikaz rednog broja četvrtine. Pomerački registri (U10, U11,U12, U13, U14, U15, U16) služe za kontrolu sedmosegmentnih displeja , a izmedju sedmosegmentnih displeja za preostalo vreme u četvrtini nalaze se dve LE diode kako bi odvojile minute i sekunde. Ovde se nalaze ulazne *Net Label*-e za podatke i *clock*. Takođe, svuda između pomeračkih registara i sedmosegmentnih displeja nalaze se otporne mreže kako bi se ograničila struja kroz sedmosegmentne displeje.

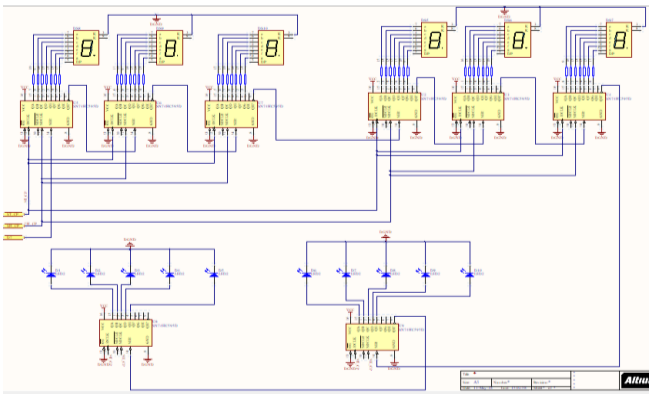
Šematik „Sat“, prikazan na Slici 9, sastoji se iz sedam sedmosegmentnih displeja (DS11, DS12, DS13, DS14, DS15, DS16, DS17) koji služe za prikazivanje preostalog

vremena u četvrtini, preostalog vremena za napad, i za prikaz rednog broja četvrtine. Pomerački registri (U10, U11,U12, U13, U14, U15, U16) služe za kontrolu sedmosegmentnih displeja , a izmedju sedmosegmentnih displeja za preostalo vreme u četvrtini nalaze se dve LE diode kako bi odvojile minute i sekunde. Ovde se nalaze ulazne *Net Label*-e za podatke i *clock*. Takođe, svuda između pomeračkih registara i sedmosegmentnih displeja nalaze se otporne mreže kako bi se ograničila struja kroz sedmosegmentne displeje.



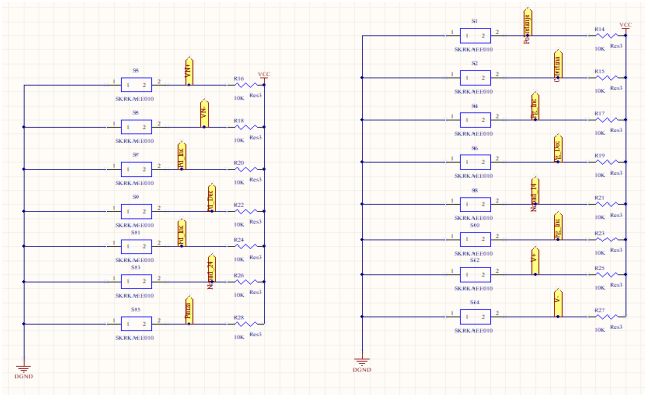
Slika 9. Šematik „Sat“.

Na šematiku „Rezultat“, prikazanom na Slici 10, postoji šest sedmosegmentnih displeja, tri za rezultat domaće ekipe (DS8, DS9, DS10), i tri za rezultat gostujuće ekipe (DS5, DS6, DS7), kao i osam pomeračkih registara (U2, U3, U4, U5, U6, U7, U8, U9), od kojih šest služi za upravljanje sedmosegmenim displejima. Preostala dva (U8 i U9) se koriste za prikazivanje faulova domaće i gostujuće ekipe. Na U8 i U9 povezano je po pet dioda (D1, D2, D3, D4, D5, D6, D7, D8, D9, D10), 4 zelene i jedna crvena, koje označavaju redni broj faula. Kada crvena dioda krene da svetli, to znači da je ekipa ispunila bonus, i svaki sledeći faul se kažnjava slobodnim bacanjima.



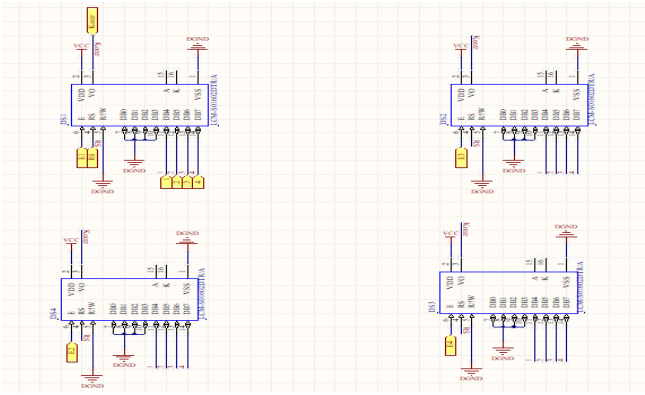
Slika 10. Šematik “Rezultat”.

Na Slici 11 prikazani su tasteri (S1, S2, S3, S4, S5, S6, S7, S8, S9, S10, S11, S12, S13, S14, S15) koji služe za upravljanje modulom. Sa jedne strane taster je vezan na masu, a sa druge strane, preko otpornika, za napajanje.



Slika 11. Šematik “Tasteri”.

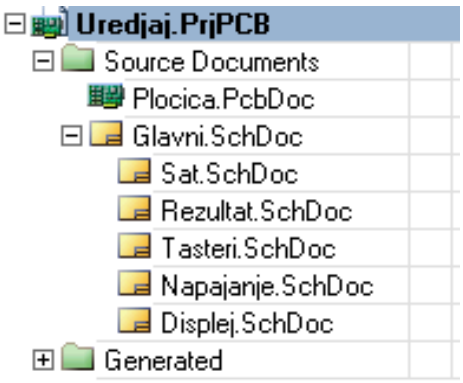
Na Slici 12 prikazan je šematik „Displej“, na kome se mogu videti 4 LCD displeja (DS1, DS2, DS3, DS4) koja služe za ispisivanje sastava domaće i gostujuće ekipe. Pre nego što se krene sa izradom štampane ploče, potrebno je svim komponentama dodeliti footprint ukoliko nemaju. Za većinu komponenata na internetu je moguće naći footprint, koji se dodaje na sledeći način:
Component properties→Models→Add→Footprint



Slika 12. Šematik “Displej.

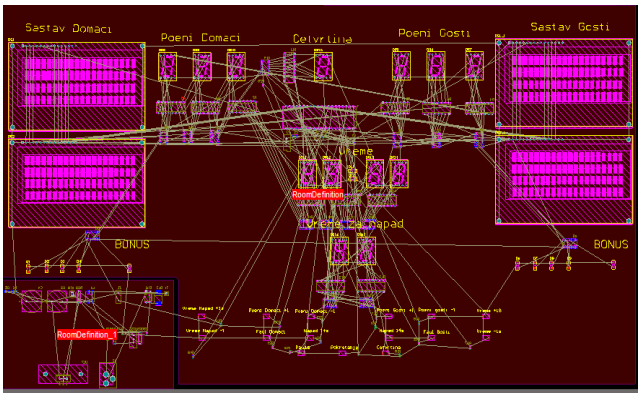
V. ŠTAMPANA PLOČA

Kada su nacrtana sva kola i završeni svi šematici potrebno ih je prebaciti na štampanu ploču. Pre svega potrebno je sve šematike prebaciti u isti projekat. *Files → New → Project → PCB Project*. Nakon toga, kada je napravljen ceo projekat, potrebno je prevući dokumente kao na Slici 13 (*Plocica.PcbDoc* i *Glavni.SchDoc* sa svim pratećim šematicima).



Slika 13. Projekat Uredjaj.Prjpcb.

Kada je napravljena potrebna ploča, može se pristupiti prebacivanju komponenata sa šematika na ploču. Potrebno je otvoriti šematik i ići na opciju *Design → Update PCB Document Plocica.PcbDoc* i sada su sve komponente prebačene na ploču. Zbog lakšeg korišćenja, potrebno je napraviti novi raspored elemenata na ploči. Komponente koje su bitne korisniku potrebno je staviti sa gornje strane ploče i tu spadaju: LCD displeji, sedmosegmentni displeji, tasteri i LED indikatori. Ostale komponente treba prebaciti sa donje strane, tu spadaju pomerački registri, mikrokontroler, otpornici. Pritom treba izbeći sve međusobne kolizije koje su vidljive kada je kompletna komponenta zelena. Na Slici 14 može se videti raspored komponenata na štampanoj ploči.

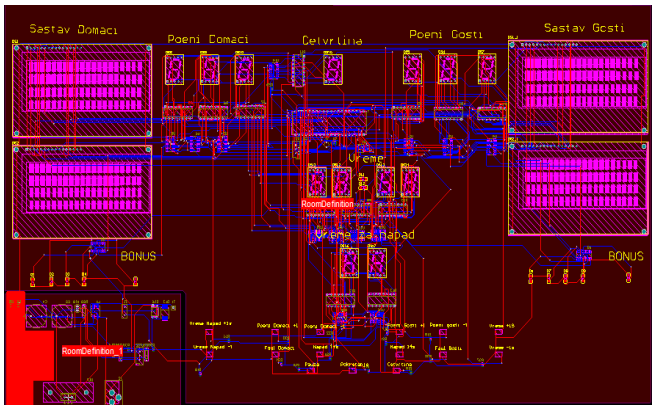


Slika 14. Raspoređene komponente na štampanoj ploči.

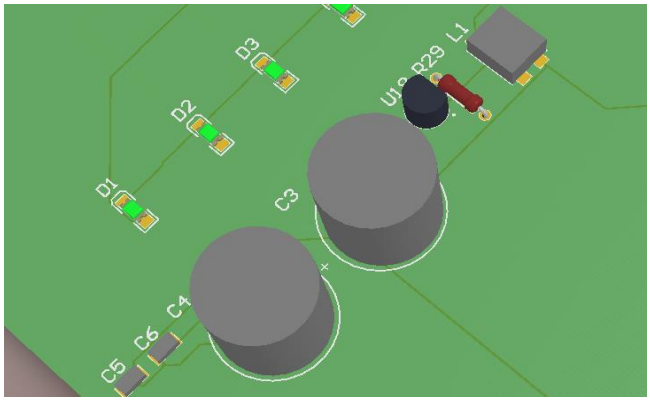
Na ploči se nalazi 15 tastera i više displeja, i zato je potrebno iznad svakog tastera obeležiti čemu služi, i iznad svakog displeja šta se ispisuje na njima. Tekst se postavlja opcijom *Place → String* u sloju *Top Overlay*.

Na kraju je potrebno izvršiti rutiranje cele pločice. U *Altium*-u postoji opcija za Auto – rutiranje, pa je ona ovde iskorišćena. *Auto Route → All...* gde se pojavljuje prozor u kome se može videti da li postoji neki problem prilikom rutiranja. Na slici 15 može se videti izgled pločice nakon izvršenog rutiranja. Crvene linije se nalaze na gornjem sloju štampane ploče, dok se plave nalaze na donjem.

Za neke komponente ne postoje 3D modeli u bibliotekama iz kojih su uzeti, pa je zbog toga potrebno ili preuzeti gotov 3D model sa interneta ili ga nacrtati direktno u *Altium*-u. Crtanje komponente se koristi kada se za određenu komponentu ne može naći gotov 3D model ili za male SMD komponente (kondenzatori, diode...) čiji je 3D model prost, kao što je prikazano na Slici 16. Crtanje se vrši opcijom *Place → 3D Body → Extruded* gde je potrebno uneti podatke kao što su visina komponente i koliko je izdignuta u odnosu na pločicu što se čita iz tehničke dokumentacije komponente.



Slika 15. Pločica nakon izvršenog rutiranja - 2D.

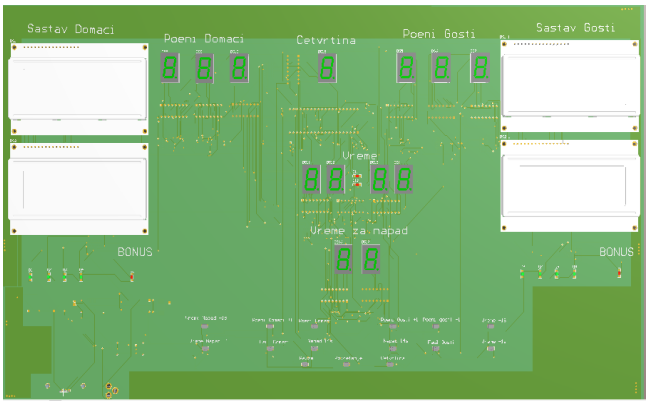


Slika 16. Nacrtani 3D modeli komponenata.

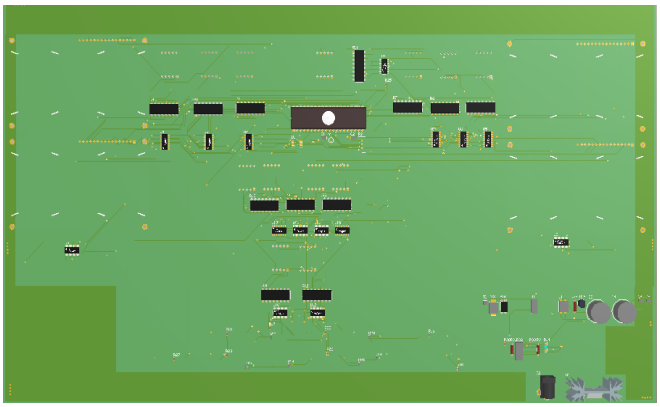
Za komponente kod kojih je bitno videti njihov pravi 3D model, kako bi stekli pravi utisak kako će pločica konačno izgledati na kraju, potrebno je pronaći na internetu ili nacrtati u nekom drugom programu 3D modele. U ovom slučaju je većina 3D modela skinuta sa interneta. Preuzeti su *.step* modeli koje bi trebalo ubaciti na pločicu. Opcijom *Place → 3D Body → Generic STEP Model* izaberemo 3D model komponente i postavimo na pločicu, pritom pazeći da kontakti upadnu u rupe koje se nalaze na footprintu komponente. Nakon toga je potrebno povezati otisak komponente sa novo dodatim 3D modelom. To se vrši opcijom *Tools → Convert → Add Selected Primitives to Component* i ako komponenta nije zelena, tj. nema kolizije, 3D model je uspešno postavljen. Nakon toga komponentu i

footprint komponente treba zaključati. Ceo proces je potrebno uraditi sa svim komponentama na pločici koje nemaju 3D model iz biblioteke.

Na slikama 17 i 18, moguće je videti kompletan izgled pločice, sa gornje i donje strane.

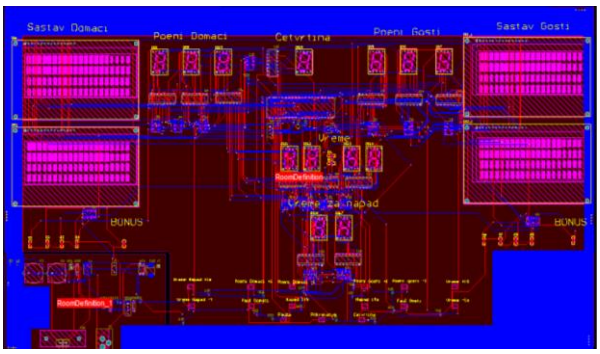


Slika 17. Kompletno završena pločica 3D prikaz, pogled odozgo.



Slika 18. Kompletno završena pločica 3D prikaz, pogled odozdo.

Komandom *Place* → *Poligon Pour* biramo da li će masa biti na donjem ili gornjem sloju da li će biti analogna ili digitalna. Potrebno je razliti masu na obe strane ploče. Da bi se povezale mase sa gornje i donje strane ploče, potrebno je u postaviti *vie* (Slika 19). *Place* → *Via* i postavljaju se uglavnom u uglovima ploče, na svim površinama koje je potrebno povezati. Potrebno je da ih ima više, u ovom slučaju 4 po površini, kako struja ne bi proticala kroz jednu *viu*, već se rasporedila ravnomerno.



Slika 19. Razlivena masa sa donje strane pločice.

VI. Zaključak

U ovom radu prikazan je kompletno završen uređaj za kontrolu košarkaškog semafora. Data su sva objašnjenja o korišćenim komponentama, o simulaciji u Proteusu, i celokupnog rada u *Altium Designer*-u.

Ovaj projekat moguće je unaprediti tako što bi se napravio uređaj koji kontroliše semafor za više različitih sportova, dodavanjem odgovarajućih komponenata i dodatnim programiranjem mikrokontrolera. Moguće je ubaciti bežičnu komunikaciju između semafora i samog uređaja kako bi se izbeglo nepotrebno povezivanje.

Zahvalnica

Autor se zahvaljuje Doc. dr Danijelu Dankoviću i dipl. ing. Milošu Đorđeviću na izdvojenom vremenu, sugestijama i pomoći pri realizaciji projekta i pisanju rada.

Literatura

[1] „Proteus 8 Professional“, dostupno na: https://www.labcenter.com/
[2] „PIC16F877A“, dostupno na: http://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/39582b.pdf
[3] „SN74HC595“, dostupno na: http://www.ti.com/lit/ds/symlink/sn74hc595.pdf
[4] „LCD Displej“ dostupno na: http://www.buydisplay.com/download/manual/ERM2004-2_Series_Datasheet.pdf
[5] „Sedmosegmentni displej“ dostupno na: http://optoelectronics.liteon.com/upload/download/DS30-2002-149/LSHD-7803.pdf
[6] „Kristalni oscilator” dostupno na: https://www.snapeda.com/parts/ECS-100AX-073/ECS%20International/datasheet/
[7] „LE dioda” dostupno na: https://www.kitronik.co.uk/blog/led-datasheet/
[8] „Altium Designer“, dostupno na: http://www.altium.com/
[9] Danijel Danković i Zoran Prijić „Projektovanje štampanih ploča“
[10] Miloš Đorđević, Praktikum za laboratorijske vežbe iz predmeta “Optoelektronika”, Niš 2015

Kreiranje verifikacionog okruženja za FIFO memoriju po eRM metodologiji

Stefan Digić

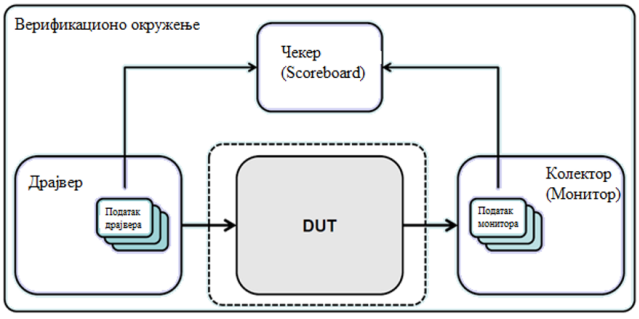
Sadržaj - U ovom radu, najveći akcenat stavljen je na objašnjavanje procesa verifikacije – dat je pregled komponenata verifikacionog okruženja; predstavljen je jedan od jezika za verifikaciju, e jezik, kao i metodologija koja je razvijena za e jezik, eRM metodologija; dat je opis FIFO memorije i verifikacionog okruženja.

I. UVOD

Testiranje funkcionalnosti čipa pre njegove izrade je možda i najbitniji korak u procesu projektovanja digitalnog sistema. Ukoliko bi se neki uređaj fizički napravio, a da se pre toga ne sprovede postupak verifikacije, šanse da takav uređaj ne funkcioniše onako kako bi trebalo su veoma velike. U tom slučaju, gubici za kompaniju koja proizvodi čip mogu biti ogromni, što sugeriše da je proces verifikacije prilikom projektovanja digitalnog sistema neophodan.

II. KOMPONENTE VERIFIKACIONOG OKRUŽENJA

Na slici 1 dat je uprošćeni prikaz verifikacionog okruženja, sa komponentama koje okruženje sadrži. U nastavku, biće ukratko objašnjena funkcionalnost svake komponente pojedinačno.



Slika 1. Osnovna šema verifikacionog okruženja [1].

Drajver ili funkcionalni model magistrale (BFM – Bus Functional Model), služi za drajvovanje signala na interfejs DUT-a (Design Under Test). Veoma je važno naglasiti da se nikakvo generisanje podataka ne dešava u drajveru. BFM dobija podatak, nakon čega ga šalje DUT-u, po definisanom protokolu.

Stefan Digić je student MAS na modulu Elektronika i mikrosistemi, Elektronski fakultet Niš, Aleksandra Medvedeva 14, 18000 Niš, Serbia, E-mail: stefan.digic@outlook.com

Monitor je komponenta verifikacionog okruženja koja je zadužena za sakupljanje podataka i drugih korisnih informacija sa interfejsa DUT-a. Monitor ni u kom slučaju ne bi trebalo da zavisi od drajvera, dok su podaci koje je monitor sakupio dostupni za sve ostale komponente okruženja.

U okviru verifikacionog okruženja, mogu se razlikovati dve vrste čekera (checkers):

- Interfejs protokol čekeri
- Čekeri za podatke (scoreboard)

Čekiranje protokola interfejsa se obično vrši u momentu drajvovanja, a proverava se da li su određeni tajminzi dobri, kao i da li svi signali dobijaju vrednosti iz validnog opsega. Ova čekiranja su, uglavnom, sastavni deo monitora.

Čekeri za podatke mogu biti deo monitora, a mogu da budu i posebne komponente. Kao što im i ime kaže, njihova uloga je poređenje podataka sakupljenih od strane monitora sa očekivanom vrednošću podatka.

III. e JEZIK I eRM METODOLOGIJA

e jezik za verifikaciju (HVL – Hardware Verification Language) je osmišljen tako da omogućava kreiranje veoma fleksibilnih verifikacionih okruženja. Kod projektovanja takvih okruženja, posebno se obraća pažnja na mogućnost njihovog ponovnog korišćenja za testiranje više različitih sistema (code reusability).

e jezik je aspektno-orjentisan programski jezik. Najbitnija karakteristika ove vrste programskog jezika jeste mogućnost dodavanja dodatne funkcionalnosti u već postojeći kod, što se postiže proširivanjem definisanih junita i implementiranjem novih funkcija na željenim mestima u kodu. Korišćenje istog koda za različite potrebe, i njegovo lako održavanje, predstavlja veliko olakšanje u hardverskom svetu, s obzirom na to da se dizajn često menja tokom trajanja projekta, usled sve većih zahteva tržišta.

e jezik sadrži dve osnovne jedinice – junite (unit) i strukture (struct). Juniti i strukture su skoro identični, s tim što se junit generiše na početku simulacije i ne može se ponovo generisati, niti menjati kasnije u toku simulacije, dok se strukture mogu generisati i na početku, a i tokom simulacije.

Za rad sa verifikacionim okruženjem kreiranim u e jeziku, njegovim kompajliranjem, kao i za lakše nalaženje grešaka koje nastaju tokom projektovanja takvog

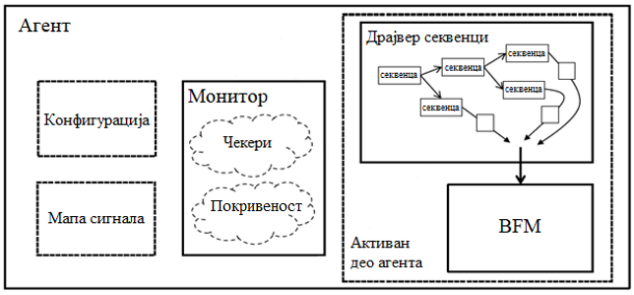
окруженја, користи се Specman alat. Пошто Specman sam po sebi ne sadrži simulator za VHDL i Verilog programske jezike, mora se koristiti u sprezi sa alatom za simulaciju HDL-a (ModelSim, Simvision, itd.).

eRM je najstarija metodologija za e verifikacioni jezik. Osmišljena je 2001. godine u kompaniji Verisity, a javno je predstavljena 2002. godine. Za cilj ima kreiranje univerzalnih verifikacionih komponenata (eVC – e Verification Component), koje se vrlo lako mogu koristiti za različite potrebe. Svaka univerzalna verifikaciona komponenta sadrži sledeće: agente; sekvence; drajver sekvenci; BFM; monitor; mapu signala; konfiguracioni deo.

eVC predstavlja konfiguraciono verifikaciono okruženje koje se može koristiti za verifikaciju različitih sistema, a uglavnom se fokusira na određenu arhitekturu ili protokol (PCI-Express, Ethernet, USB, itd.). eVC sadrži komponente za generisanje stimulusa, monitorisanje i čekiranje podataka, sakupljanje pokrivenosti, itd., tako da je arhitektura eVC-ja vrlo slična standardnom verifikacionom okruženju.

U nastavku, biće objašenjen svaki od navedenih delova eVC-ja.

Agent je komponenta koja enkapsulira sve ostale komponente eVC-ja. Može biti aktivan ili pasivan. Aktivan agent drajvuje signale DUT-a, dok ih pasivan ne drajvuje. S obzirom na to da ne drajvuje signale DUT-a, pasivan agent ne sadrži BFM, a ni drajver sekvenci. U monitoru pasivnog agenta se vrši čekiranje protokola, kao i sakupljanje pokrivenosti. Aktivan agent može biti proaktivan i reaktivan. Proaktivan agent inicira transakcije i šalje ih DUT-u. Takav agent se drugačije naziva master agent. Reaktivan agent reaguje na transakcije koje izlaze iz DUT-a, a zove se još i slejv (slave) agent. Na slici 2 prikazana je struktura agenta.



Slika 2. Agent sa komponentama koje sadrži [2].

Sekvence predstavljaju najefikasniji način za kreiranje različitih test scenarija. Pomoću sekvenci se kreira tok podataka koji se šalju na DUT, odnosno tok radnji koje će se izvršiti na interfejsu DUT-a.

Drajver sekvenci je deo aktivnog agenta. On šalje sekvence BFM-u, pod uslovom da je BFM spreman da ih prihvati. Drajver sekvenci u sebi sadrži generator sekvenci u kom se kreiraju sekvence koje se prosleđuju BFM-u.

Mapa signala sadrži definiciju signala preko kojih se, iz verifikacionog okruženja, pristupa DUT-u. Ukoliko okruženje koje enkapsulira agente sadrži mapu signala, agenti je ne moraju imati, dok je u suprotnom mapa signala u agentima obavezna.

Agent može imati konfiguracioni deo u kom se, na primer, podešava da li je agent aktivan ili pasivan, i slično.

IV. FIFO MEMORIJA

FIFO (First In, First Out) je tip memorije kod kog je prvi podatak koji je upisan u memoriju takođe i prvi podatak koji iz memorije treba da bude pročitan. Najčešće se koristi kao veza između dva sistema koji imaju različite brzine rada ili kada je potrebno skladištiti podatke za njihovo kasnije procesiranje. Na slici 3 predstavljena je najprostija integracija FIFO memorije.



Slika 3. Najprostiji prikaz integracije FIFO memorije [3].

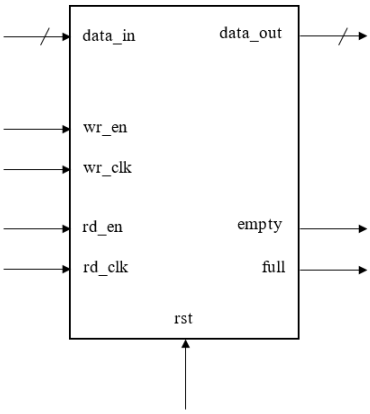
Postoje tri tipa FIFO memorije [3]:

- Pomerački registri
- FIFO sa isključivim upisom i čitanjem
- FIFO sa istovremenim upisom i čitanjem

U zavisnosti od načina implementacije, FIFO memorija se deli u dve grupe:

- Fall-Through FIFO
- FIFO sa statičkom memorijom

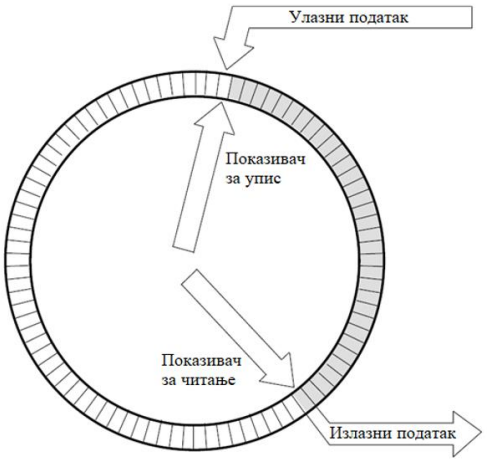
Predmet ovog rada je sinhroni FIFO sa istovremenim upisom i čitanjem, sa implementacijom sa statičkom memorijom.



Slika 4. Sinhroni FIFO sa statičkom memorijom.

Na slici 4 prikazana je blok šema sinhrone FIFO memorije. Dva signala takta, jedan za upis i jedan za čitanje (wr_clk i rd_clk), potpuno su identična, pa otuda i naziv sinhroni FIFO. Ceo sistem je sinhron, osim asinhronog reseta (rst). Podaci se u memoriju upisuju na prednju ivicu signala takta za upis, a čitaju se na prednju ivicu signala takta za čitanje. Kada je FIFO memorija puna, full signal je jednak jedinici. Sa druge strane, kada je FIFO memorija prazna, empty signal je jednak jedinici. full signal se asertuje na prednju ivicu signala takta za upis, dok se empty signal asertuje na prednju ivicu signala takta za čitanje. Postavljanjem rst signala na jedinicu, svi podaci iz memorije se brišu, što znači da se kontrolni signali (full i empty) vraćaju na inicijalne vrednosti, ali sada ne sinhrono sa signalom takta, već u trenutku kada se asertuje signal za reset memorije. Početna vrednost za full signal je 0, a za empty je to 1. data_in i data_out signali sadrže podatak koji treba upisati, kao i pročitan podatak, navedenim redosledom.

FIFO sa statičkom memorijom karakteriše kružni princip memorije sa dva pokazivača. Pokazivač za upis nalazi se na adresi na kojoj treba da bude upisan sledeći podatak. Pokazivač za čitanje pokazuje na memorijsku lokaciju sa koje treba da bude pročitan sledeći podatak. Nakon reseta, oba pokazivača pokazuju na istu adresu. Na slici 5 prikazan je kružni princip memorije sa pokazivačima.



Slika 5. Kružni princip memorije sa pokazivačima [3].

Pokazivač za čitanje konstantno prati pokazivač za upis, a kada ga dostigne, FIFO memorija postaje prazna. U suprotnom, ako pokazivač za upis sustigne pokazivač za čitanje, FIFO memorija postaje puna.

V. OPIS VERIFIKACIONOG OKRUŽENJA ZA FIFO MEMORIJU

Verifikaciono okruženje za FIFO memoriju kreirano je tako da sadrži dva agenta – jedan master i jedan slejv. BFM master agenta drajvuje signale na DUT, dok njegov monitor samo proverava da li je, u bilo kom trenutku, stanje na linijama za dozvole upisa i čitanja x ili z. S obzirom na to da je master agent aktivan agent, on sadrži i drajver sekvenci, kao i biblioteku sa sekvencama, u kojoj su definisana osnovna ponašanja dizajna koji se testira. Različite vrste testova biće kreirane pozivanjem tih sekvenci, sa ciljem što bolje provere ponašanja DUT-a.

Okruženje je napisano tako da slejv agent može biti konfigurisan kao aktivan, ali i kao pasivan. Ukoliko je slejv agent aktivan, on imitira ponašanje DUT-a, tj. njegov BFM drajvuje izlazni podatak, kao i full i empty signale. Slejv agent ne sadrži drajver sekvenci, kao ni sekvence, a svo čekiranje vrši njegov monitor. U suprotnom, kada je slejv agent konfigurisan kao pasivan, od komponenata sadrži samo monitor, čija funkcionalnost ostaje ista.

U nastavku je dat prikaz implementacije jedne od komponenata verifikacionog okruženja – master monitora:

```
<'

unit vs_fifo_mas_mon_u {
   vs_fifo_sm: vs_fifo_sm_u;

   event clk_e is rise(vs_fifo_sm.clk$)@sim;

   main_loop()@clk_e is {
      while TRUE do {
         if(vs_fifo_sm.wr_en.has_x() or
vs_fifo_sm.wr_en.has_z() and sys.time != 0) {
            dut_error("wr_en pin is x or z!");
         };

         if(vs_fifo_sm.rd_en.has_x() or
vs_fifo_sm.rd_en.has_z() and sys.time != 0) {
            dut_error("rd_en pin is x or z!");
         };

         wait cycle;
      };
   };

   run() is also {
      start main_loop();
   };
};

'>
```

Master monitor, pored pokazivača na signal mapu i događaja (event) signala takta, sadrži i dve ugrađene metode e jezika – has_x() i has_z(). Povratna vrednost ovih metoda biće TRUE ukoliko je vrednost određenog signala x ili z, odnosno FALSE ukoliko taj signal ni u jednom trenutku nije imao neku od pomenute dve vrednosti.

Događaji su konstrukcije e jezika pomoću kojih se sinhronizuju različiti delovi okruženja ili pak okruženje sa dizajnom. Pored njegove definicije, događaj se mora i emitovati, ukoliko je vezan samo za verifikaciono okruženje. Događaj se može definisati i tako da će se „okinuti“ na promenu nekog signala u dizajnu (rastuća ili

opadajuća ivica signala takta, na primer). Ukoliko je to slučaj, događaj se ne mora eksplicitno emitovati u okruženju, već će se emitovati kada dođe do promene signala iz dizajna, u zavisnosti od toga kako je taj događaj definisan.

Još jedna jako korisna konstrukcija e jezika jeste dut_error. Ona se najčešće koristi uz if uslov, a njena uloga je da prekine izvršavanje simulacije ukoliko je uslov tačan, odnosno netačan, u zavisnosti od implementacije.

VI. Pregled testova za FIFO memoriju

Testovi su delovi verifikacionog okruženja u kojima se kreiraju i startuju sekvence, odnosno prave različita scenarija na osnovu kojih se testira funkcionalnost dizajna. Test enkapsulira verifikaciono okruženje.

U nastavku, biće dat pregled svih testova korišćenih za testiranje FIFO memorije:

- vs_fifo_base_test.e – testira osnovnu funkcionalnost FIFO memorije – operaciju upisa i operaciju čitanja.
- vs_fifo_empty_flag_test.e – testira funkcionalnost empty signala FIFO memorije.
- vs_fifo_full_flag_test.e – testira funkcionalnost full signala FIFO memorije.
- vs_fifo_reset_test.e – testira funkcionalnost FIFO memorije kada se zada reset operacija u toku upisa ili čitanja.
- vs_fifo_write_read_simultaneously_test.e – testira funkcionalnost FIFO memorije kada se istovremeno zadaju operacije upisa i čitanja.
- vs_fifo_random_test.e - kreira proizvoljna scenarija, radi lakšeg nalaženja grešaka u dizajnu koje nisu pronađene direktnim testiranjem.

VII. Zaključak

Proces verifikacije savremenih čipova, koji su sve kompleksniji, je dugotrajan i složen proces. Iziskuje mnogobrojne resurse, kako finansijske, u smislu obezbeđivanja i plaćanja verifikacionih inženjera i potrebenih alata, tako i ljudske. Kao i kod bilo koje vrste programiranja, u verifikciji ne postoji jedno tačno rešenje i jedan tačan pristup. Naravno, metodologija je uvedena kako bi ceo proces bio uniformisan, ali verifikacioni inženjer ima slobodu da okruženje projektuje po svom nahođenju, na osnovu prethodno stečenog znanja i iskustva.

Zahvalnica

Ovaj projekat realizovan je kao master rad na master akademskim studijama Elektronskog fakulteta u Nišu, modul Elektronika i mikrosistemi. Autor se zahvaljuje firmi Veriest, koja je omogućila korišćenje svih potrebnih alata, kao i svima koji su doprineli izradi ovog rada, na bilo koji način.

Literatura

[1] Arbel H., „Chapter 3.1 – Verification methodology fundamentals“
[2] Arbel H., „Chapter 4.2 – e Reuse Methodology (eRM)“
[3] „FIFO Architecture, Functions, and Applications“, http://www.ti.com/lit/an/scaa042a/scaa042a.pdf

Adopting Data Mining Techniques in Telecommunications Industry: Call Center Case Study

Nenad Petrovic

Abstract – Telecommunications industry generates enormous amounts of high-quality data about customers, service usage and network equipment. Therefore, it has adopted the utilization of data mining techniques in order to discover useful patterns in such tremendous data volumes. Customer relationship management (CRM) and marketing are fields where techniques leveraging the customer data are used intensively. In this paper, several telecommunications industry use cases are considered. The focus is on the case study showing the adoption of data mining techniques in context of software platform used by mobile network service provider's call center operators. Furthermore, examples of customer segmentation and market basket analysis data mining techniques with implementation using SAS Enterprise Miner are presented.

I. INTRODUCTION

Telecommunications industry is known as an early adopter of data mining techniques, due to enormous amount of high-quality data it generates. The data is coming from various sources: service utilization, network data and customers [1][2], as illustrated in Fig.1. When it comes to service utilization data, the examples are call detail record which contains descriptive information for each phone call (such as originating and terminating phone numbers, date and time, call duration), data related to SMS messages (sender, receiver, timestamp) and mobile data usage (downloaded and uploaded data in MB). Network data consists of status and error messages generated by various hardware of software components, which can be used for detection and prediction of network failures. Customer information includes name, billing address, information about customer's contracts and services, payment history etc. In general, the customer information record is structured in a similar way as in any other industry and is used in synergy with other data in order to improve the final results.



Fig. 1. Telecommunications industry data sources.

Nenad Petrovic, PhD student at Faculty of Electronic Engineering, University of Nis, Aleksandra Medvedeva 14, 18000 Nis, Serbia, E-mail: penenadpi@gmail.com

However, large amount of raw data itself is not so useful. Data mining is the process of discovering and extraction of knowledge and rules in large quantities of data automatically. An appropriate model or technique should be utilized to support the operations of particular organizations, to achieve a given business goal, which is, in most cases, profit-making [3].

There are various aspects and scenarios where telecommunications industry benefits from data mining techniques. As telecommunication companies maintain huge amount of data about their customers, taking into account the highly competitive environment, there is a strong motivation for exploration of customer data with different purposes. In what follows, the most significant use cases are going to be mentioned and briefly described.

As it is less expensive to retain a new customer than acquire a new one, the prediction of customers who are likely to leave (known as "churn prediction") is of utmost importance [1-4]. Furthermore, the automatic detection of fraudulent customer behavior is highly beneficial, as it can save the company from huge revenue losses each year [1]. When it comes to marketing, customer segmentation is a technique used to classify the customers based on their demography, behavior, service utilization and other information to help the enterprise understand how to increase the revenue for each customer and discover the most profitable customers [5]. As industry has wide variety of products and services offered to the customer, it is not rare case that a customer can choose more than one product for telephone, internet or TV cable service. In data mining, market basket analysis technique is used to determine the relationship between the products. Once the relationship is discovered, we can make a bundling package for marketing purpose or cross-selling [5].

In this paper, the focus is on last two use cases (customer segmentation and market basket analysis) in context of call center software platform used by mobile carrier's call center operators, targeting business and corporate customers. An implementation based on clustering and association rule mining algorithms using SAS Enterprise Miner [6] is provided and execution performance discussed.

II. BACKGROUND

In this section, theoretical data mining concepts and software tools behind the implementation within the case study are presented.

A. Clustering

Clustering is a data mining technique used for dividing the data set into mutually exclusive, non-overlapping groups with the data points within each group as close as possible to one another (similar), while at the same time, among different groups, they should be as distant as possible (dissimilar) [7]. Once the clustering assignment is done, each observation is assigned to one and only one cluster. In this context, we need to define what "similar" means. For that purpose, similarity measures are used, such as Euclidean distance, Pearson correlation coefficient etc.

Due to large number of observations (a million of customers and SIM cards), we decide to use partitive clustering, as it is more suitable than hierarchical in this case [7], more precisely – k-means algorithm. The k-means algorithm is intended for situations in which all variables are of the quantitative type and number of clusters that is prior known (which suits our case study), while squared Euclidean distance is chosen as the similarity measure.

In context of this research paper, clustering is used for SIM card segmentation based on average roaming traffic in last twelve months.

B. Association rule discovery

Association rule discovery has purpose to identify or measure the associations and relationships between the items or events within the input data set [7]. A simple example would be: "if a customer buys product A, then what are the chances that the same customer will also purchase product B or C?" The goal is to determine the buying behavior of customers who purchase a certain item combination or purchase items in a particular sequence. Association rules are well-known techniques used in discovering associations, interactions, and relationships between the variables in the data. However, the drawback of this technique is that it cannot be used to calculate the predictions.

For our case study, association rule discovery was used for analysis of the transactions (service activations) generated using call center software platform in order to conclude which services are frequently activated together. Based on these results, marketing department can decide to create product bundles, which would better suit the customer's needs, but also increase the profit at the same time.

B. SAS Enterprise Miner

SAS (also known as "Statistical Analysis System") [8] is a proprietary software suite developed by SAS Institute for advanced analytics, multivariate analyses, business intelligence, data management and predictive analytics. It was developed at North Carolina State University from 1966 until 1976, when SAS Institute was incorporated and is still supported and updated with new features and algorithms. Its core is written in C programming language and is the largest market-share holder in area of "advanced analytics" with 35.4 percent of the market as of 2013 [8].

Enterprise Miner is a part of the SAS suite which uses a client-server architecture with a Java-based client allowing parallel processing and grid-computing. It can be deployed on both Windows and Linux/Unix platforms. SAS Enterprise Miner offers an easy-to-use, intuitive data-flow graphical user interface. A wide variety of data mining techniques are supported including: Decision Trees, Neural Networks, Market Basket Analysis, Clustering, Web Log Analysis, Regression and Rule Induction.

The decision to use SAS Enterprise Miner for the implementation related to case study presented in this research paper was brought due to intuitive graphical user interface, comfortable data preparation tools for relational SQL databases and implementation of data mining algorithms with ability to leverage parallelism, which is crucial when it is needed to process enormous quantity of data. Additionally, it gives ability to automatically generate report based on results and visualize them.

III. CALL CENTER CASE STUDY

In this section, the software platform used by mobile carrier call center operators for business and corporate customer relationship management is presented. In Fig. 2, the illustration of the call center software platform is given.

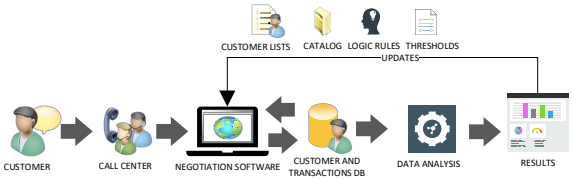


Fig. 2. Application of data mining techniques for call center software platform improvement.

Call center operators use a web-based application which gives them ability to negotiate with customers in order to change their current tariff plans, sell them additional services (extra GB of mobile data, for example), activate discounts and offers.

The availability of certain products and services from the catalog for the specific user is determined according to several various factors (illustrated in Fig 3.). First, there is a matrix of compatible products within the catalog which determines the services, promotions and cross-sell products that go together with a given tariff plan. Certain types of products and services might be reserved for specific customer categories. On the other side, beside the catalog-level compatibility, the availability of certain products is determined by customer budget, which is calculated based on average monthly bill and number of active lines. Budget calculation formulas contain thresholds and coefficients

that depend on the type of user. The customer segmentation (big enterprise, small company, churner) is stored in external list. External lists are regularly updated and contain customer (or SIM) classification, according to some pre-defined KPIs. Furthermore, there are business logic rules which allow or prevent customer from activation of certain services due to some numerical constraints (amount of roaming traffic, average revenue per user etc.). When the customer and call center operator find the right deal for the customer, it is added to the customer basket. Furthermore, other compatible products and services can be added to the basket. Finally, once the user accepts the deal, it is submitted for activation. All the transactions are stored into database.

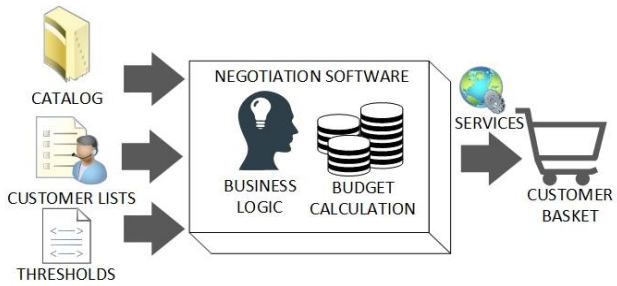


Fig. 3. Call center software platform negotiation factors.

Here, we can notice several points where the call center software platform can benefit from data mining techniques. Clustering and churn prediction can be used to generate or update the existing customer segmentation lists and affect both the budget thresholds and product availability this way. Furthermore, the clustering techniques can be also utilized to generate business logic rules and determine thresholds for these rules. Finally, there is also possibility to make use of association rule discovery in order to analyze customer buying habits and behavior using the transaction data.

IV. IMPLEMENTATION

In this section, two examples illustrating how call center software platform can benefit from data mining techniques implemented using SAS Enterprise Miner are presented.

A. Roaming traffic SIM clustering

In this example, we want to cluster all the SIM numbers with respect to roaming traffic expenses in last twelve months with purpose of business rule generation. The number of clusters is known in advance and it is three. The goal is to create three roaming tariffs based on results.

For this purpose, the `FASTCLUS` procedure offered by SAS Enterprise Miner is used. It is an implementation of k-means algorithm. The most important arguments are: `maxc` – the maximum number of clusters permitted, `maxiter` - the maximum number of iterations during the execution of k-means algorithm and `var` – list of numeric target variables that are used for clustering.

In what follows, the code used for clustering using `FASTCLUS` procedure is given in Listing 1. As it can be seen, the data preparation is done by extracting and filtering the columns of interest. After that, the name of clusters is set and, finally, `FASTCLUS` procedure called.

```
PROC SQL;
CREATE TABLE
WORK.FILTER_FOR_CKM_DN_M_SIM_CORP AS
   SELECT t1.SIM_ID,t1.ROAMING_M12
      FROM CKMFIN.CKM_DN_M_SIM_CORP t1
      WHERE t1.ROAMING_M12 > 0;
QUIT;

proc format;
value specname
1='Roaming 1'
2='Roaming 2';
3='Roaming 3';
run;

data
WORK.FILTER_FOR_CKM_DN_M_SIM_CORP;
title 'Roaming';
input ROAMING_M12 @@;
format Species specname.;

proc fastclus
data=WORK.FILTER_FOR_CKM_DN_M_SIM_CORP
maxc=3 maxiter=10 out=RESULT;
var ROAMING_M12;
run;
```

Listing 1. SAS Enterprise Miner code for clustering SIM numbers with respect to roaming traffic expenses in last twelve months.

Once the clustering procedure is done, the SIM numbers are sorted in ascending order by roaming expenses within each of the generated clusters in order to determine the boundaries between them. According to these boundaries, the business rules given in Listing 2. are generated.

```
Roaming 20:
If(fillmissing(IT_MSISDN.ROAMING_M12, 0) <=
20, true, false)
Romaing 30:
If(fillmissing(IT_MSISDN.ROAMING_M12, 0) <=
50, true, false)
Romaing 100:
If(fillmissing(IT_MSISDN.ROAMING_M12, 0) <=
100, true, false)
```

Listing 2. Roaming tariff visualization business rules based on clustering results.

According to these rules, the customers cannot activate roaming tariff which belongs to the cluster with lower average roaming traffic than their actual SIM. This

way, the revenue can be increased. The execution time for 1 million records using remote, high-performance server cluster was around 2 minutes.

B. Cross-selling using market basket analysis

The second example utilizes association rule discovery within the transaction database in order to determine the customer buying behavior and relationships between activated services and products.

For this purpose, we use `RULEGEN` and `ASSOC` procedures offered by SAS Enterprise Miner. In Listing 3., the code for association rule discovery is given. The generated rules have length given by parameter `items`, which is two in this case. Other important parameters of the algorithm are `minconf` and `support` which can be used to tune the quality of the generated rules.

```
PROC SQL;
CREATE TABLE
WORK.FILTER_FOR_QUERY_FOR_DN_DEAL AS
   SELECT t1.CASE_ID,t1.NAME
      FROM WORK.QUERY_FOR_DN_DEAL t1
      ORDER BY t1.CASE_ID;
QUIT;

data WORK.FILTER_FOR_QUERY_FOR_DN_DEAL;
set WORK.FILTER_FOR_QUERY_FOR_DN_DEAL;

proc dmdb batch
data=WORK.FILTER_FOR_QUERY_FOR_DN_DEAL
out=dmassoc
dmdbcat=catassoc;
id CASE_ID;
class NAME(desc);
run;

proc assoc
data=WORK.FILTER_FOR_QUERY_FOR_DN_DEAL
dmdbcat=catassoc
out=datassoc(LABEL="ASSOC")
items=2
support=20;
cust CASE_ID;
target NAME;
run;

proc rulegen in=datassoc
out=datrule(label='OUTPUT')
minconf=75;
run;
proc sort data=datrule;
by descending lift;
run;
proc print data=datrule label;
var set_size exp_conf conf support lift
count
_lhand _rhand;
title 'Top Rules Based on Lift'; run;
```

Listing 3. Association rule discovery using SAS Enterprise Miner.

The top three strongest association rules discovered are given in Table I. From the results, we conclude that customers who activate unlimited data for music streaming services frequently also activate unlimited data for navigation, video streaming and social networks. Marketing department can utilize these facts to create new cross-sell products or bundles. The execution time for 1 million transaction records using remote, high-performance server cluster was around 75 seconds.

TABLE I
TOP 3 DISCOVERED ASSOCIATION RULES BY LIFT

Left-hand side	Right-hand side
Music Unlimited	Maps Unlimited
Music Unlimited	Video Unlimited
Music Unlimited	Social Unlimited

V. CONCLUSION

It is well-known that telecommunications industry benefits from adoption of data-mining techniques in many aspects. In this research paper, it was shown that call center software platform is not an exception.

However, due to legal regulations and laws (such as GDPR), it seems that leveraging data mining techniques in telco industry would be much more challenging in future, as the amount of data about customers is going to be limited. Therefore, there is a need for evolution of traditional approach by developing the techniques that perform well, even with less data available.

REFERENCES

[1] G. Weiss, "Data Mining in Telecommunications", *in Data Mining and Knowledge Discovery Handbook*. Springer, Boston, MA, 2009, pp 1189-1201.

[2] D. Calimovic, "Data mining and CRM in Telecommunications", in *Serbian Journal of Management 3* (1), 2008, pp. 61 – 72.

[3] U.F. Eze, C. J. Onwuegbuchulam, C. H. Ugwuishiwu and S. Diala, "Application of data mining in telecommunication industry", in International of Physical Sciences, vol. 12(6), 2017, pp. 74-88.

[4] R. Rahul, U. Pawar, "Churn Prediction in Telecommunication Using Data Mining Technology", *in International Journal of Advanced Computer Sciences and Applications*, vol. 2, 2011, pp. 17-19.

[5] R. Insani, H. L. Soemitro, H. L., "Data mining for marketing in telecommunication industry",IEEE Region 10 Symposium (TENSYMP), 2016, pp. 179-183.

[6] SAS Enterprise Miner [Online]. Available on: https://www.sas.com/en_us/software/enterprise-miner.html, last accessed: 29/09/2018.

[7] R. Matignon, *Data Mining Using SAS Enterprise Miner*, Wiley, New York, USA, 2007.

[8] SAS: Analytics Software and Solutions [Online]. Available on: https://www.sas.com/en_us/home.html, last accessed:29/09/2018

Sistem za merenje kvaliteta vazduha u prostoriji

Stefan Ilić, Aleksandar Jevtić

Sadržaj - Gasni senzori u MEMS tehnologiji, zbog svojih malih dimenzija i male potrošnje, imaju veliku primenu, od senzora u fabrici do senzora u mobilnom telefonu. Obrađivana je struktura, princip rada i osetljivost gasnih senzora. Realizovan je sistem za merenje kvaliteta vazduha u prostoriji pomoću senzora CCS811, sa kojim su vršena merenja koncentracije CO_2 i VOC-a u prostoriji tokom spavanja i na terasi. Pokazano je da se tokom noći koncentracija CO_2 u prostoriji povećava i da je najveća u jutarnjim satima, dok se na terasi koncentracija CO_2 uz blage varijacije može smatrati konstantnom.

I. UVOD

Veliki broj toksičnih i opasnih gasova se može naći u čovekoj sredini. Izlaganje čoveka ovim gasovima, čak i u tragovima, može dovesti do različitih hroničnih respiratornih problema. Detekcija ovih gasova u što kraćem roku je od velikog značaja. Za ovakve aplikacije se koriste gasni senzori. Poželjno je da gasni senzor zauzima što manji prostor i troši minimum električne energije za svoj rad. Takve uslove mogu ispuniti samo gasni senzori u MEMS tehnologiji. Oni nose još naziv i SMOX gasni senzori, što je engleska skraćenica za poluprovodnički oksid metala (eng. *semiconducting metal oxides*).

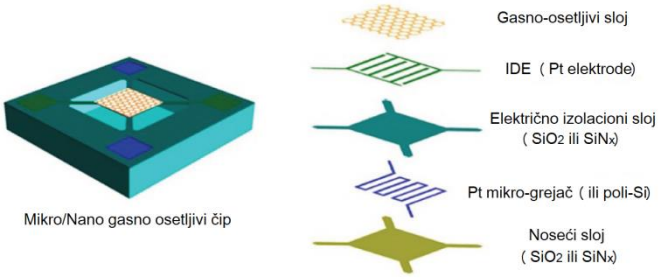
Sve je počelo kada je 1954. godine grupa nemačkih naučnika otkrila da oksidi metala mogu biti osetljivi na gasove iz okoline [1]. Na tržište su se prvi put pojavili 1971. godine od strane firme *Figaro Engineering Inc.* [2], koja je i danas vodeći proizvođač SMOX gasnih senzora.

U ovom radu su prikazani struktura, princip rada i osetljivost gasnih senzora u MEMS tehnologiji. Posebno je obrađen senzor ugljen-dioksida i jakih mirisa (eng. *Volatile Organic Compounds*), kao i njegova primena za merenje kvaliteta vazduha u kućnim uslovima.

II. STRUKTURA SMOX GASNOG SENZORA

Svaki gasni senzor u MEMS tehnologiji se sastoji iz tri osnovne komponente: gasno-osetljivi sloj (eng. *Sensing layer*), elektrode češljaste geometrije za merenje karakteristika gasno-osetljivog sloja (eng. *Inter-digitated-electrodes - IDE*) i mikro-grejač. Na slici 1 je prikazana struktura gasnog senzora u MEMS tehnologiji.

Prikazana struktura kao osnovu ima supstrat silicijuma na kome se vrše svi tehnološki procesi potrebni za proizvodnju gasnog senzora. Senzor se sastoji iz pet slojeva koji su hronologijom tehnoloških procesa, počevši odozdo na gore, prikazani na desnoj strani slike 1.



Slika 1. Struktura gasnog senzora u MEMS tehnologiji [3].

Prvi sloj može biti slicijum-dioksid (SiO_2) ili silicijum-nitrid (SiN_x) njegova uloga je da bude oslonac za sve ostale slojeve. Nakon ovog sloja nalazi se mikro-grejač koji je najčešće napravljen od platine zbog svojih odličnih elektro-termičkih karakteristika ili od polisilicijuma koji može biti jeftinija varijanta, ali sa lošijim osobinama. Zatim sledi električno izolacioni sloj, koji takođe može biti od istih materijala kao prvi sloj. Preko njega se postavljaju elektrode češljaste geometrije (IDE) koje se prekrivaju gasno-osetljivim materijalom. Gasno-osetljivi sloj je obično napravljen od nedopiranog kalaj-dioksida (SnO_2).

Kako bi se izbegli termički gubici, masa oko mikro-grejača treba biti minimizovana. To se postiže otvorom na supstratu koji se nalazi ispod slojeva [3].

III. PRINCIP RADA SMOX GASNOG SENZORA

Principijelno, detekcija gasova pomoću SMOX gasnog senzora je jednostavna. U vazduhu, na temperaturi između 150 °C do 400 °C, atom kiseonika se adsorbuje za površinu oksida metala tako što zahvata elektron, na taj način se povećava otpornost gasno-osetljivog sloja koja se detektuje pomoću elektroda češljaste geometrije [1]. Reakcija koja se odvija na površini gasno-osetljivog sloja je prikazana u formuli (1):

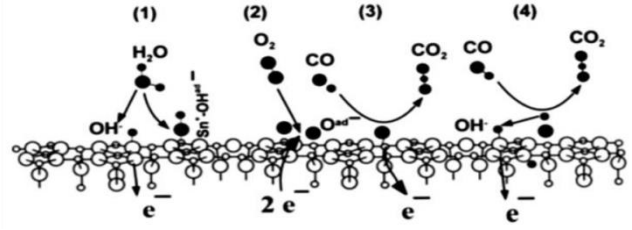
$$O_2(g) + e^- \rightarrow O_2^- \; ili \; O^- ili \; O^{2-} \; (adsorbovan) \quad (1)$$

Međutim, postoji više mehanizama koji se odvijaju na površini oksida metala (Sl. 2), tako da celokupan proces nije tako jednostavan. Promena otpornosti gasno-osetljivog sloja senzora pored prisustva kiseonika u vazduhu (ambijentu) zavisi i od temperature ambijenta kao i od vlažnosti vazduha [4]. Mehanizam br. 1 na slici 2 pokazuje

Stefan Ilić, student četvrte godine na modulu Elektronske komponente i mikrosistemi, Elektronskog fakulteta, Univerziteta u Nišu, Aleksandra Medvedeva 14, 18000 Niš, Srbija, E-mail: stefan.ilic@yahoo.com.

Aleksandar Jevtić, student četvrte godine na modulu Elektronske komponente i mikrosistemi, Elektronskog fakulteta, Univerziteta u Nišu, Aleksandra Medvedeva 14, 18000 Niš, Srbija.

uticaj vlažnosti vazduha na otpornost senzora. Molekul vode se razdvaja na hidroksilnu grupu $(-OH)$ i vodonik koji se vezuju za površinu oksida metala i pritom otpuštaju jedan elektron, što dovodi do smanjenja otpornosti senzora [4]. Mehanizam br. 2 opisuje adsorpciju molekula kiseonika koji zahvata dva slobodna elektrona i samim tim povećava otpornost senzora. Mehanizmi br. 3 i 4 predstavljaju reakciju ugljen-monoksida sa kiseonikom ili hidroksilnom grupom koji su adsorbovani za površinu oksida metala, pri čemu nastaje ugljen-dioksid i oslobađa se jedan elektron što smanjuje otpornost senzora.



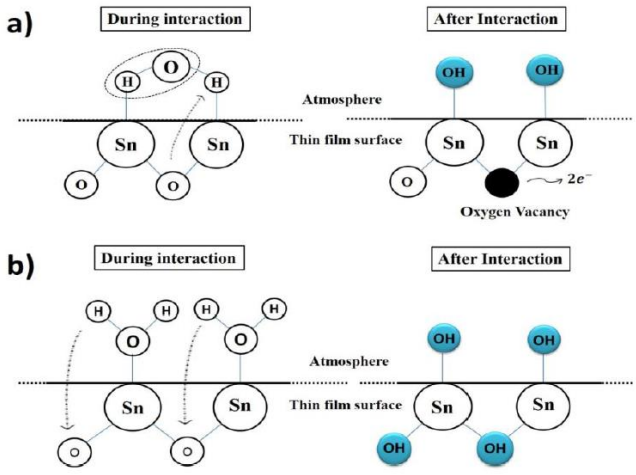
Slika 2. Mehanizmi na površini oksida metala [4].

Treba spomenuti da opisani mehanizmi predstavljaju samo najverovatniji ishod, ono što se do kraja dešava na površini strukture nije potpuno poznato. Mehanizmi koji opisuju uticaj vlažnosti mogu biti složeniji od prethodno opisanog. U formulama (2,3) opisane su hemijske reakcije koje se dešavaju na površini [4]:

$$H_2O(g) + 2(Sn + O) \leftrightarrow 2\left(Sn^{\delta+} - OH^{\delta-}\right) + V_O^{2+} + 2e^- , \quad (2)$$

$$H_2O(g) + (Sn + O) \leftrightarrow \left(Sn^{\delta+} - OH^{\delta-}\right) + (OH)^+ + e^- . \quad (3)$$

Na slici 3 su prikazane hemijske reakcije koje su prethodno opisane formulama (2,3).



Slika 3. Mehanizmi adhezije molekula vode na površinu oksida metala [4].

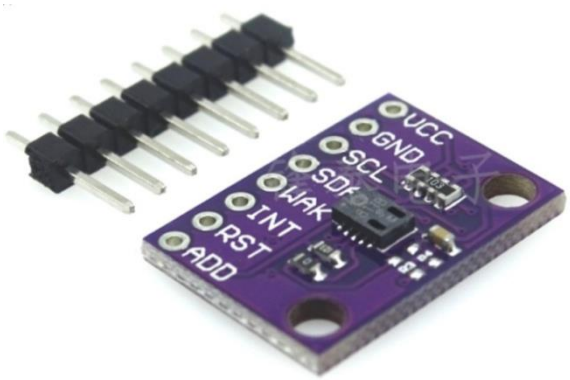
Postoje dva moguća ishoda prilikom adhezije molekula vode za površinu oksida metala. Prvi je da molekul vode gradi kovalentne veze sa atomima kalaja preko vodonika, pri čemu jedan atom kiseonika iz strukture oksida metala teži da nagradi vezu sa atomom vodonika, tada se molekul vode razbija na hidroksilnu grupu koja je vezana za jedan atom kalaja i vodonik koji sa atomom kiseonika gradi drugu hidroksilnu grupu koja je vezana za susedni atom kalaja. Kiseonik je iza sebe ostavio upražnjeno mesto u strukturi (vakancija) i zbog toga dva elektrona postaju slobodna, što utiče na smanjenje otpornosti.

Druga mogućnost je da se molekul vode vezuje atomom kiseonika za kalaj iz strukture, pri čemu jedan atom vodonika teži da nagradi vezu sa atomom kiseonika iz strukture, tada se molekul vode razbija na hidroksilnu grupu koja preko kiseonika ostaje vezana za atom kalaja i vodonik koji gradi hidroksilnu grupu sa kiseonikom iz strukture, pri čemu se oslobađa jedan elektron kao što je opisano u formuli (3). Pošto na slici 3b postoje dva molekula vode onda se oslobađaju dva elektrona.

Dakle, elektrode koje su opisane u prethodnom poglavlju mere otpornost gasno-osetljivog sloja. Kako bi se postigla neophodna temperatura za odvijanje prethodno opisanih procesa koristi se mikro-grejač. Zbog prethodno opisanih mehanizama, senzor pored merenja otpornosti gasno-osetljivog sloja, mora da meri i parametre ambijenta (kao što su temperatura i vlažnost) kako bi se uračunalo više mehanizama koji utiču na promenu otpornosti. U kućištu gasnih senzora se pored samog gasnog senzora može nalaziti mikrokontroler koji pored merenja otpornosti gasno-osetljivog sloja meri još i temperaturu i vlažnost ambijenta pomoću ugrađenih senzora. Nakon toga se obrađuju podaci i na osnovu prethodno izvršene kalibracije proračunava se koncentracija željenog gasa u ambijentu. Zavisno od željenog gasa koga je potrebno detektovati (ili odrediti koncentraciju) koriste se različiti gasno-osetljivi slojevi [4].

IV. Senzor kvaliteta vazduha CCS811

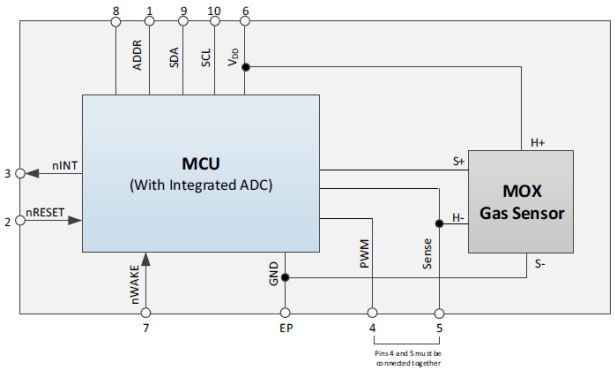
Senzor CCS811 je digitalni gasni senzor u MEMS tehnologiji koji služi za kontrolu kvaliteta vazduha u zatvorenom prostoru [5]. CCS811 ima uzuzetno malu potrošnju i može da meri koncentraciju ugljen-dioksida i jake organske mirise (VOC).



Slika 4. Senzor kvaliteta vazduha CCS811 na štampanoj ploči [6].

Opseg koncentracija ugljen-dioksida koje može da meri ovaj senzor je od 400 ppm do 64000 ppm (eng. *ppm - parts per million*). Dok za VOC opseg koncentracija je od 0 ppb do 64000 ppb. Na slici 4 je prikazan senzor CCS811 zalemljen na štampanoj ploči.

Ovaj senzor u sebi sadrži mikrokontroler koji ima analogno digitalni konvertor kao i I^2C interfejs. Na slici 5 je prikazan blok dijagram ovog senzora.



Slika 5. Blog dijagram CCS811 senzora [5].

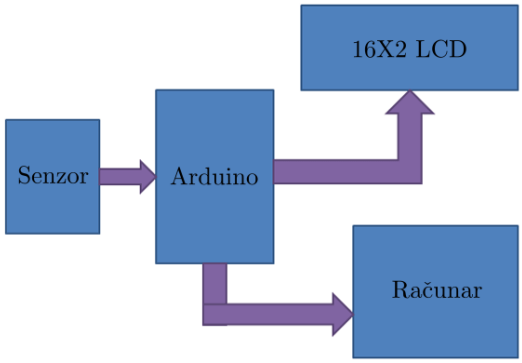
Kada se senzor prvi put koristi, neophodno je obezbediti neprekidni rad senzora 48 h, taj se period naziva žarenje (eng. *burn in*), jer dolazi do velike promene u otpornosti gasno-osetljivog materijala. Nakon sagorevanja sledi period normalnog korišćenja (eng. *run in*). Od strane proizvođača se nalaže, da je nakon uključivanja senzora neophodno da protekne 20 minuta računajući od momenta upisa željenog moda u senzor, kako bi se očitavale precizne vrednosti. Svaki put prilikom uključivanja i zadavanja moda, potrebno je da se mikro-grejač zagreje i postigne radnu temperaturu. Postoje četiri moda u kojima može da se koristi ovaj senzor:

- Mod 1: Konstantni izvor napajanja, merenje svake sekunde,
- Mod 2: Pulsno zagrevanje, merenje na svakih 10 sekundi,
- Mod 3: Pulsno zagrevanje malom snagom, merenje na svakih 60 sekundi,
- Mod 4: Konstantni izvor napajanja, merenje na svakih 250 ms.

Proizvođač garantuje da je životni vek senzora veći od 5 godina kada je senzor u modu 1 [5]. Senzor unutar sebe meri temperaturu i vlažnost vazduha, ali proizvođač je u tehničkoj dokumentaciji naveo da je pogodnije meriti temperaturu i vlažnost drugim senzorima u okolini ovog senzora i podatke mu upisivati u registre, kako bi senzor na osnovu toga proračunavao koncentracije VOC-a i CO_2.

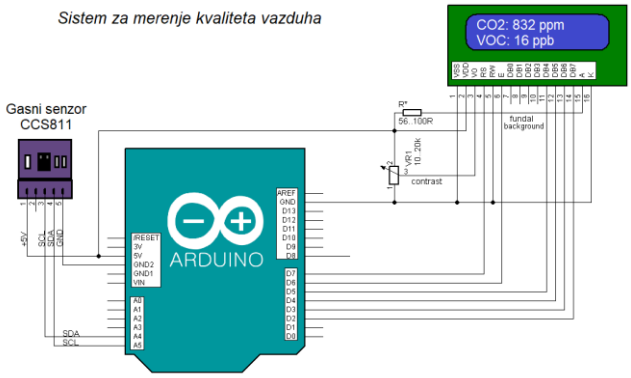
V. REALIZACIJA SISTEMA ZA MERENJE

Sistem za merenje i akviziciju podataka se sastojao iz senzora CCS811, Arduino Uno jedinice, LCD displeja i računara, kao što je prikazano na blok šemi (Sl. 6).



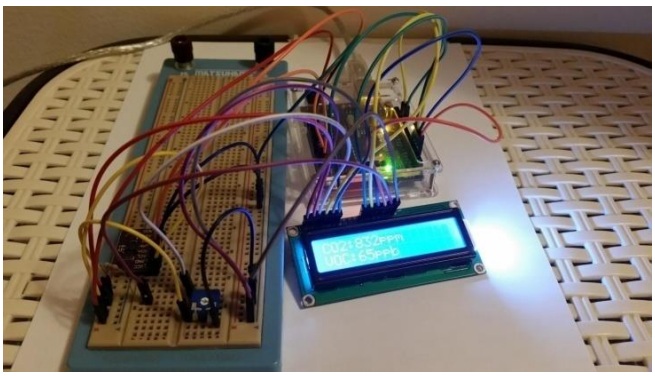
Slika 6. Blok šema sistema za merenje i akviziciju podataka.

Električna šema sistema za merenje je prikazana na slici 7. Merena je koncentracija CO_2 i VOC-a u prostoriji i na terasi.



Slika 7. Električna šema sistema za merenje.

Aparatura za merenje i akviziciju podataka u prostoriji je prikazana na slici 8, a za merenje na terasi sa malom modifikacijom (radi zaštite od Sunčevog zračenja i vremenskih nepogoda) je prikazana na slici 9.



Slika 8. Aparatura za merenje u prostoriji (senzor CCS811, Arduino Uno jedinica i LCD displej).

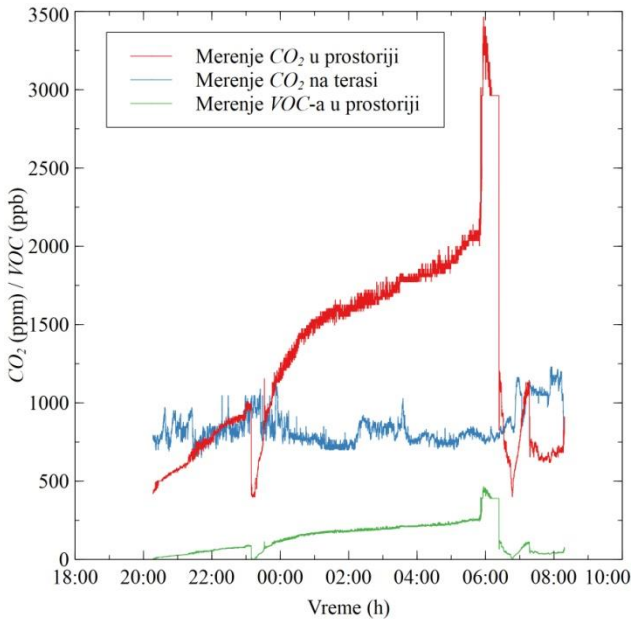


Slika 9. Aparatura za merenje na terasi.

Bitno je napomenuti da se aparatura za merenje u prostoriji nalazila na pomoćnom stočiću, udaljena oko jednog metra od glave autora koji je spavao i u visini kreveta (oko 55 cm).

VI. Rezultati i diskusija

Na slici 10 je prikazan grafik koncentracije CO_2 u prostoriji i na terasi, kao i koncentracija VOC-a u prostoriji od 20 h uveče do 8 h ujutru. Posmatrajući merenje u prostoriji na grafiku se mogu uočiti dva negativna pika približno u 23 h i u 6 h koja su posledica provetravanja prostorije pre i posle spavanja.



Slika 10. Grafik koncentracije CO_2 i VOC-a od 20h uveče do 8h ujutru, meren u prostoriji i na terasi.

Veliki pozitivni pik koji je nastao pre jutarnjeg provetravanja je posledica mešanja vazduha, zato što je tada postojala aktivnost u prostoriji. Tokom noći ugljen-dioksid se taloži na dnu sobe, prilikom ustajanja i mešanja vazduha CO_2 se podiže, čime se veliki pozitivni pik na grafiku (crvena i zelena boja) može objasniti. Neophodno je napomenuti da priloženi grafik pokazuje kako se koncentracija CO_2 u sobi tokom spavanja povećava iz čega proizilazi da se koncentracija kiseonika u sobi smanjuje. Primećuje se, takođe, da koncentracija VOC-a prati koncentraciju CO_2 u prostoriji. Iz tog razloga autori ovog rada pretpostavljaju da senzor meri određene promene na površini oksida metala, a da se nakon toga iz istog merenja proračunom dobijaju vrednosti za CO_2 i VOC.

Kako bi se uporedila promena koncentracije CO_2 tokom noći u zatvorenom i na otvorenom prostoru, sledeće noći je sa istom aparaturom odrađeno merenje na terasi. Nakon izvršenog merenja, upoređeni su rezultati u prostoriji i na terasi, rezultati su takođe prikazani na grafiku (Sl. 10, plava boja). Na grafiku se može uočiti da se koncentracija CO_2 na terasi tokom noći gotovo ne menja.

Do blage promene dolazi jedino u jutarnjim satima (oko 7 h). Pretpostavlja se da je to posledica povećanja izduvnih gasova od automobila, jer tada ljudi kreću na posao.

VII. Zaključak

U ovom radu je obrađena jedna od mogućih primena gasnog senzora u MEMS tehnologiji. Detaljno je opisana struktura, princip rada i osetljivost senzora. Posebna pažnja je posvećenja senzoru kvaliteta vazduha CCS811, sa kojim su vršena merenja koncentracije CO_2 i VOC-a u prostoriji tokom spavanja i na terasi. Pokazano je da se tokom noći koncentracija CO_2 u prostoriji povećava i da je najveća u jutarnjim satima, dok se na terasi koncentracija CO_2 uz blage varijacije može smatrati konstantnom.

Zahvalnica

Zahvaljujemo se Katedri za mikroelektroniku na Elektronskom fakultetu, Univerziteta u Nišu na pruženoj pomoći i saradnji tokom realizacije ovog projekta.

Literatura

[1] Barsan Nicolae, and Udo Weimar. "Fundamentals of Metal Oxide Gas Sensors." *Proceedings IMCS 2012* (2012): 618-621.
[2] Figaro Engineering Inc.: http://www.figaro.co.jp/en/
[3] Slika senzora. Dostupno na: http://www.nano-i.com/index.php?mid=webjin_development&document_srl=1276373&l=en&m=1&listStyle=viewer
[4] Shankar Prabakaran, and John Bosco Balaguru Rayappan. "Gas sensing mechanism of metal oxides: The role of ambient atmosphere, type of semiconductor and gases-A review." *Sci. Lett. J* 4.4 (2015): 126.
[5] Tehnička dokumentacija. Dostupno na: https://eu.mouser.com/datasheet/2/588/CCS811_DS000459_5-00-1218958.pdf
[6] Fotografija senzora CCS811. Dostupno na: https://tronixlabs.com.au/sensors/gaseous/ccs811-air-quality-sensor-breakout-board-australia/

Pametni sistem za navodnjavanje biljaka

Danica Đorđević, Marko Ilić, Dušan Kovačević

Sadržaj - Poljoprivreda predstavlja osnovni resurs u proizvodnji hrane, a takođe ima i važnu ulogu u održavanju ekonomije jedne države. Kako je poljoprivreda jako bitna za život ljudi, neophodno je da se na što efikasniji način upravljaju područja za uzgoj biljaka. U ovom radu će biti prikazani osnovni koncepti i ideje potrebne za realizaciju pametnog sistema za navodnjavanje biljaka. Model pametnog sistema za navodnjavanje omogućava korisniku uvid u vrednosti trenutne temperature zemljišta kao i vrednosti trenutne vlažnosti zemljišta. Pored svega toga, sistem pruža i uvid u mesečnu potrošnju vode koja se meri u metrima kubnim. Ono po čemu se razlikuje pametni sistem za navodnjavanje od današnjih sistema koji se koriste (navodnjavanje kap-po-kap) je to što je pametni sistem za navodnjavanje kontrolisan od strane aplikacije tj. sistem se uključuje i isključuje po potrebi. To čini pametni sistem za navodnjavanje ekonomičnijim od kap-po-kap sistema za navodnjavanje. Kap-po-kap sistemi se kontrolišu od strane korisnika (tako što korisnik zavrne ili odvrne ventil za vodu), što može prouzrokovati nepotrebnu potrošnju vode. Na osnovu izmerene temperature i vlage zemljišta, sistem će samostalno navodnjavati biljke. Takođe je omogućeno i ručno upravljanje preko aplikacije koja je prilagođena potrebama korisnika. Sistem istovremeno omogućava bolji rast i razvoj biljaka što direktno utiče na povećanje kvaliteta i proizvodnje hrane.

I. UVOD

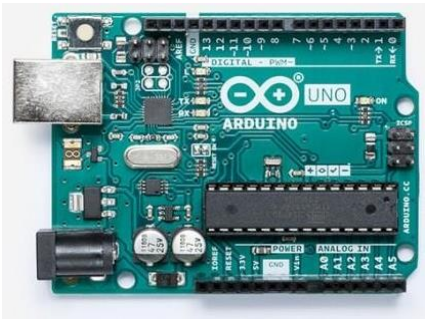
Jedan od glavnih problema današnjice jeste neefikasno korišćenje vode, kao i preveliko zagađenje vode i zemljišta. Procenjuje se da će do 2050. godine na zemlji živeti 9,7 milijardi ljudi [1]. Sa sve brojnijom populacijom, čije potrebe za hranom treba zadovoljiti, i sa prirodnom okolinom koja brzo degradira, efikasna upotreba resursa i povećanje proizvodnje hrane postaju sve važnija pitanja. Tradicionalni način navodnjavanja donosi niz problema među kojima je, pored preplavljenosti zemljišta i promena nivoa soli u zemljištu, i neefikasna upotreba vode. Preplavljenost zemljišta nastaje kada zemljište postane prezasićeno vodom, usled čega se javljaju anaerobni uslovi u kojima dolazi do brojnih hemijskih reakcija koje osiromašuju zemljište gvožđem i oksidom mangana. Ovaj deficit direktno utiče na razvoj korena, a samim tim i na razvoj ostalih delova biljke [2].

Na rast i razvoj biljaka takođe utiče i promena nivoa soli u zemljištu tj. salinizacija zemljišta. Ona se javlja kada se sadržaj soli u tlu povećava iznad normalnih prirodnih nivoa. Tradicionalnim navodnjavanjem se izvlači znatna količina vode iz područja, koja se pomera na poljoprivredna ili uređena zemljišta. Na području koje je izgubilo značajnu količinu vode se javlja povišeni nivo soli. Visok nivo soli otežava biljkama da apsorbuju potrebnu količinu vode i hranljive materije iz zemljišta [3]. Pametni sistem za navodnjavanje je namenjen da poljoprivrednicima pomogne u uštedi vode, i da istovremeno poboljša kvalitet proizvodnje. On štedi 30% do 70% više vode u poređenju sa tradicionalnim sistemom za navodnjavanje [9]. Njime je moguće navodnjavati tri puta veće površine sa istom količinom vode, čime se računi za vodu poljoprivrednika znatno smanjuju. I najvažnije, uz pomoć pametnih sistema za navodnjavanje, poljoprivrednici imaju mogućnost da spreče dalju prekomernu upotrebu vode i time daju svoj doprinos u borbi za očuvanje životne sredineOvi problemi se mogu rešiti uz pomoć današnje tehnologije. Pametnim sistemom za navodnjavanje rešavamo problem neefikasne upotrebe vode i niz problema koje nosi tradicionalni način navodnjavanja. Analiziranjem procenta vlažnosti i temperature, pametni sistem za navodnjavanje snabdeva zemljište vodom u pravom trenutku i u tačno određenoj količini. Na taj način, pametni sistem za navodnjavanje pomaže u pravilnom rastu i razvoju biljaka.

II. PRINCIP RADA

A. Arduino Uno

Na slici 1 je prikazan izgled Arduino Uno ploče. Arduino UNO integriše sve komponente i omogućava da sistem funkcioniše kao jedna celina. ESP8266 WiFi modul se koristi za slanje podataka na Android aplikaciju. Podaci predstavljaju izmerene vrednosti temperature i vlažnosti zemljišta. Arduino Uno je okruženje sa mikrokontrolerom koji se sastoji od skupa digitalnih i analognih ulazno/izlaznih pin-ova i koji se lako povezuje sa različitim ekspanzivnim pločama (štitovima) i drugim kolima koja omogućavaju primenu arduina u različite svrhe i za različite potrebe korisnika. Pomoću USB kabla se povezuje na računar i uz poseban programski jezik se kontroliše rad mikrokontrolera [4].

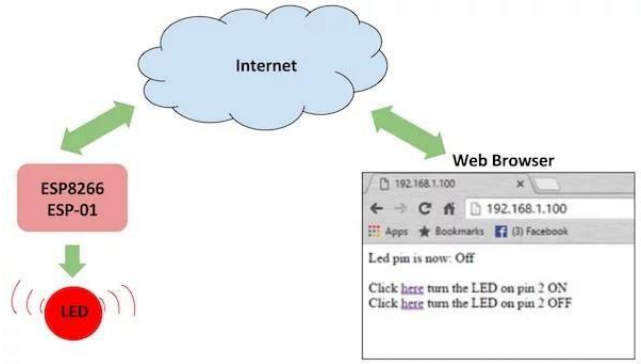


Slika 1. Arduino Uno.

Danica Đorđević, Marko Ilić i Dušan Kovačević su studenti treće godine na smeru Računarstvo i Informatika, Elektronski Fakultet Niš, Univerzitet u Nišu, Aleksandra Medvedeva 14, 18000 Niš, Srbija. Email: danicadjordjevic540@gmail.com, dusankovacevic47@gmail.com, markoilic22122012@gmail.com

B. ESP8266 WIFI Wireless Shield

ESP8266 WiFi modul omogućava povezivanje mikrokontrolera (Arduino Uno) na WiFi mrežu što omogućava transfer podataka između korisnika i mikrokontrolera, kao što se može videti na slici 2. Takođe, korisnik ima tu mogućnost da šalje mikrokontroleru naredbe za izvršavanje. Arduino se kontroliše preko lokalne WiFi mreže ili preko interneta (nakon što se mapiraju portovi). ESP-01 modul ima GPIO pinove koji mogu da se programiraju da uključe LED sijalicu ili uključe/isključe relej preko interneta. Modul može da se programira koristeći Arduino/USB-to- TTL konvertera kroz serijske pinove (RX, TX) [5].



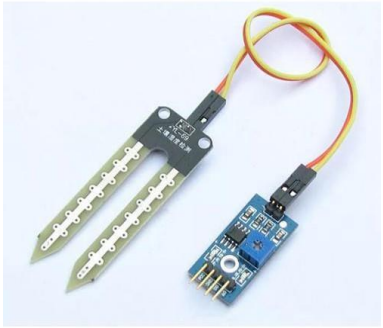
Slika 2. Princip rada ESP8266 WiFi modula.

C. Soil Moisture Hygrometer Detection Humidity Sensor Module For arduino (Arduino senzor vlažnosti zemljišta)

Soil Moisture Hygrometer Detection Humidity Sensor Module For arduino (Arduino senzor vlažnosti zemljišta) je senzor koji se koristi da odredi vlažnost zemljišta. Kada je zemljište suvo, modul izbacuje vrednost LOW, a u suprotnom izbacuje vrednost HIGH. Proučavanjem rasta biljaka u različitim uslovima, naučnici su utvrdili da su za pravilan razvoj i rast biljaka najbolji uslovi u kojima procenat vlažnosti zemljišta varira između 50% i 70% a vrednost temperature se kreće u opsegu od 12°C do 22°C [6]. Donja granica u vrednosti temperature zavisi od vrste biljke. Kod nekih vrsta je donja granica 6°C. Osetljivost ovih senzora je moguće podešavati u zavisnosti od potreba biljaka. Vrednost HIGH predstavlja gornju granicu tj. izmeren procenat vlažnosti zemljišta koji je iznad 70%, a vrednost LOW predstavlja donju granicu tj. izmeren procenat vlažnosti zemljišta koji je ispod 50%. Sistem je podešen tako da kada detektuje vlažnost ispod 50%, počinje navodnjavanje. Kada nivo vlažnosti pređe 70% navodnjavanje se zaustavlja. Navodnjavanje počinje ponovo kada vlažnost zemljišta bude ispod 50%. Na slici 3. je prikazan plavi potenciometar, pomoću koga je moguće podašavati osetljivost senzora na nivo vlage. Ovaj senzor radi pri naponu od 3.3V – 5V [7]. Izlazne rezultate senzora je moguće proslediti kao digitalnu ili analognu (preciznija opcija) vrednost.

D. Sonda za merenje temperature

Sonda za merenje temperature, prikazana na slici 4, je senzor koji je vodootporan i koristi se za merenje temperature zemljišta. Vrednost izmerene temperature se šalje na mikrokontroler koji zatim preko WiFi modula izmerene vrednosti šalje korisniku.



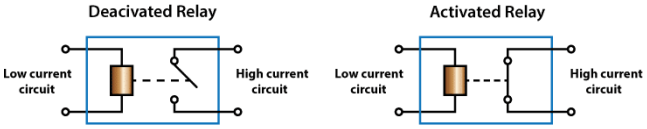
Slika 3. Arduino senzor vlažnosti vazduha.



Slika 4. Sonda za merenje temperature.

E. Arduino relejni modul 5V sa 4 kanala

Releje koristimo za upravljanje električnim uređajima koji rade pri visokim naponima. Relej je u stvari prekidač kojim upravlja elektromagnet. Elektromagnet je aktiviran pri niskim naponima, npr. 5V mikrokontrolera spaja ili odvaja visoko naponski deo kola, kao što je prikazano na slici 5 [8].



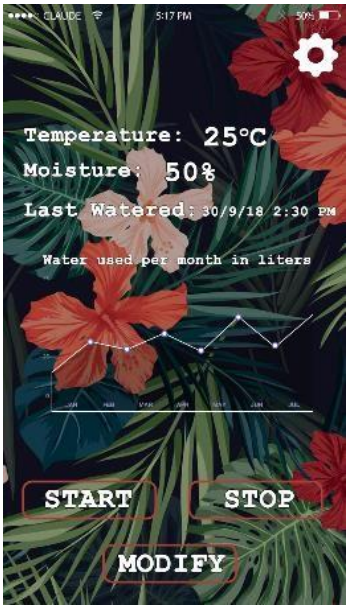
Slika 5. Princip rada releja.



Slika 6. Arduino relejni modul.

III. Opis Rada Aplikacije za Upravljanje Sistema za Navodnjavanje Biljaka

Aplikacija je realizovana korišćenjem Visual Studio-a I Xmarin tehnologija, koje se koriste za kreiranje cross-platforms aplikacija za Android, iOS I Windows phone. Klijent aplikacija kontroliše prskalicu za zalivanje biljaka korišćenjem biblioteke za povezivanje na server. Aplikacija se povezuje na server uz pomoć IP adrese. Na taj način je korisnik u mogućnosti da upravlja celim sisitemom za navodnjavanje, iako nije u blizini sistema. Korisnik nije nužno obavezan da bude i sam konektovan na istu IP adresu, što znači da može aktivirati sistem i preko mobilnog interneta. Zbog bezbednosti korisnika, IP adresa je sakrivena. Arduino mora da bude isprogramiran da prihvata poruke u određenom formatu da bi kontrolisao prskalice za vodu. Preko komponente ESP8266 Wifi predajnika, šalju se podaci dobijeni od senzora na Android aplikaciju. Aplikacija pruža uvid u temperaturu zemljišta vlažnost zemljišta u procentima, vreme i datum poslednjeg korišćenja sistema. Sistem meri količinu potrošene vode u periodu od mesec dana i obaveštava korisnika o ceni potrošene vode. Na ovaj način korisniku se pružaju sve potrebne informacije koje mu omogućavaju što kvalitetniji uzgoj biljaka. START dugme uključuje sistem i rad sistema neće stati dok korisnik ne pretisne dugme STOP. Pored toga postoji i posebno dugme SELECT koje omogoćuva korisniku da aktivira posebno prskalicu koja će da radi mimo drugih i da navodnjava više ili manje u zavisnosti od potreba biljaka. To se rešava odabirom parametara (vlažnosti zemljišta i temperatura) i moguće je zadati željenu vrednost parametara i sistem će navodnjavati baštu dok željena vrednost nije dostignuta. Izgled aplikacije je prikazan na slici 7, a kontroli meni aplikacije na slici 8.



Slika 7. Aplikacija za kontrolu sistema za navodnjavanje bašte.



Slika 8. Izgled menija pomoću koga možemo odrediti pri kojoj temperaturi i vlažnosti zemljišta treba započeti navodnjavanje zemlje kao i pri kojim vrednostima treba prestati navodnjavanje.

IV. Zaključak

Pametni sistem za navodnjavanje je namenjen da poljoprivrednicima pomogne u uštedi vode, i da istovremeno poboljša kvalitet proizvodnje. On štedi 30% do 70% više vode u poređenju sa tradicionalnim sistemom za navodnjavanje [9]. Njime je moguće navodnjavati tri puta veće površine sa istom količinom vode, čime se računi za vodu poljoprivrednika znatno smanjuju. I najvažnije, uz pomoć pametnih sistema za navodnjavanje, poljoprivrednici imaju mogućnost da spreče dalju prekomernu upotrebu vode i time daju svoj doprinos u borbi za očuvanje životne sredine.

Zahvalnica

Autori ovog projekta se ovom prilikom posebno zahvaljuju studentskoj organizaciji SICEF koja je obezbedila neophodni materijal za realizaciju ovog projekta.

Literatura

[1] http://www.un.org/en/development/desa/news/population/2015-report.html
[2] httmp://soilquality.org.au/factsheets/waterlogging
[3] Rui Manuel Almeid Machado and Ricardo Paulo Serralheiro, „Soil Salinity: Effect on Vegetable Crop Growth. Management Practices to Prevent and Mitigate Soil Salinization“
[4] https://www.arduino.cc/
[5] https://maker.pro/esp8266/tutorial/esp8266-tutorial- how-to-control-anything-from-the-internet

[6] https://www.thehealingcanna.com/growroom- temperature-humidity
[7] https://www.sparkfun.com/products/13637?_ga=2.152454649.1160917696.1538251697-471866454.1538251697
[8] https://howtomechatronics.com/tutorials/arduino/control-high-voltage-devices-arduino-relay-tutorial/
[9] https://www.reece.com.au/irrigation/smart- thinking/why-to-use-smart-irrigation-systems

Daljinsko upravljanje autorobotom korišćenjem Bluetooth modula HC – 06 i Android mobilne aplikacije

Uroš Petković

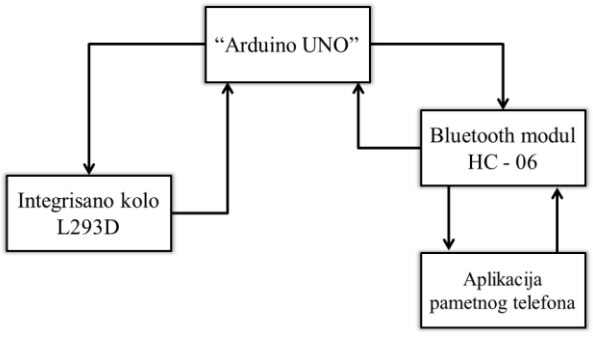
Sadržaj - U ovom radu će biti pokazan način kreiranja Bluetooth autorobota od ideje do realizacije. Biće korišćeni alati koji su lako dostupni, besplatni i laki za korišćenje. Bluetooth autorobot će imati mogućnost da se, putem Android mobilne aplikacije instalirane na pametnom telefonu i preko Bluetooth modula, kreće u željenim pravcima korisnika, odnosno napred, nazad, levo i desno.

I. UVOD

Ideja bežične komunikacije između korisnika i autorobota rođena je davnih 60-ih godina u italijanskoj kompaniji El-Gi (*Elettronica Giocattolio*). Prva verzija autorobota sa bežičnom komunikacijom se mogla pokretati samo u jednom pravcu i to prilično sporo. Daljim razvojem ovakvih autorobota, kao i samih tehnika bežične komunikacije, omogućeno je kretanje autorobota u više pravaca [1].

U ovom radu se za bežično komuniciranje sa autorobota koristi tehnologija Bluetooth. Ova tehnologija omogućava neposrednu komunikaciju između autorobota i korisnika slanjem radio talasa na određenim frekvencijama[2].

Princip rada Bluetooth autorobota, kao što mu i u nazivu piše, bazira se na Bluetooth tehnologiji. Da bi se što bolje i na što jednostavniji način shvatio princip rada ovog sistema, prikazana je blok šema autorobota na slici 1.



Slika 1. Blok šema Bluetooth autorobota.

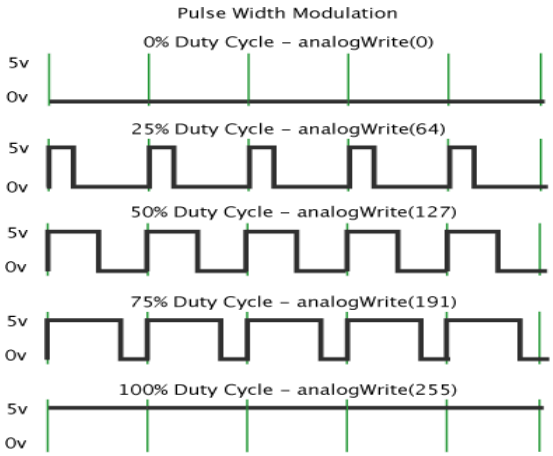
Kako što se i može videti na blok šemi iznad, mikrokontroler "Arduino UNO" komunicira sa integrisanim kolom za regulisanje prebacivanja visokih struja, L293D, i Bluetooth modulom HC – 06, dok nema međusobne komunikacije između Bluetooth modula i integrisanog kola. Kada korisnik uspostavi vezu između aplikacije pametnog telefona i Bluetooth modula, odnosno Bluetooth autorobota, kao što je već i napomenuto, dioda Bluetooth modula HC – 06 prestaće da treperi, što znači da je veza na uspešan način ostvarena.

Nakon uspostavljanja veze sa autorobotom, sledeći koraci jesu upravljanje njime, odnosno slanje tekstualnih i numeričkih informacija putem aplikacije pametnog telefona. Kada Bluetooth modul primi podatak prosleđen pametnim telefonom, njegova uloga je da isti taj podatak, bilo tekstualni ili numerički, prosledi dalje razvojnom okruženju "Arduino UNO", gde će se izvršiti njegovo "očitavanje". Nakon izvršene operacije čitanja podatka, u zavisnosti od njegovog sadržaja, "Arduino UNO" uključuje određene ulaze integrisanog kola za regulaciju prebacivanja visokih struja, L293D, i na taj način pobuđuje ili pogonski ili upravljački motor, što omogućava kretanje autorobota.

II. PROGRAMIRANJE ARDUINA

Na samom početku koda definisni su ulazi i izlazi kako Arduina, tako i integrisanog kola za regulaciju prebacivanja visokih struja, L293D. Primarne isprogramirane stavke jesu mogućnost pokretanja autorobota u svim mogućim pravcima i povezivanje sa Bluetooth modulom. Korišćena su neka uobičajena slova za kontrolisanje autorobotom, npr. F za napred (*Forward*), B za nazad (*Backward*), itd. Aplikacija je napravljena tako da se pored nje mogu koristiti i druge aplikacije za upravljanje autorobotom. Brzina autorobota se menja modulacijom širine impulsa (*Pulse-Width Modulation*, *PWM*, Slika 2), odnosno što je modulacija veća, brzina autorobota biće veća.

Uroš Petković je student na modulu za Elektroniku i Mikrosisteme, Elektronski fakultet, Univerzitet u Nišu, Aleksandra Medvedeva 14, 18000 Niš, Srbija, E-mail: uros.petkovic@elfak.rs



Slika 2. Modulacija širine impulse.

Modulacija širine impulsa ima skalu od 0 do 255, gde 0 predstavlja minimalnu brzinu autorobota, tj. minimalan napon (0 V), a 255 maksimalnu brzinu i maksimalan napon napajanja (9 V). U navedenom kodu, definisane su 4 brzine od kojih svaka ima posebnu modulaciju širine impulsa, npr. brzina "1" ima modulaciju širine impulse na skali 100 i znači da brzina autorobota neće biti toliko velika, dok brzina "4" ima maksimalnu modulaciju širine impulsa 255 i samim tim maksimalan napon koji napaja autorobot kao i maksimalnu brzinu.

Definisana je takođe i uobičajena brzina autorobota, koja iznosi 200 po skali modulacije širine impulsa. Takođe, moguće je ugraditi dodatan izvor napajanja mikrokontrolera, koji omogućava, na zahtev, veću brzinu autorobota u svim brzinama. Kada dođe do prekida Bluetooth veze između korisnika i autorobota, isprogramirano je da se autorobot automatski zaustavlja i postavlja u neutralno stanje, bez dodatnog kretanja. Takođe, isprogramirano je da autorobot ima svetla i sirenu. Svetla i sirena se mogu uključiti ili isključiti na zahtev korisnika. Nakon završetka definisanja komponenti u kodu i ispravljanja greški, prelazi se na praktičnu realizaciju i sastavljanje električne šeme autorobota.

III. ELEKTRIČNA ŠEMA BLUETOOTH AUTOROBOTA

Električna šema je projektovana u programu *Proteus 7 Professional* [3]. Kompletna šema Bluetooth autorobota data je na slici 3 i biće detaljno objašnjena u nastavku teksta. Šemu je moguće realizovati na više načina, ali u ovom slučaju su korišćene sledeće komponente:

"Arduino UNO" [4] predstavlja mikrokontrolersku ploču baziranu na "ATmega328" mikrokontroleru. Sadrži kristalni oscilator frekvencije 16 MHz, 6 analognih i 14 digitalnih ulaza/izlaza, od kojih se 6 mogu koristiti kao izlazi modulacije širine impulsa. Ova ploča je takođe opremljena USB (*Universal Serial Bus*) konektorom preko koje ploča ima komunikaciju sa računarom.

Bluetooth modul HC – 06 [5] usvaja Bluetooth standard 2.0 koji mu omogućava brz prenos podataka. Radna frekvencija mu je 2.4 GHz i sadrži 4 pina. Pin *Vcc* koji služi za napajanje modula, GND pin za masu, TXD pin za prenos podataka i RXD pin za prijem podataka.

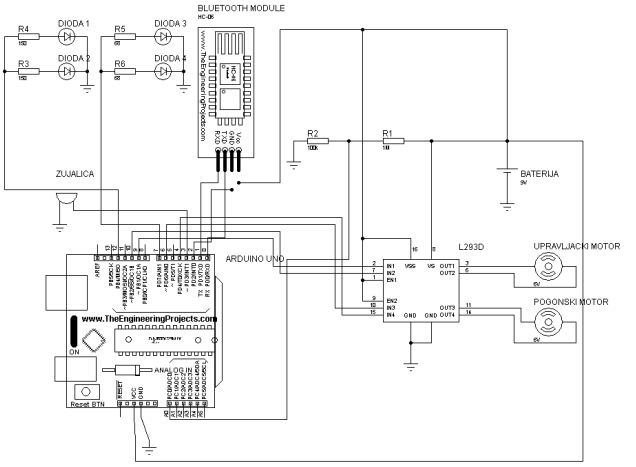
L293D [6] integrisano kolo služi za simultono upravljanje setom od dva DC motora. Ulazni pinovi ovog kola povezani su na ulaze razvojne ploče "Arduino UNO", dok su na njihovim izlazima dovedeni priključci pogonskog i upravljačkog motora. Na ovaj način je ostvarena komunikacija između integrisanog kola i razvojne ploče.

DC motor [7] pretvara električnu struju u kružno kretanje. U ovom radu su iskorišćena dva DC motora koja služe za pokretanje i kontrolisanje autorobota.

LE (*Light-Emiting*) dioda [8] je posebna vrsta poluprovodničke diode koja emituje svetlost kada kroz nju protiče struja. LE diode rade isključivo kada su direktno polarisane, pri čemu boja svetla zavisi od energetskog procepa materijala od kojeg se izrađuje sama dioda. U ovom radu su iskorišćene 4 LE diode, od kojih su 2 bele boje za prednja svetla autorobota i 2 crvene boje za zadnja svetla autorobota.

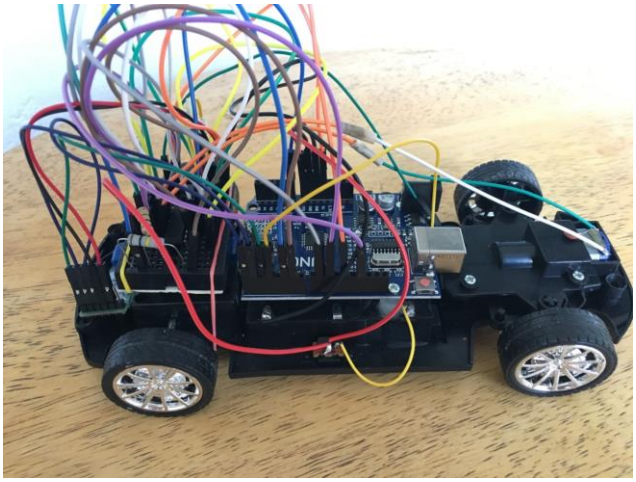
Za zvučno oglašavanje autorobota korišćena je piezo zujalica [9] frekvencije 3.5 kHz, koja je spojena sa razvojnom pločom, i koja se aktivira na zahtev korisnika aplikacije pametnog telefona.

Za napajanje "Arduino UNO" razvojnog okruženja, a samim tim i ostalih komponenti korišćenih u izradi ovog autorobota, korišćena je baterija od 9 V [10].



Slika 3. Električna šema Bluetooth autorobota.

Nakon uspešnog realizovanja električne šeme, električna šema se smešta u autorobot prikazan na slici 4.



Slika 4. Prikaz sklopljene šeme u autorobotu.

Prilikom povezivanja pogonskog i upravljačkog motora na izlaze integrisanog kola za regulaciju prebacivanja visokih struja, L293D, treba voditi računa o polaritetu priključka motora. Ukoliko se priključci povežu sa izlazima integrisanog kola na suprotan način od predviđenog, prilikom kontrolisanja autorobota putem aplikacije pametnog telefona, kontrole autorobota će biti izmenjene. Pored toga, na autorobotu je napravljen prekidač koji kontroliše napajanje celokupnog autorobota, odnosno razvojnog okruženja. Prekidač je postavljen sa namerom da olakša korisniku na takav način da prilikom željenog uključenja autorobota, korisnik ne mora svakog puta da povezuje bateriju i razvojno okruženje, već da jednostavnim uključenjem prekidača aktivira autorobot.

Nakon smeštanja električne šeme u unutrašnjost autorobota, neophodno je sklopiti gornji deo, na kojem se nalaze LE diode, sa donjim delom autorobota kako bi Bluetooth autorobot bio uspešno realizovan. Izgled Bluetooth autorobota prikazan je na slici 5.



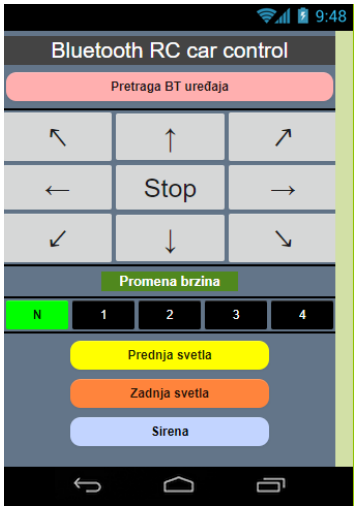
Slika 5. Prikaz Bluetooth autorobota.

IV. KREIRANJE APLIKACIJE ZA PAMETNI TELEFON

Za realizaciju Android aplikacije korišćena je WEB aplikacija "MIT App Inventor". Pomenuta aplikacija omogućava da se kompleksan programski jezik svede na grafički nivo kojim se jednostavnim dodavanjem blokova zamenjuje pisanje delova koda.

Ovaj način je idealan za one koji žele napraviti jednostavnu aplikaciju za svoj uređaj poznavanjem osnovnog nivoa bilo kog programskog jezika.

WEB aplikacija je podeljena u dva dela, prvi je dizajnerski deo (Slika 6), dok drugi deo služi za spajanje blokova na osnovu dizajna (Slika 7). U dizajnerskom delu se mogu videti veći broj tastera poput "Neutral", "Prednje svetlo", "Sirena" i drugi. Svakom tasteru se može dati ime i dimenzija, pa čak i dodeliti slika. U dnu dizajnerskog dela se primećuje nevidljiva komponenta "BluetoothClient1" koja je tu da omogući Bluetooth usluge.

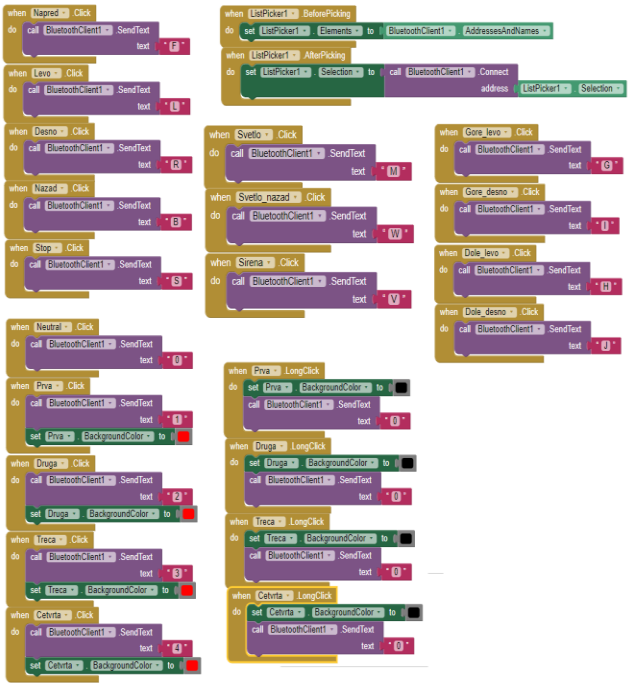


Slika 6. Prikaz dizajna aplikacije.

Nakon uspešnog dizajniranja izgleda aplikacije prelazi se na deo sa blokovima, odnosno na programiranje tastera aplikacije. Na Slici 7 je prikazano kako su raspoređeni blokovi za datu aplikaciju. Prilokom izbora Bluetooth uređaja i povezivanja sa istim, neophodno je u aplikaciji selektovati taster "Pretraga BT uređaja". Nakon toga se u aplikaciji otvara meni sa izlistanim nazivima uređaja u blizini i njihovim MAC adresama. Zatim prilikom izbora uređaja za povezivanje, aplikacija putem Bluetooth-a pametnog telefona šalje zahtev za povezivanje sa izabranim uređajem. Što se tiče dela softverske realizacije povezivanja pametnog telefona i Bluetooth modula HC-06, on je predstavljen blokovima .BeforePicking i .AfterPicking, koji su zaduženi za pretragu (.BeforePicking) i povezivanje (.AfterPicking). Naziv pretraženog Bluetooth modula uglavnom nosi naziv po modelu samog modula, npr. HC-05, HC-06, itd. Nakon konektovanja sa autorobotom primećeno je da je dioda

Bluetooth modula prestala da treperi i da svetli konstantno, što znači da je uspešno ostvarena veza između pametnog telefona i Bluetooth modula.

Nakon uspešnog konektovanja na Bluetooth autorobot, kretanje autorobota je moguće u svim pravcima, i obezbeđeno je blokovima .Click koji omogućavaju da pritiskom na određene tastere dođe do pomeranja autorobota u željenim pravcima. Ti blokovi su, kao što im i u nazivu piše, direktno povezani sa tasterima u dizajnerskom delu aplikacije. Autorobot je na početku u neutralnom stanju "N", što znači da nema pomeranja dok traje to stanje. Autorobot se stavlja u pokret pritiskom na taster "1", "2", "3", ili "4" koji mu ujedno i označavaju brzine kretanja. Kada se autorobot postavi u brzinu "1" njegovo kretanje biće minimalno, međutim, sa svakim pomeranjem brzine u veću, autorobot će ići brže dok na kraju ne dostigne svoju maksimalnu brzinu u "4" brzini. Takođe su postavljeni indikatori kada je autorobot u brzini, npr. ukoliko je potrebno ubaciti autorobot u četvrtu brzinu, jednostavnim pritiskom na taster "4" doći će do promene boje iz standardne crne u crvenu boju, što znači da je autorobot u brzini. Izlazak iz brzine se može ostvariti dugim klikom na taster brzine u kojoj se autorobot nalazi i on će vratiti svoju prvobitnu boju i neutralno stanje. Na kraju, taster "Prednja svetla" ima ulogu da uključi ili isključi prednja svetla i taster "Zadnja svetla" da uključi ili isključi zadnja svetla na autorobotu po potrebi, dok taster "Sirena" služi za zvučno oglašavanje autorobot. Tasteri "Svetla" i "Sirena" su takođe definisani u blokovnom delu sa komandama .Click.



Slika 7. Prikaz blokova.

Konačan korak jeste pravljenje aplikacije i moguće ju je instalirati na pametnom uređaju, preuzimanjem .apk fajla preko interneta, ili USB prenosom između personalnog računara i pametnog uređaja, gde će se izvršiti instalacija aplikacije. Pravljenje aplikacije se vrši tako što se selektuje "Build > App (save .apk to my computer)" čime se aplikacija čuva na personalnom računaru. Međutim, postoji i drugi način koji će direktno instalirati aplikaciju na pametni telefon, a to je opcija "Build > App (provide QR code for .apk)" koja je puno praktičnija ukoliko se želi samo instalacija aplikacije bez čuvanja njene instalacije. Vrlo korisna aplikacija koja je potrebna za skeniranje QR kodova sa "MIT App inventor" platforme, jeste "MIT AI2 Companion" i potpuno je besplatna na "Google Play"-u [11].

V. Zaključak

U radu je ostvaren cilj da se napravi jednostavan Bluetooth autorobot korišćenjem dostupnih alata. Pokazan je put kreiranja autorobota od ideje do realizacije. Data su objašnjavanja svih komponenti uključenih u realizaciji ovog autorobota. Objašnjen je način jednostavnog kreiranja aplikacije za pametni telefon. Bluetooth autorobot je moguće unaprediti korišćenjem DC motora većih struja kako bi brzina autorobota i njegov pogon u različitim pravcima bili veći. Razvojno okruženje se može isprogramirati tako da se za određeno stanje, autorobot kreće unazad sa istovremeno uključenim zadnjim svetlima. Takođe se mogu dodati po dve žute LE diode na prednju i zadnju stranu autorobota koje bi se prilikom skretanja autorobota pobuđivale na određenim kratkim vremenskim intervalima i na taj način u potpunosti simulirale rad pravog autorobota.

Literatura

[1] "RC Car – Final report, Andres Salgado-Bierman", dostupno na: http://web.mit.edu/6.101/www/s2016/projects/nkwate_Project_Final_Report.pdf

[2] "Bluetooth, Inigo Puy", dostupno na: https://webuser.hs-furtwangen.de/~heindl/ebte-08ss-bluetooth-Ingo-Puy-Crespo.pdf

[3] "Proteus 8 Professional", dostupno na: https://www.labcenter.com/

[4] "Arduino UNO", dostupno na: https://www.arduino.cc/

[5] "Bluetooth modul HC – 06", dostupno na: https://www.olimex.com/Products/Components/RF/BLUETOOTH-SERIAL-HC-06/resources/hc06.pdf

[6] "Integrisano kolo L293D", dostupno na: http://www.ti.com/lit/ds/symlink/l293.pdf

[7] "DC motor sa radnim naponom 6 V", dostupno na: https://www.robotshop.com/media/files/PDF/rbban65-banebots-DC-motor-specs.pdf

[8] "LE dioda", dostupno na: https://www.kitronik.co.uk/blog/led-datasheet/

[9] "Zujalica", dostupno na: https://www.mouser.com/ds/2/400/ef532_ps-13444.pdf

[10] “Baterija od 9 V”, dostupno na: http://www.farnell.com/datasheets/1842389.pdf

[11] “Google Play”, dostupno na: https://developer.android.com/distribute/google-play/

Sistem pametne kuće zasnovan na GSM mobilnoj i IoT tehnologiji

Miloš Đorđević, Branislav Jovičić, Bojan Milosavljević,
Vesna Paunović, Danijel Danković

Sadržaj – U ovom radu je predstavljen pametan sistem za automatizaciju kuće korišćenjem GSM (eng. *Global System for Mobile Telecommunications*) i IoT (eng. *Internet of Things*) tehnologije. Realizovani sistem kontroliše sobnu temperaturu, prisustvo plina gasa u kući, a takođe ovim sistemom je moguće upravljati uređajima u kući za kontrolu raznih parametara. Predstavljeni sistem svoj rad zasniva na sledećim koracima: prikupljenje rezultata merenjem, skladištenje podataka merenja u bazi ili oblaku na internetu, a zatim i omogućavanje korisniku da upravlja i kontroliše parametre u kući. Ovaj sistem se kontroliše korišćenjem GSM i GPRS (eng. *General Packet Radio Service*) komunikacije.

I. UVOD

Sistem pametne kuće zasnovan na Internet tehnologiji omogućava korisnicima da osim same kontrole uređaja kao što su bojler, grejalica, svetlo, itd., omogućava korisniku mogućnost praćenja vrednosti ambijentalnih parametara. Ovakav vid realizacije sistema pametne kuće olakšava život tako što u velikoj meri isključuje potrebu za prisustvom čoveka u procesu kontrole.

IoT tehnologija pruža mogućnost korisniku da u bilo kom trenutku i sa bilo kog mesta može da pristupi bazi ili oblaku gde se skladište rezultati merenja i ima uvid u ambijentalne parametre u kući. Na ovaj način se korisniku pruža mogućnost kontrole procesima kojima može prilagoditi ambijentalne parametre svojim potrebama.

II. PREGLED LITERATURE

Sistem pametne kuće se može definisati kao kuća koja sadrži elektroniku, programabilnu kontrolu senzora koji regulišu grejanje, hlađenje, ventilaciju, rad uređaja i opreme na način koji odgovara unutrašnjim klimatskim uslovima [1]. Pametne kuće koriste koncepte automatizacije pametnih kuća tako da bi vlasnicima omogućili „inteligentne“ povratne informacije i informacije o praćenju parametara koji regulišu svakodnevni život.

Sistemi pametnih kuća se mogu podeliti na nekoliko zasebnih celina:

Miloš Đorđević, Vesna Paunović, Danijel Danković, Katedra za mikroelektroniku, Elektronski fakultet u Nišu, Aleksandra Medvedeva 14, 18000 Niš, Srbija. E-mail: milos.djordjevic@elfak.ni.ac.rs

Branislav Jovičić i Bojan Milosavljević, studenti na smeru Računarstvo i informatika, Elektronski fakultet u Nišu, Aleksandra Medvedeva 14, 18000 Niš, Srbija. E-mail: branislav.jovicic@elfak.rs

- Međusobna komunikacija delova sistema – žičano, bežično,
- Pametni „inteligentni“ protokol za komunikaciju – Gateway ili realizovani sistem komunikacije,
- Automatizacija kuće – proizvodi (uređaji) unutar kuće i veze sa sistemima i uslugama za kontrolu van kuće.

Sa napredkom tehnologije, napredovao je i menjao se koncept pametne kuće i njene kontrole. Tako se na primer sa žičanog koncepta prešlo na bežično upravljanje i kontrolisanje ovim sistemima, a takođe i se povećala udaljenost sa koje se upravlja ovim sistemima. Danas sa IoT tehnologijom je moguće sa bilo kog mesta upravljati i kontrolisati osim sistema pametnih kuća i razne druge sisteme bazirane na IoT tehnologiji [2-4].

Sve više je sistema baziranih na ovoj tehnologiji i bežičnoj komunikaciji između kućnih aparata i kontrolnog sistema. Postoje razni načini realizacije pametnih kuća. Često se mogu sresti sistemi zasnovani na raznim mikrokontrolerima kao što su PIC, ARM, *Raspberry Pi*, *NodeMCU*, itd, koji predstavljaju „srž“ sistema. Na osnovu toga, mogu se sresti sistemi poput sledećih:

1. Pametna kuća bazirana na nekom od mikrokontrolera, sa aplikacijom za pametne telefone, gde se *Bluetooth* koristi za komunikaciju između aplikacije i sistema. Nedostatak ovakvog sistema je domet do kog doseže Bluetooth komunikacija.
2. Pametna kuća zasnovana na nekom od mikrokontrolera i PC računara. Računar se koristi za upravljanje sistemom. Nedostatak ovakvog načina realizacije je žičano povezivanje računara sa sistemom i nemogućnost upravljanja sa više lokacija, ukoliko ne postoji veza sa internetom.
3. Pametna kuća koja se zasniva na PIC mikrokontroleru i aplikacije za pametne telefone. Komunikacija između aplikacije i samog sistema se odvija korišćenjem interneta putem Wi-Fi modula.
4. Pametna kuća zasnovana na PIC mikrokontroleru i GSM modulu. Komunikacija između sistema i korisnika se odvija putem SMS (eng. *Short Message Service*) poruka.
5. Pametna kuća zasnovana PIC mikrokontroleru i GSM modulu. Komunikacija između sistema i korisnika se odvija putem SMS poruka. Kontrola i praćenje parametara se vrši putem GPRS mobilnog interneta. Prednost ovakvog sistema je

što ovako realizovan sistem ne zahteva pristup internetu kao u slučaju komunikacije sa Wi-Fi modulom.

U istraživanju [5] autori su realizovali sistem pametne kuće koristeći Arduino BT okruženje i aplikaciju za pametni telefon. Komunikacija između sistema i korisnika je realizovana korišćenjem *Bluetooth* komunikacije. Arduino BT okruženje koristi ATmega128 mikrokontroler i *Bluegiga WT11 Bluetooth* modul [6]. Ovo okruženje omogućava bežičnu komunikaciju korišćenjem *Bluetooth* komunikacije. Autori su realizovani sistem koristili za kontrolu sijalica koje su za test koristili kao zamenu za kućne aparate. Nedostatak ovakvog sistema je domet *Bluetooth* signala, za razliku od GSM kontrole predstavljene u ovom radu.

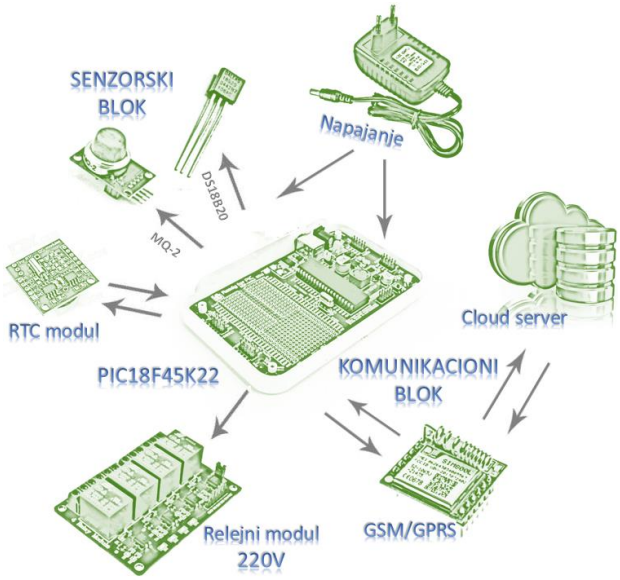
Autori [7] su realizovali sistem pametne kuće baziran na ATmega328P i bežičnih modula *ZigBee*. Korisnik sistema može podesiti putem tastature koja se nalazi na glavom delu sistema, čime se mogu postaviti, odnosno resetovati podešavanja zadužena za rad samog sistema. *ZigBee* moduli su postavljeni u topologiji zvezde, tako da su autori pratili promenu parametara putem senzora. Autori su pratili promene temperature korišćenjem termistora, promene u intenzitetu jačine osvetljenja korišćenjem fotootpornika. Sistem je sam reagovao na promene parametara i uključivao, odnosno isključivao ventilaciju ili grejalicu. Nedostatak ovakvog sistema se ogleda u tome što korisnik osim postavljanja alarmnih vrednosti, tj. vrednosti pri kojima sistem reaguje, ne može da kontroliše sistem pametne kuće.

Sistem pametne kuće u istraživanju autora [8] zasnovan je na PIC mikrokontroleru i GSM modulu. Autori su putem SMS poruka vršili kontrolu ambijentalnih parametara kao što su temperatura, detekcija dima, detekcija pokreta i jednostavno „navodnjavanje“. Sistem je realizovan korišćenjem mikrokontrolera PIC18F452 i GSM modula Sim900. Merenje temperature je vršeno korišćenjem digitalnog temperaturnog senzora DS18B20, korišćenog i u ovom radu. Sistem pametne kuće je realizovan kao alarmni sistem koji će korisnika putem SMS poruka obaveštavati da je došlo do promena ambijentalnih parametara i da je neophodna reakcija. Sistem se kontroliše slanjem, odnosno primanjem SMS poruka. Nedostatak ovakvog sistema je taj što korisnik nije u mogućnosti da u svakom trenutku i na svakom mestu ima uvid u promenu ambijentalnih parametara, kao što je slučaj u ovom radu.

U istraživanju [9] autori su realizovali sistem zasnovan na AVR mikrokontroleru i PC računaru. Komunikacija između sistema i računara je realizovana korišćenjem RF modula. Autori su realizovali sistem tako da se vrši praćenje ambijentalnih parametara kao što su sobna temperatura, detekcija dima, detekcija provalnika, detekcija gasa plina. Realizovani sistem je realizovan u vidu alarmnog „data logger“ sistema, tj. kao sistem koji skladišti podatke merenja i na računaru u aplikaciji korisniku pruža informaciiju u vidu alarma. Nedostatak ovakvog sistema je mali domet RF modula koji u najoptimalnijim uslovima doseže od 100 do 200 metara na otvorenom prostoru.

III. PRINCIP RADA

Sistem pametne kuće predstavljen u ovom radu zasniva se na PIC mikrokontroleru koji predstavlja srž celokupnog sistema. Blok šema realizovanog sistema je predstavljena na slici 1.



Slika 1. Blok šema sistema pametne kuće.

Sistem pametne kuće je realizovan tako da se sastoji iz 5 segmenata (blokova (slika 1.)). Kao što se može videti sa blok šeme blokovi koji čine realizovani sistem su sledeći:

- Mikrokontroler (centralni blok),
- Senzorski blok:
  - Temperatura,
  - TNG koncentracija,
  - Detekcija dima u prostoriji,
  - Vreme/Datum.
- Komunikacioni blok:
  - Cloud server,
  - GSM/GPRS.
- Relejni moduli 220V/10A (AC),
- Blok napajanja 5V/3.7V-4.2V.

Blok napajanja opslužuje sve ostale blokove. Mikrokontroler korišćen za realizaciju sistema pametne kuće, radi na frekvenciji od 20 MHz, korišćenjem eksternog oscilatora [10]. Za brzinu radnog takta mikrokontrolera PIC18F45K22 moguće je koristiti visokofrekventni interni oscilator čija je najviša frekvencija 16 MHz, sa mogućnošću povećanja frekvencije 4 puta (*Primary Clock Frequency 4x multiplier* (PLLEN)) – na 64 MHz. Takođe, pruža se mogućnost korišćenja eksternog oscilatora, koji takođe ima mogućnost rada na frekvenciji od 64 MHz, uz korišćenje PLLEN množioca radne

frekvencije oscilatora. Master reset (MCLR - *Master Clear Pin External Reset*) je softverski isključen, ali je u samoj realizaciji postavljen i pull-up otpornik vrednosti 10 kΩ, kako bi se videla mogućnost hardverskog isključenja MCLR pina na mikrokontroleru. Ovaj mikrokontroler poseduje 2 USART (*Universal Synchronous Asynchronous Receiver Transmitter*) terminala za serijsku komunikaciju [11]. Uz pomoć serijske komunikacije je moguće hardverski upravljati raznim modulima koji komuniciraju sa mikrokontrolerom preko I2C ili SPI magistrale, a takođe i preko RX/TX serijskog terminala.

Senzorski deo pametne kuće sastoji se iz sledećih senzora:

- DS18B20 [12]:
  - Temperatura [°C] ili [°F],
- MQ-2 [13]:
  - Detekcija i merenje koncentracije gasa plina [%] i detekcija dima i plamena,
- DS1307 [14]:
  - Vreme [hh:mm:ss].

Uređaj na osnovu ambijentalnih parametara može da meri, odnosno detektuje:

- Temperaturu [°C] ili [°F],
- Detekcija i merenje koncentracije gasa plina [%],
- Detekcija dima i plamena.

Sa druge strane, realizovani sistem pruža mogućnost kontrole ovih parametara, a pored toga i kontrolu bojlera, grejalice i ventilacije zavisno od potrebe, kao i zakazivanje uključivanja rerne u određano vreme dana, korišćenjem modula sata realnog vremena (eng. *Real Time Clock* (RTC)). Pomoću ovog modula korisniku je omogućeno da se u tačno određeno vreme (od 22 časa do 6 časova (7 časova, opciono)) uključuju uređaji kao što je bojler, grejalica ili termoakumulaciona (TA) peć. Ova mogućnost je na raspolaganju korisniku radi uštede novca, s obzirom da u Srbiji postoje dve tarife računanja električne energije („viša“ i „niža“ tarifa). Za uključivanje kućnih uređaja i aparata zadužen je relejni modul 220V/10A, povezan sa mikrokontrolerom preko sledećih pinova:

- kontrola rerne na pinu PORTC.5,
- kontrola ventilacije na pinu PORTC.1,
- kontrola grejalice/TA peći na pinu PORTC.0 i
- kontrola bojlera na pinu PORTC.2.

Komunikacija između korisnika i sistema vrši se putem SMS poruka. Kada GSM modul primi SMS poruku, mikrokontroler obrađuje primljenu poruku i na osnovu sadržaja SMS poruke izvršava naredbu. Korisnik može SMS porukom da uključi bojler, da uključi rernu u tačno određeno vreme, uključi ventilaciju. Kako bi se ovaj sistem zaštitio od zlonamerne upotrebe, tj. kako niko osim vlasnika ne bi mogao da upravlja sistemom, sam sistem pre izvršenja naredbe primljene u SMS poruci proverava broj pošiljaoca SMS poruke. Ukoliko se broj podudara sa brojem telefona navedenog u kodu, naredba će biti obrađena i izvršena, ukoliko se ne podudara, sistem odbacuje primljenu SMS poruku. Osim komunikacije putem SMS poruka, ovaj modul se koristi i kao Internet GPRS modul za slanje podataka na Cloud server u ovom slučaju *ThingSpeak* [15]. Korišćenjem *Cloud* servera za skladištenje rezultata merenja, sistem se može koristiti i kao Data Logger [16], odnosno sistem za skladištenje podataka.

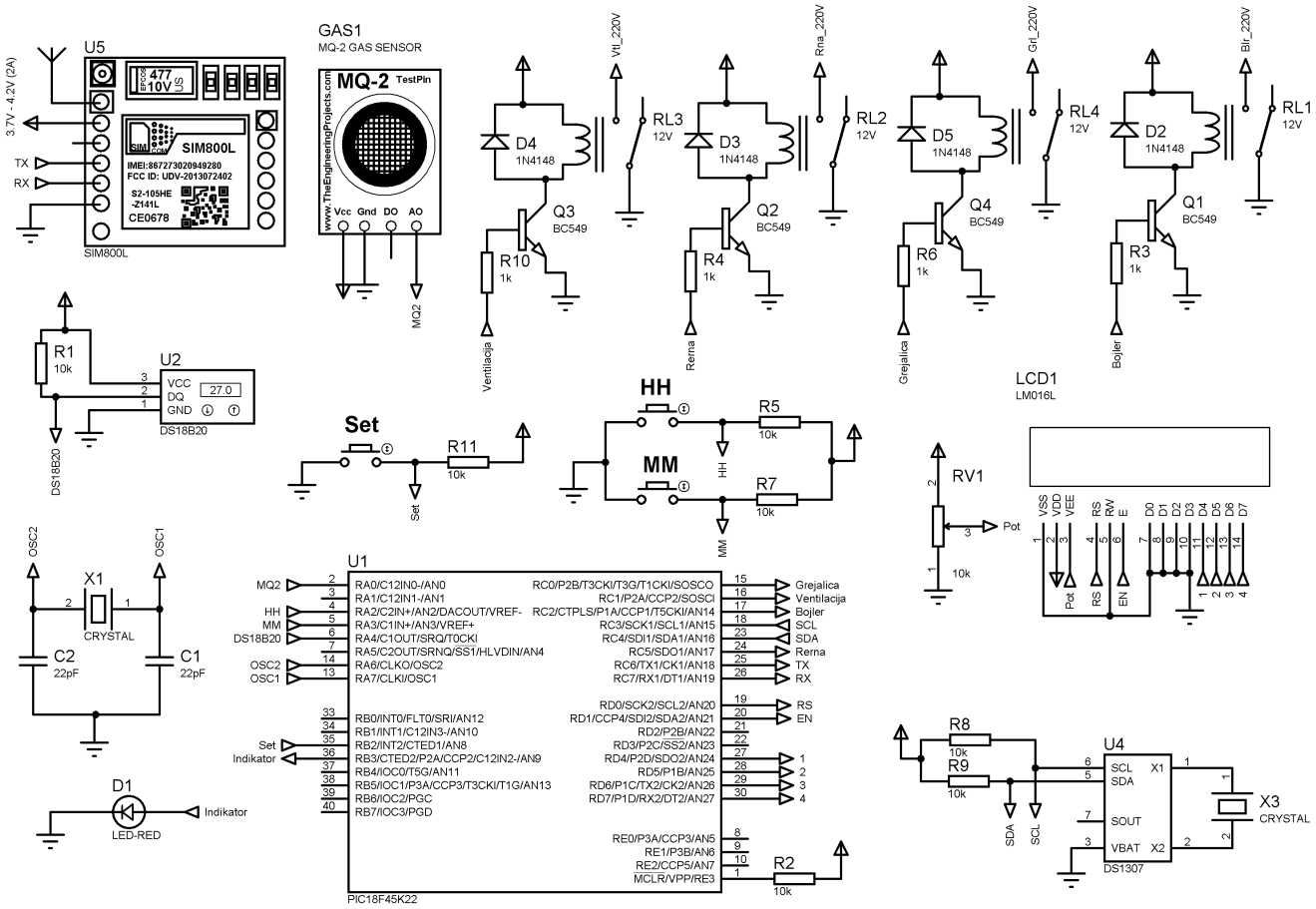
Kako bi se sistem još više automatizovao tj. uređaje u njoj, sam sistem na osnovu izmerenih parametara može pokrenuti određene uređaje korišćenjem relejnih modula. Tako na primer ukoliko je vrednost izmerene temperature u prostoriji veća od one koja je podešena u sistemu, sistem će automatski uključiti ventilaciju kako bi se održavala vrednost temperature na onoj vrednosti koja je podešena. Takođe, ukoliko je detektovana vrednost koncentracije gasa plina iznad one podešene u sistemu, sistem će takođe uključiti ventilaciju, kako bi se prostorija provetrila i smanjila koncentracija gasa plina i smanjila mogućnost od neželjenog požara. Ukoliko je dim u prostoriji izazvan bez prethodne detekcije povišene koncentracije gasa plina ili njegovog curenja, senzor zadužen za detekciju dima, odnosno plamena će detektovati dim i sistem će automatski reagovati.

Dallas DS18B20 je digitalni temperaturni senzor koji pruža široki opseg merenja temperature: od -55° do +125°C, odnosno, od -67° do +257°F. Opseg napajanja ovog senzora je od 3.3V do 5.5V. Preciznost DS18B20 senzora je ±0.5°C u opsegu od -10° do +85°C. Komunikacija sa ovim senzorom se odvija korišćenjem „one-wire“ protokola razvijenog od strane Dallas Semiconductor. DS18B20 senzor je sa mikrokontrolerom povezan na pinu PORTA.4 preko pull-up otpornika vrednosti 10kΩ, pošto je u pitanju digitalni pin.

Za detekciju gasa plina korišćen je MQ-2 senzor. Ovaj senzor pruža mogućnost digitalnog i analognog izlaza. U ovom slučaju korišćen je analogni izlaz i samim tim za rad sa ovim senzorom iskorišćen je pin RA.1 mikrokontrolera. Na portu A mikrokontroler poseduje A/D konvertor, koji se koristi za određivanje procenata gasa plina u okolini. MQ-2 senzor takođe nudi široku primenu, tj. mogućnost merenja više različitih parametara, kao što su: TNG (LPG) – tečni naftni gas, CH4 – metan, CO – ugljen monoksid, alkohol, detekcija i merenje koncentracije dima i vatre, kao i detekcija i merenje koncentracije propana.

DS1307 je integrisano kolo koje se koristi kao sat realnog vremena (RTC – Real Time Clock). Ovo kolo radi na frekvenciji od 32,768 kHz, korišćenjem eksternog oscilatora. Takođe, ovo kolo za komunikaciju sa mikrokontrolerom koristi I2C magistralu (PORTC.3 i PORTC.4). RTC DS1307 se može koristiti kao sat i kao kalendar. Računanje vremena kreće od 00:00:00 u formatu hh:mm:ss. Podešavanje vremena se vrši uz pomoć tastera za sate i minute, realizovanih preko PORTA.2 (sati) i PORTA.3 (minuti) pinova mikrokontrolera. Ovi tasteri se takođe koriste za podešavanje rada sistema pametne kuće, gde se koristi još jedan dodatni taster realizovan preko PORTB.2 pina mikrokontrolera. Ovaj taster se koristi za odabir podešavanja režima rada samog sistema.

Električna šema realizovanog sistema pametne kuće je data na slici 2.



Slika 2. Električna šema realizovanog sistema pametne kuće.

GSM/GPRS modul SIM800l služi za prijem SMS poruke od strane korisnika sa informacijom šta treba izvršiti. Takođe, kao što je prethodno navedeno, ovaj modul se koristi i za slanje podataka merenja na Cloud server i skladištenje na isti. Sim800l modul komunicira sa mikrokontrolerom preko RX/TX U(S)ART serijskom komunikacijom korišćenjem AT komandi. RX/TX U(S)ART serijska komunikacija je realizovan preko prvog U(S)ART serijskog terminala mikrokontrolera na pinovima PORTC.6 (TX) i PORTC.7 (RX).

Internet of Things tehnologija u ovom radu je iskorišćena za skladištenje podataka merenja ambijentalnih parametara (temperatura i koncentracija gasa plina) na Cloud server. *ThingSpeak* server je deo tehnologije „računarstva u oblaku“ (eng. *Cloud computing*). ThingSpeak je aplikaciono programabilni interfejs (eng. *Application Programming Interface (API)*) je „open source“ interfejs koji osluškuje dolazeće podatke u realnom vremenu i prikazuje ih korisniku u vidu vizuelnih grafikona, a takođe i „pametnim“ uređajima u vidu lako razumljivog koda (eng. *easily parse-able code*) [17]. Ovaj server omogućava korisnicima da osim skladištenja i vizuelno prikazuju podatke. *ThingSpeak* je organizovan po tzv. kanalima u koje korisnik može skladištiti razne podatke. Svaki od kanala nudi 8 polja u kojima se vizuelno mogu prikazivati izmerene i uskladištene vrednosti. Na osnovu vizuelnog prikaza izmerenih vrednosti temperature i koncentracije gasa plina, korisnik može kontrolisati i regulisati ambijentalne parametre.

Za interakciju sa korisnikom tokom rada sa sistemom pametne kuće koristi se LCD displej 2x16 karaktera.

Napajanje uređaja je podeljeno na dva zasebna dela:

- 5V za napajanje celokupnog uređaja osim GSM/GPRS Sim800l modula,
- 3.7V – 4.2V za napajanje GSM/GPRS Sim800l modula.

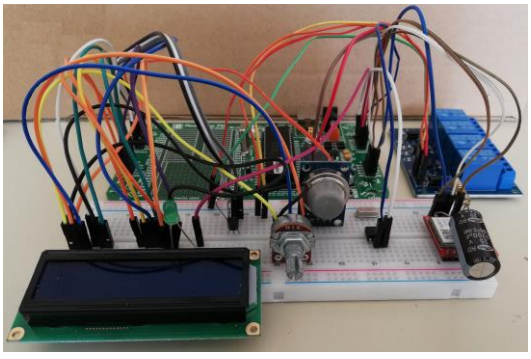
Pri uključenju uređaja, na ekranu LCD displeja se pojavljuje poruka sa pratećom animacijom sistema pametne kuće i nazivom samog uređaja. Nakon toga sledi podešavanje vremena, tj. podešavanje RTC modula. Kada je vreme podešeno, sledi unošenje korisničkog API key-a kanala na *ThingSpeak* serveru. API key se sastoji od 16 karaktera, koji mogu biti kombinacija slovnih karaktera (A-Z) i brojeva (0-9). Nakon toga, sledi unos korisničkog broja telefona, u odnosu na koji će se vršiti upoređivaje broja primljenih SMS poruka.

Prilikom prijema SMS poruke, najpre se vrši upoređivanje brojeva telefona. Ukoliko se brojevi telefona podudaraju, sledi obrada primljene poruke i njeno izvršavanje. Ukoliko je u pitanju uključivanje bojlera, logički naponski nivo na pinu PORTC.2 sa stanja Low se menja na visoko logičko stanje – High. Na taj način se aktivira relej zadužen za uključivanje bojlera. Slična je situacija sa grejalicom, odnosno ventilacijom i rernom. Aktiviranje releja se vrši na isti način kada se uključuje bojler, odnosno termoakumulaciona peć kada je došlo do promene sa „više“ na „nižu“ tarifu računanja potrošnje električne energije, kada sistem automatski aktivira određene releje.

Ukoliko je korisnik poslao SMS poruku za uključivanje rerne u određeno vreme, iz sadržaja SMS poruke se uzima vrednost navedena za vreme i na osnovu toga se postavlja vreme kada rernu treba uključiti. S druge strane, kao što je navedeno, ukoliko je vrednost ambijentalnih parametara izvan zadatih granica, sam sistem automatski aktivira releje koji su zaduženi za određeni proces (grejanje ili ventilacija). Ukoliko korisnik nema pristup internetu, u svakom trenutku može poslati SMS poruku sa zahtevom da sistem pošalje informaciju u vidu SMS poruke o vrednosti temperature, odnosno koncentraciji gasa plina.

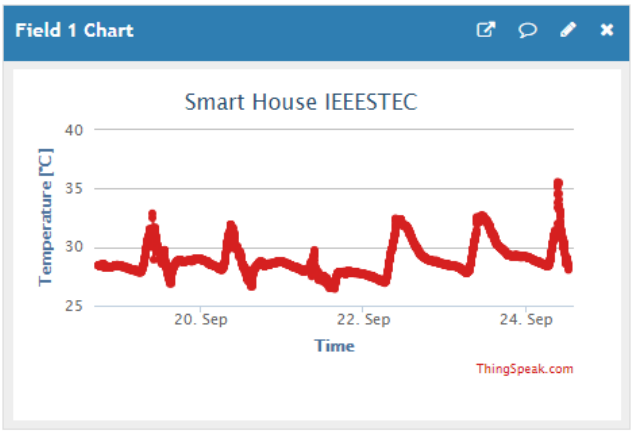
IV. PRAKTIČNA REALIZACIJA I REZULTATI

Prototip sistema pametne kuće je realizovan na protoploči u kombinaciji sa razvojnim okruženjem „Ready for PIC“ [18], proizvod firme Mikroelektronika. Opremljeno je mikrokontrolerom PIC18F45K22 i pomoćnom elektronikom. Slika praktično realizovanog sistema pametne kuće je data na slici 3.

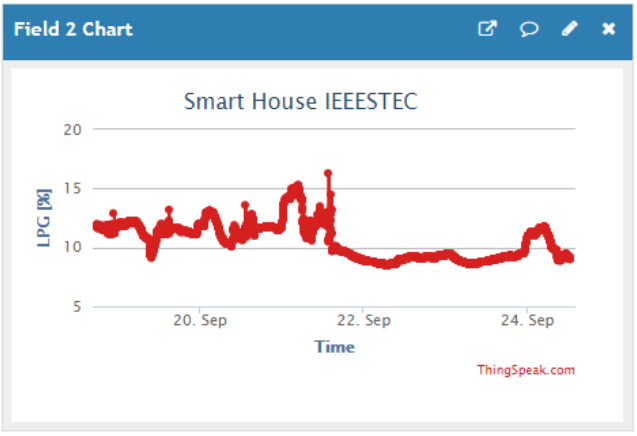


Slika 3. Prototip realizovanog sistema pametne kuće.

Korišćenjem prototipa sistema pametne kuće, mereni su temperatura u prostoriji i koncentracije gasa plina (TNG), rezultati su skladišteni na *ThingSpeak* server, kako bi korisnik mogao da prati promene ambijentalnih parametara u kući. Rezultati dobijeni tokom perioda testiranja sistema su pomoću GPRS modula skladišteni na *ThingSpeak* server i predstavljeni su na slikama 4 i 5, respektivno.



Slika 4. Promena temperature u prostoriji tokom testiranja sistema.



Slika 5. Promena gasa plina u prostoriji tokom testiranja sistema.

Sistem pametne kuće je testiran u vremenskom periodu od 168 sati (7 dana). Na osnovu priloženih rezultata se može videti da se u toku dana temperature menjala sa dobom dana, slično i koncentracija gasa plina. Na osnovu podešenih graničnih vrednosti za temperaturu i koncentraciju gasa plina (30ºC/20%), sistem je održavao automatski ove parametre u optimalnim vrednostima. Kada je vrednost temperature prelazila 30ºC, uključivana je ventilacija i vrednost temperature je održavana ispod granične vrednosti. Što se tiče koncentracije gasa plina, nije bilo značajnijih promena, tako da nije bilo potrebno da sistem reaguje.

Testiranje sistema pametne kuće je rađeno tokom 5 radnih dana i za vreme vikenda, kako bi se tokom testiranja uočila razlika u promenama temperature i koncentracije gasa plina sa i bez prisustva ljudi u prostoriji. Kao što se može videti, u toku radnog vremena beležena je viša temperatura, kada je i ventilacija bila aktivirana od strane sistema. U skladu sa vremenskim uslovima i brojem ljudi u prostoriji, temperatura u toku radnog vremena se menjala od 27ºC do 32ºC. Nakon izlaska ljudi iz prostorije i u toku noći temperatura beleži blaži pad, pa je i u prostotiji sistem u tom periodu beležio niže vrednosti temperature.

Koncentracija gasa plina u toku radnog vremena se menjala u skladu sa brojem ljudi u prostoriji. Na osnovu toga, sa slike 5. se može primetiti da su najviše vrednosti za koncentraciju gasa plina beležene u toku radnog vremena. Nakon radnog vremena, koncentracija gasa plina opada i u toku noći sistem je beležio niže vrednosti. Svakog jutra, kako se povećavao broj ljudi u prostoriji, tako se i koncentracija gasa plina povećavala. Sistem pametne kuće je u tokom radnih dana i u toku radnog vremena beležio koncentracije gasa plina u opsegu od 11% do 16%. Za vreme vikenda kada nije bilo ljudi u prostoriji, sistem je beležio vrednosti temperature koje su bile isključivo u skladu sa vremenskim uslovima, dok je sistem pametne kuće za koncentraciju gasa plina beležio nešto niže vrednosti i gotovo ujednačenu koncentraciju gasa plina (8.5%-10%). Nakon vikenda, primećeno je da je sistem zabeležio nagli skok koncentracije gasa plina, povećanjem broja ljudi u prostoriji.

ThingSpeak server pruža mogućnost preuzimanja uskladištenih rezultata u više formata, pa tako je moguće rezultate merenja preuzeti u sledećim formatima:

- CSV (Comma Separated Values),
- XML (Extensible Markup Language),
- JSON (JavaScript Object Notation).

Moguće je proširenje realizovanog sistema u vidu implementacije senzora kojima je moguće detaljnije osmatranje i kontrola kućnih aparata i uređaja. Neki od dodataka koji se mogu implementirati su senzor za merenje intenziteta jačine svetlosti, detekciju ulazaka u kuću, kao i mogućnost kontrole otvaranja i zatvaranja vrata od garaže i kapije. Takođe, u planu je i realizacija aplikacije za pametne telefone, kojom će korisnik moći osim praćenja ambijentalnih parametara i da upravlja sistemom pametne kuće putem interneta.

V. ZAKLJUČAK

Sistem pametne kuće predstavlja uređaj koji pruža široku i laku primenu. Prednost ovako realizovanog uređaja je osim malih dimenzija i vrlo jednostavna montaža. S druge strane realizovani sistem osim merenja i osmatranja ambijentalnih parametara, skladišti podatke merenja na internet server. Na ovaj način sistem pametne kuće pruža mogućnost korisniku da ima uvid u vrednosti ambijentalnih parametara u bilo kom trenutku i sa bilo kog mesta. Još jedna pogodnost ovako realizovanog sistema pametne kuće je i laka kontrola sistema putem SMS poruka, a takođe i u slučaju kada korisnik nema pristup internetu da putem SMS poruka dobije informaciju o stanju ambijentalnih parametara.

ZAHVALNICA

Autori rada se zahvaljuju kompletnom osoblju katedre za Mikroelektroniku na nesebičnoj pomoći i sugestijama. Autori se takođe zahvaljuju finansijskoj podršci Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja za projekte TR33035, OI172057, OI171026 i TR32026.

LITERATURA

[1] F. Wortmann and K. Flütcher, "Internet of Things – Technology and Value Added", *Springer Fachmedien Weisbaden*, Bus Inf Syst Eng 57(3), pp. 221-224, March 2015.

[2] N. Jabeur and H. Haddad, "From Intelligent WEB of Things to Social WEB of Things", *Facta Universitatis*, Series: Electronics and Energetics, vol. 29, no. 3, pp. 367-381, September 2016.

[3] M. Kosanović and S. Stošović, "The Concept for the "Smart Home" Controlled by a Smartwatch", *Facta Universitatis*, Series: Electronics and Energetics, vol. 31, no. 3, pp. 389-400, September 2018.

[4] B. Rodić-Trmčić, A. Labus, Z. Bogdanović, M. Despotović-Zrakić and B. Radenković, "Development of an IoT System for Student's Stress Management", *Facta Universitatis*, Series: Electronics and Energetics, vol. 31, no. 3, pp. 329-342, September 2018.

[5] R. Piyare and M. Tazil, „*BLUETOOTH* BASED HOME AUTOMATION SYSTEM USING CELL PHONE", *IEEE Transactions on Consumer Electronics*, vol. 15, June 2011.

[6] Bluegiga WT11 *Bluetooth* module - zvanični Arduino sajt: http://www.arduino.cc/en/Guide/ArduinoBT

[7] A. Othman Adbulrahman, S. M. Omer and Z. K. Abdul, „Microcontroller_based smart house", *Journal of Raparin University*, vol. 3, no. 8, October 2016.

[8] F. Shwaki, M. El-Shahat, A.I. Almazroui and F. M. R. Albeladi, „MICROCONTROLLER BASED SMART HOME WITH SECURITY USING GSM TECHNOLOGY", International *Journal of Research in Engineering and Technology*, vol. 4, no. 6, june 2015.

[9] P. P. Whon and V. M. Kulkarni, „Design and Development of Real Time Smart House and Data Logging System Using LabVIEW", *International Journal of Innovative Research in Computer and Communication Engineering*, vol. 4, no. 4, April 2016.

[10] Mikrokontroler PIC18F45K22 – Datasheet, dostupno na: http://www.microchip.com/wwwproducts/en/PIC18F45K22

[11] U(S)ART serijska komunikacija – odeljak, dostupno na: http://es.elfak.ni.ac.rs/pld/Materijal/UART.pdf

[12] Temperaturni senzor DS18B20 – Data Sheet, dostupno na: https://datasheets.maximintegrated.com/en/ds/DS18B20.pdf

[13] MQ-2 TNG (LPG) senzor – Data Sheet, dostupno na: https://www.pololu.com/file/download/MQ2.pdf?file_id=0J309

[14] RTC modul DS1307 – Data Sheet, dostupno na: https://datasheets.maximintegrated.com/en/ds/DS1307.pdf

[15] ThingSpeak IoT Cloud server (MathWorks), dostupno na: https://www.mathworks.com/products/thingspeak.html

[16] M. Đorđević, B. Jovičić i B. Milosavljević, „Meteorološka stanica – Data Logger", IEEESTEC 10th, pp. 35-38, ISBN:978-86-6125-193-1, Novembar 2017.

[17] M. A. Gomez Maureira, D. Oldenhof and L. Teernstra, "ThingSpeak – an API and WEB Sevice for the Internet of Things", 2014.

[18] Razvojno okruženje Ready for PIC, dostupno na: https://shop.mikroe.com/ready-pic

Optimizacija dizajna integrisanog silicijumskog Hall-ovog senzora putem 3-D simulacije

Milica Kostić

Sadržaj – U ovom radu akcenat je stavljen na značajnu ulogu magnetnih senzora u i njihovih mogućih primena u zavisnosti od dimenzija i oblika pločice. Istraživanje je sprovedeno korišćenjem numeričkog simulatora poluprovodničkih komponenata ATLAS (SILVACO) i izvršavanjem trodimenzionalnih (3-D) simulacija N-tipa krstastog Hall-ovog senzora magnetnog polja integrisanog na P-tip silicijumske pločice. Na osnovu dobijenih rezultata 3-D simulacije, određen je optimalni dizajn integrisanog Hall-ovog senzora u pogledu geometrije krsta, dubine P-N spoja i koncentracije primesa donorskih primesa, a koji daje najveću osetljivost na primenjeno vertikalno magnento polje.

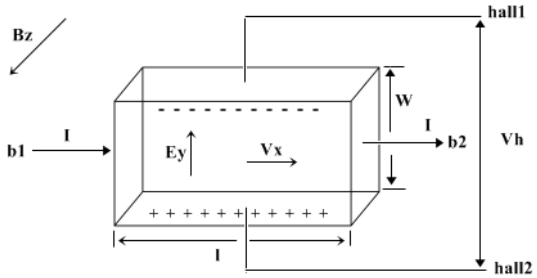
I. UVOD

Senzori su sofisticirani uređaji koji se često koriste za detektovanje signala i ukoliko neki sistem smatramo „telom“, za senzor svakako možemo reći da predstavlja „čula“ tog sistema. Drugim rečima, senzor konvertuje fizičke ili hemijske, obično neelektrične, ulazne veličine u električne izlazne veličine koji su čitljive posmatraču ili instrumentu koji ih očitava. Senzori imaju veoma široku primenu u svakodnevnom životu, kod savremenih ekrana osetljivih na dodir, kod vrata i elevatora u javnim objektima, kod osvetljenja i alarma, kao i kod mnogih drugih uređaja (automobila, aviona, medicinskih uređaja, robota, industrijskih mašina…). Senzori koji mere precizne veličine zahtevaju veću osetljivost i naravno, optimizovano vreme merenja, baš zato je bitno takve senzore prepoznati i raditi na usavršavanju njihovih karakteristika.

Rad se može podeliti na dve celine, prvo ispitivanje podrazumeva uzročno-posledične analize u odnosu na geometriju samog senzora, tj. da se prvenstveno iscrtaju odgovarajuće 3-D strukture sa odgovarajućim geometrijama pločice senzora, a da se zatim posmatraju različite izlazne karakteristike tih geometrija u zavisnosti od različitih osobina senzora. Drugi deo rada bi podrazumevao analize u odnosu na koncentraciju dopanata, tj. primesa N-tipa i debljinu senzora, tj. dubine P-N spoja kod senzora sa geometrijom koja je u prvom delu rada prepoznata kao najosetljivija na dejstvo spoljašnjeg magnetnog polja.

II. PRINCIP RADA

Hall-ov efekat nastaje kada se poluprovodnik kroz koji teče struja unese u magnetno polje. Efekat se javlja usled sila (Lorencova sila) koje deluju unutar provodnika izloženog magnetnom polju indukcije B. Pomoću Lorencove sile u uređaju se stvara električno polje koje se protivi magnetnom polju. Ovo suprotno električno polje predstavlja Hall-ovo polje, i rezultira preraspodelom nosilaca naelektrisanja (šupljina i elektrona) pod uticajem magnetnog polja B_z, stvarajući Hall-ov napon V_h, koji se može odrediti preko elektroda postavljenim na suprotnim ivicama uređaja, što je prikazano na slici 1.



Slika 1. Stvaranje Hall-ovog polja i napona.

Vektor električnog polja, tj. Hall-ovog polja menja svoj pravac pod uticajem magnetnog polja. Hall-ov napon se može predstaviti sledećim izrazom 1:

$$V_h = V_s \frac{W}{l} r \mu B_z f\left(\frac{l}{W}\right) \quad (1)$$

Ovde možemo zaključiti da Hall-ov napon zavisi od pokretljivosti nosilaca naelektrisanja μ, jačine magnetnog polja B_z, Hall-ovog faktora r, pada napona V_s između kontakata b_1 i b_2, odnosa dužine i širine strukture, kao i korekcionog faktora koji predstavlja funkciju odnosa širine i dužine četvrtaste strukture Hall-ove pločice ili senzora. Ključna stvar jeste da se ova formula može upotrebiti u slučajevima kada je struktura Hall-ovog senzora četvrtasta, ali u slučaju kao što je ovaj, gde imamo krstastu strukturu Hall-ove pločice, tj. Hall-ovog senzora, nije je moguće primeniti, pa samim tim nije moguće numerički predstaviti vrednosti Hall-ovog napona, i jačine magnetnog polja. U takvim slučajevima vrednosti je moguće izračunati jedino putem simulacija.

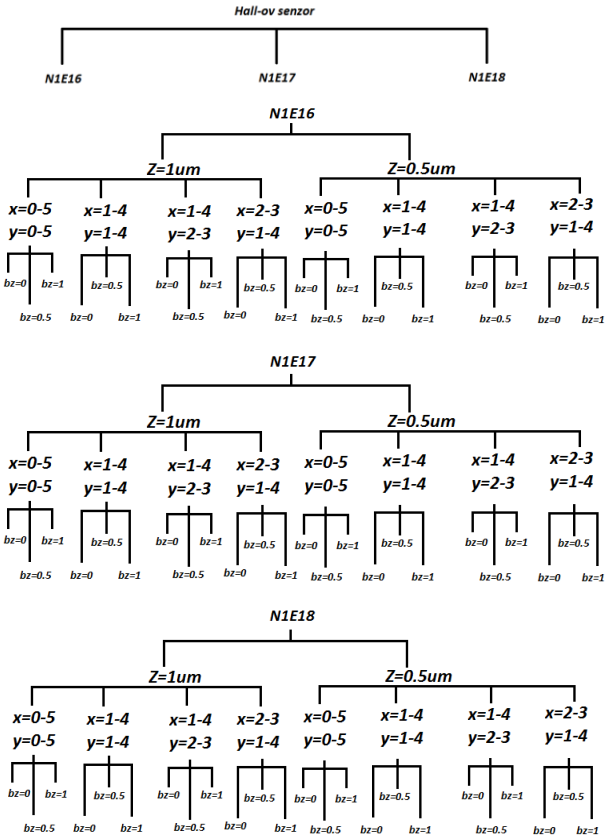
III. REZULTATI I DISKUSIJA

A. Analize u odnosu na geometriju senzora i ulazni kod

Kako bi se dobila jedna zaokružena celina sa što pouzdanijim rezultatima, realizovano je ukupno 82

Milica Kostić, student doktorskih akademskih studija na modulu Nanotehnologije i mikrosistemi, Katedra za mikroelektroniku, Elektronski fakultet, Univerzitet u Nišu, Aleksandra Medvedeva 14, 18000 Niš, Srbija, E-mail: milica.kostic@sicef.info

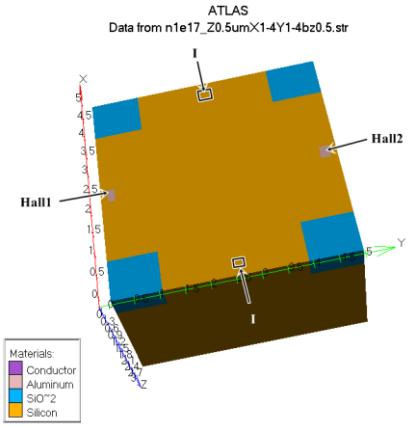
simulacije po šemi datoj na slici 2, sa istim brojem iscrtanih struktura i karakteristika za 3 različite vrednosti dopanata N-tipa (10^{16}, 10^{17} i 10^{18}), 2 fiksne debljine, tj. dubine P-N spoja za 3-D iscrtavanje senzora po Z osi (0.5 μm, 1 μm), 4 različitih geometrija po X i Y osi (X od 0 do 5 μm – Y od 0 do 5 μm, X od 1 do 4 μm – Y od 1 do 4 μm, X od 1 do 4 μm – Y od 2 do 3 μm i X od 2 do 3 μm – Y od 1 do 4 μm), svaka od njih je ispitana pri 3 različite jačine magnetnog polja (0, 0.5 i 1 T) i za anodni napon od 0 do 1 V sa korakom od 0.05 V.



Slika 2. Prikaz šeme po kojoj su realizovane simulacije.

Prikaz jednog od primera celokupnog ulaznog koda pisanog u okruženju Deckbuild programa SILVACO je dat u nastavku rada. Dati kod odnosi se na strukturu koja podrazumeva koncentraciju donora od 10^{16} cm^{-3}, debljinu P-N spoja, tj. debljinu po Z osi od 1 μm, geometriju krsta Hall-ove pločice sa koordinatama po X osi od 0 do 5 μm, po Y osi od 0 do 5 μm, pri jačini magnetnog polja od 0 T. Na slici 3, radi ilustracije, prikazana je jedna od dobijenih struktura, sa nasumično izabranim osobinama.

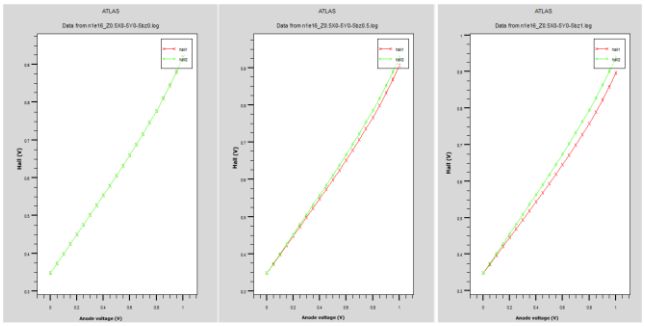
```
#n1e16_Z1um_X0-5Y0-5_bz0
go atlas
mesh three.d
x.mesh l=0 s=0.25
x.mesh l=2.35 s=0.1
x.mesh l=2.65 s=0.1
x.mesh l=5 s=0.25
y.mesh l=0 s=0.05
y.mesh l=0.15 s=0.05
y.mesh l=0.25 s=0.05
y.mesh l=2.5 s=0.5
y.mesh l=4.65 s=0.05
y.mesh l=4.85 s=0.05
y.mesh l=5 s=0.05
z.mesh l=0 s=0.05
z.mesh l=0.05 s=0.05
z.mesh l=1 s=0.1
z.mesh l=3 s=0.25
#Ceo region1 senzora
region num=1 material=silicon z.max=3 x.max=5 y.max=5
#Region2, gore levo
region num=2 x.max=0 y.max=0 material=oxide z.max=1
#Region3, gore desno
region num=3 x.min=5 y.min=0 material=oxide z.max=1
#Region4, dole levo
region num=4 y.min=5 x.min=0 material=oxide z.max=1
#Region5, dole desno
region num=5 y.min=5 x.min=5 material=oxide z.max=1
electrode material=aluminum name=cathode x.min=2.35
x.max=2.65 y.min=0.15 y.max=0.35 z.min=0 z.max=0.05
electrode material=aluminum name=anode x.min=2.35
x.max=2.65 y.max=4.85 y.min=4.65 z.min=0 z.max=0.05
electrode substrate z.min=3 z.max=3
doping region=1 p.type uniform conc=1.0e15 z.min=1
doping region=1 n.type uniform conc=1.0e16 z.max=1
method bicgst
models srh fldmob bz=0 rh.elec=1.2 rh.hole=0.8
solve init
save outfile=n1e16_Z1um_X0-5Y0-5_bz0.str
solve prev
probe name=hall1 y=2.5 x=0 z=0 potential
probe name=hall2 y=2.5 x=5 z=0 potential
probe name=reference x=2.5 y=2.5 z=0 potential
log outf=n1e16_Z1um_X0-5Y0-5_bz0.log
save outfile=n1e16_Z1um_X0-5Y0-5_bz0.log
solve name=anode vanode=0.0 vstep=0.05 vfinal=1.0
tonyplot3D n1e16_Z1um_X0-5Y0-5_bz0.str
tonyplot n1e16_Z1um_X0-5Y0-5_bz0.log
log off
quit
```



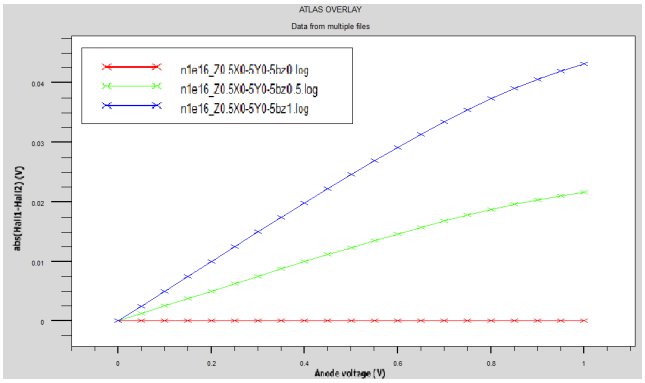
Slika 3. Prikaz izlazne strukture sa koordinatama X od 1 do 4 μm, Y od 1 do 4 μm,debljine po Z osi 0.5 μm i pri jačini magnetnog polja od 0.5 T.

B. Iscrtavanje i upoređivanje prenosnih karakteristika

Za svaku od odrađenih simulacija može se predstaviti razlika Hall-ovih napona pri promeni anodnog napona, za sve tri vrednosti jačine magnetnog polja. Primer tako predstavljenih karakteristika je dat na slici 4, gde su predstavljeni Hall-ovi naponi koji su izmereni kod silicijumskog senzora sa dimenzijama po X osi od 0 do 5 μm, po Y osi od 0 do 5 μm i po Z osi debljine od 0.5 μm, pri uticaju magnetnog polja jačine 0, 0.5 i 1 T, i pri koncentraciji dopanata N-tipa od 10^{16} cm^{-3}. Na slici 5 su prikazane uporedne karakteristike ovih vrednosti, tj. uporedjene su razlike izmerenih Hall-ovih napona za anodni napon od 0 do 1 V, pri tri različite jačine magnetnog polja.



Slika 4. Vrednosti Hall-ovog napona u mernim tačkama određene strukture sa promenom anodnog napona, pri različitim vrednostima jačine magnetnog polja.



Slika 5. Upoređivanje razlika prethodno predstavljenih Hall-ovih napona sa promenom anodnog napona, pri različitim vrednostima jačine magnetnog polja.

Upravo na prethodno navedeni način, cilj je bio uporediti sve prenosne karakteristike koje predstavljaju razliku izmerenih Hall-ovih napona za određenu strukturu, pri različitim jačinama magnetnog polja.

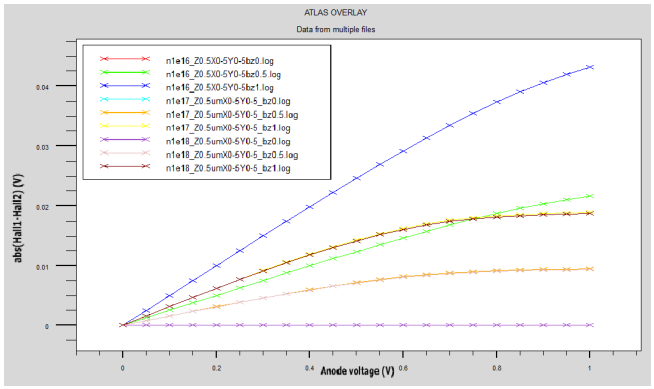
Na primer, za dopiranja 10^{16}, 10^{17} i 10^{18} uzete su dobijene karakteristike senzora za geometriju silicijumskog magnetnog senzora X od 2 do 3 μm, Y od 1 do 4 μm i debljine po Z osi od 1 μm, i uporedjene su u sva tri slučaja, tj. za sve tri vrednosti jačine magnetnog polja.

Nakon uparivanja i uporedjivanja karakteristika senzora sa sličnim geometrijama pri različitim jačinama magnetnog polja, dobijene su karakteristike koje daju najveći Hall-ov napon, tj. osobine senzora koji je najosetljiviji na promene jačine magnetnog polja.

Nakon svih dobijenih prenosnih karakteristika na prethodno navedeni način, sledeće jeste, uporediti sve karakteristike koje su se pokazale kao najosetljivije, tj. sve one koje daju najveće Hall-ove napone u svim slučajevima. Neophodno je uporediti svih 9 dobijenih karakteristika, čije su osobine predstavljene u tabeli 1.

TABELA I
OSOBINE KARAKTERISTIKA KOJE DAJU NAJVEĆE HALL-OVE NAPONE

Konc. nosilaca [cm^{-3}]	**Z [μm]**	**X [μm]**	**Y [μm]**	**B_z [T]**
10^{16}	0.5	0 – 5	0 – 5	1
10^{16}	0.5	1 – 4	1 – 4	1
10^{16}	0.5	1 – 4	2 – 3	1
10^{17}	0.5	2 – 3	1 – 4	1
10^{18}	0.5	2 – 3	1 – 4	1
10^{16}	1	0 – 5	0 – 5	1
10^{16}	1	1 – 4	1 – 4	1
10^{16}	1	1 – 4	2 – 3	1
10^{16}	1	2 – 3	1 – 4	1



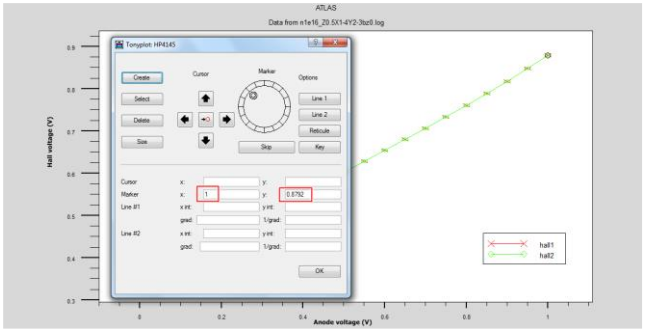
Slika 6. Uporedjivanje prenosnih karakteristika s ciljem dobijanja najbolje geometrije senzora.

Prenosna karakteristika koja daje apsolutno najlinearniji i najveći Hall-ov napon pri istom anodnom napajanju od svih prethodno proverenih, ima sledeće osobine: 10^{16} cm^{-3}, Z=0.5 μm, X od 1 do 4 μm, Y od 2 do 3 μm, B_z=1 T. To bi značilo da je najbolja geometrija magnetnog senzora Hall-ovog napona upravo ova sa koncentracijom dopanata 10^{16} cm^{-3}. Takodje se može zapaziti da su karakteristike silicijumskog Hall-ovog senzora sa debljinom po Z osi od 0.5 μm linearnija od svih ostalih dobijenih karakteristika sa debljinom od Z=1 μm.

C. Analize u odnosu na koncentraciju dopanata i debljinu senzora

Koristeći informaciju o najpogodnijoj strukturi iz prethodnih analiza, zadržaćemo vrednosti geometrije te strukture, kao najbolje, i posmatraju karakteristike i odnos Hall-ovog napona u odnosu na jačinu magnetnog polja B_z. Kao rezultat ovih analiza, dobijaju se tri prenosne karakteristike, u odnosu na postojanje tri različite koncentracije dopanata.

Prvo će biti iscrtana prenosna karakteristika za slučaj dopiranja pločice koncentracijom dopanata od 10^{16} sa koordinatama po X osi od 1 do 4 μm, po Y osi od 2 do 3 μm i debljine po Z osi od 0.5 μm u odnosu na jačine magnetnog polja od 0, 0.5 i 1 T.



Slika 7. Očitavanje vrednosti izmerenih Hall-ovih napona ($Hall_1$ i $Hall_2$) za B_z=0T, pri anodnom naponu 1V.

Na isti način se očitavaju vrednosti Hall-ovog napona pri anodnom naponu od 1 V, za preostale dve vrednosti jačine magnetnog polja i dobijeni su rezultati iz tabele 2.

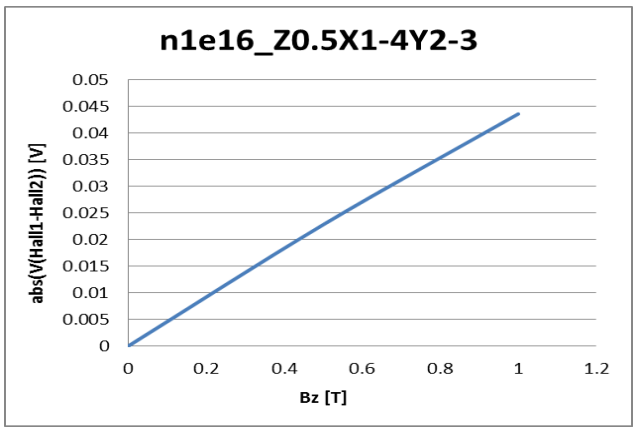
TABELA II

PRIKAZ IZMERENIH VREDNOSTI ZA STRUKTURU SA KOORDINATAMA X 1-4, Y 2-3 DEBLJINE Z=0.5 UM, I KOLIČINE DOPANATA 10^{16} CM^{-3}

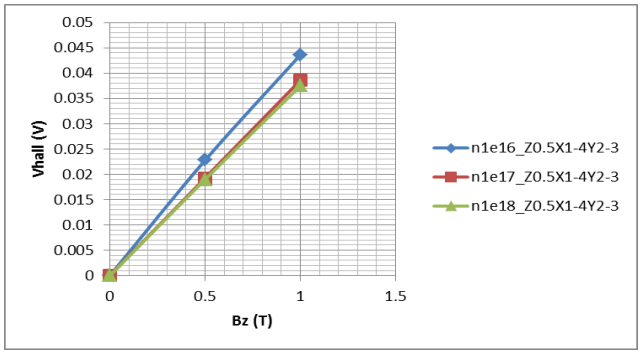
B_z (T)	$Hall_1$ (V)	$Hall_2$ (V)	ΔV_h (V)
0	0.8792	0.8792	0
0.5	0.8677	0.8905	0.0228
1	0.826	0.8696	0.0436

Neophodno je dobijene vrednosti predstaviti u vidu prenosne karakteristike koja bi predstavljala odnos dobijenog ΔV_h, tj. apsolutne razlike izmerenih Hall-ovih napona i jačine magnetnog polja.

Isti postupci su ponovljeni i za istu geometriju, samo pri drugim koncentracijama dopanata. Nakon izračunavanja vrednosti, i predstavljanja prenosnih karakteristika za sva tri slučaja, tj. za sve tri koncentracije dopanata potrebno je uporediti te karakteristike kao na slici 9. Tako bi se zaključilo koji senzor je najosetljiviji na jačinu magnetnog polja u odnosu na geometriju i količinu dopanata



Slika 8. Dobijena karakteristika pri B_z=0, 0.5 i 1 T.



Slika 9. Poređenje dobijenih karakteristika pri B_z=0, 0.5 i 1 T za geometriju sa najboljim osobinama.

Kao najbitniju informaciju, sa slike 9, možemo zaključiti da je najosetljiviji senzor, tj. onaj koji daje najveći Hall-ov napon, upravo onaj koji pored prethodno navedene geometrije, podrazumeva i koncentraciju dopanata od 10^{16} cm^{-3}.

III. ZAKLJUČAK

Nakon svega izloženog i uzimajući u obzir sve dobijene rezultate može se zaključiti da je najpogodnija struktura koja daje najveću razliku Hall-ovih napona, tj. struktura koja daje najosetljiviji silicijumski senzor Hall-ovog napona pri promeni jačine magnetnog polja ona koja podrazumeva krstastu strukturu Hall-ovog senzora sa koordinatama po X osi od 1 do 4 μm, po Y osi od 2 do 3 μm i sa debljinom strukture po Z osi od 0.5 μm.

Takođe, nakon upoređivanja određenih izmerenih Hall-ovih napona i dobijenih razlika istih pri detekciji različitih vrednosti jačine magnetnog polja, možemo zaključiti da su rezultati najprecizniji i senzor je najosetljiviji kada je uz gore navedenu geometriju i koncentracija dopanata 10^{16} cm^{-3}.

ZAHVALNICA

Ovaj rad je realizovan kao master rad na smeru Elektronika i mikrosistemi. Zahvaljujem se prof. dr Nebojši Jankoviću, kao svom mentoru, na izdvojenom vremenu, sugestijama i pomoći pri ispitivanju, realizaciji i pisanju rada.

LITERATURA

[1] Dr Mladen Popović, *Senzori i merenje*-četvrto izdanje, Sarajevo, 2004.

[2] Prof. dr Dragan Pantić, *Modeliranje i simulacija u mikroelektronici*-drugo dopunjeno izdanje, Elektronski fakultet, Niš, 2006.

[3] S. Kordić, *Integrated silicon magnetic-field sensors*, Electronic Instrumentation Laboratory, Departmant of Electrical Engineering, 347-378.

[4] *Metrologija električnih veličina*, Elektronski fakultet u Nišu, Katedra za merenje

[5] Prof. dr Goran Ristić, *Dozimetrija i dozimetri*, Elektronski fakultet, Niš, 2013.

[6] Doc. dr Nenad Veljković, *Kako rade senzori*, PC PRESS, Beograd, 2017.

[7] https://sr.wikipedia.org/sr-el/Senzor

Primena komercijalnih boja kao fotoosetljive komponente u solarnim ćelijama

Miona Tomić

Sadržaj – U radu je vršeno ispitivanje sledećih komercijalno dostupnih boja kao fotoosetljive komponente u solarnim ćelijama: metilensko plavo, metilensko plavo-eozinat, natrijum-fluoresceinat, azur(II)-eozin, rodamin B i arsenazo(III). Utvrđeno je da su boje metilensko plavo-eozinat, natrijum fluorescinat i azur(II)-eozin fotoosetljive i da je za fotoosetljivost odgovorna struktura fluoresceina, koja predstavlja deo strukture svake od tri fotoosetljive boje. Pretpostavljeno je da je uzrok male fotoosetljivosti rodamina B nedovoljna adsorpcija za TiO_2, dok preostale dve boje nisu pokazale fotoosetljivost. Konstruisani su grafici strujno-naponskih karakteristika solarnih ćelija za svaku od tri fotoosetljive boje, pri čemu se dolazi do zaključka da boja metilensko plavo-eozinat proizvodi najveću struju, pri čemu je i koeficijent korisnog dejstva solarne ćelije sa ovom bojom najveći (0.42 %), dok je filing faktor najveći kod solarne ćelije sa bojom natrijum-fluoresceinat (0.6).

I. UVOD

Solarne ćelije predstavljaju sisteme koji pomoću fotoelektričnog efekta pretvaraju sunčevu energiju u električnu energiju. Postoje tri generacije ovih ćelija. Najčešće korišćene ćelije su ćelije prve generacije koje se sastoje od različitih vrsta polisilicijuma, dok drugu generaciju čine ćelije sa amorfnim silicijumom. Treća generacija solarnih ćelija je još uvek u razvoju s ciljem konstruisanja efikasnih solarnih ćelija po niskoj proizvodnoj ceni.

Ćelije sa fotoosetljivom komponentom spadaju u treću generaciju solarnih ćelija. Sastoje se od anode, elektrolita i katode. Anoda je sačinjena od FTO (eng. *Fluorine doped Tin Oxide*) stakla, odnosno stakla sa tankim slojem fluorom dopiranim kalaj-oksidom, na kome se nalazi sloj nekog poluprovodnika, najčešće titanijum-dioksida. Za titanijum-dioksid vezana je fotoosetljiva komponenta, odnosno boja. Kao elektrolit se najčešće koristi jodid/trijodid redoks par, dok katodu takođe čini FTO staklo sa slojem provodnika, najčešće platinom.

Pod uticajem sunčeve svetlosti dolazi do pobuđivanja elektrona u fotoosetljivoj komponenti, nakon čega elektron prelazi na poluprovodnik i dalje u električno kolo. Ovom prilikom se boja oksiduje, a do njene redukcije dolazi u reakciji sa elektrolitom, nakon čega može ponovo da stupi u proces pobuđivanja elektrona svetlošću.

Oksidovani jodid iz elektrolita redukuje se na katodi, čime dolazi do zatvaranja kola. Kada se solarna ćelija spoji sa spoljašnjim potrošačem, ona postaje izvor jednosmerne struje u električnom kolu. Cilj projekta bila je primena komercijalnih boja kao fotoosetljive komponente u solarnim ćelijama i karakterizacija solarnih ćelija.

Miona Tomić, polaznica IS Petnica, III razred Gimnazije u Leskovcu, e-mail: mimma.tomic@gmail.com.

II. MATERIJAL I METODE

Tokom rada su korišćene sledeće hemikalije: titanijum(IV)-tetraizopropoksid (Acros Organics), silika gel (Kemika), terpineol (preparat), etil-celuloza (Acros Organics), jod (Lach-ner), kalijum-jodid (Lach-ner), metilensko plavo (Kemika), metilensko plavo-eozinat, natrijum-fluoresceinat, azur(II)-eozin (Merck), rodamin B, arsenazo(III).

Konstrukcija i karakterizacija solarnih ćelija sa komercijalnim bojama.

Svaka konstruisana solarna ćelija sastojala se od dva FTO stakla, pri čemu je jedno FTO staklo sa slojem titanijum-dioksida i slojem boje predstavljalo anodu, dok je ogaravljeno FTO staklo predstavljalo katodu. Kao elektrolit korišćen je redoks par jodid/trijodid.

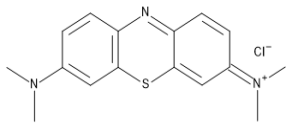
Sinteza TiO_2. Titanijum-dioksid je sintetisan sol-gel metodom [1] u reakciji titanijum(IV)-tetraizopropoksida sa vodom u prisustvu sirćetne kiseline kao katalizatora. Na početku je uz pomoć ledenog kupatila postignuta temperatura od 0˚C (temperatura je varirala od 0˚C do 0.5˚C). U čašu od 1 l dodato je 36.0 ml glacijalne sirćetne kiseline i 19.0 ml titanijum(IV)-tetraizopropoksida, pri čemu se smeša zaledila, ali je mehanički usitnjavana. Ukapavano je 395.0 ml dejonizovane vode uz mešanje, pri čemu se rastvor razbistrio. Rastvor je ostavljen da se meša još 45 min. do potpunog razbistrenja, nakon čega je ostavljen na tamnom mestu tokom 12 h. Nakon toga rastvor je stavljen u sušnicu 12 h na 70˚C, a zatim je sušen na 120˚C tokom 9 sati. Dobijeni kristali usitnjeni su u avanu i stavljeni na kalcinaciju tokom 5 h na 500˚C. Sintetisano je 4.9433 g titanijum dioksida (prinos od 98.86%), koji je okarakterisan IR spektroskopijom.

Priprema paste TiO_2. Odmereno je 3.00 g TiO_2 u avan, nakon čega je dodato 0.9 ml sirćetne kiseline uz mešanje. U smešu je nakon toga uz mešanje dodato dva puta po 7.5 ml etanola. Smeša je sprana etanolom u erlenmajeru i stavljena u ultrazvučno kupatilo na 5 min. Nakon toga je u smešu dodato 9.0 ml terpineola i smeša ponovo stavljena u ultrazučno kupatilo na 5 min. Na kraju je u smešu dodat 10% etanolni rastvor etil-celuloze (1.50 g etil celuloze u 17.1 ml etanola, stavljen u ultrazvučno kupatilo i mešan radi rastvaranja etil-celuloze). Smeša je stavljena u ultrazvučno kupatilo na 5 min i nakon toga je uparen etanol kako bi se dobila pasta [2].

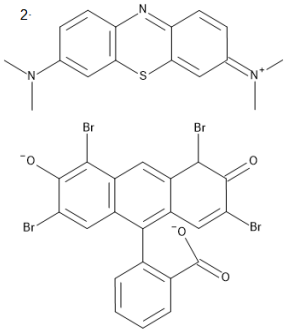
Priprema fotoosetljivih komponenti. Kao fotoosetljive komponente u solarnim ćelijama korišćene su sledeće

komercijalno dostupne boje: metilensko plavo, metilensko plavo-eozinat, natrijum-fluoresceinat, azur(II)-eozin, rodamin B i arsenazo(III) (sl. 1). Pripremljeni su etanolni rastvori boja zapremine 75.0 ml pri čemu je korišćena konstantna koncentracija radi upoređivanja fotoosetljivosti boja koja je iznosila 3×10^{-4} M.

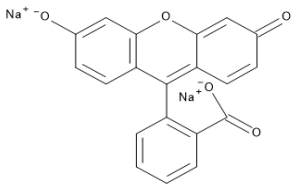
a)



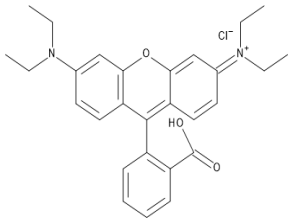
b)



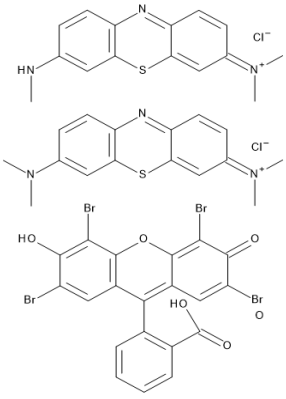
c)



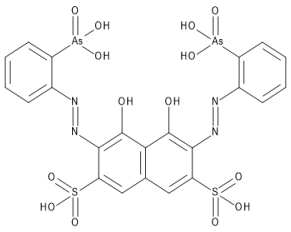
d)



e)



f)

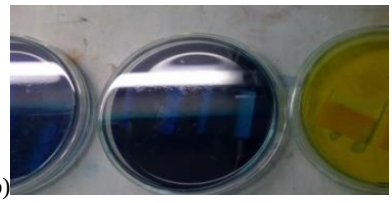


Slika 1. Strukturne formule boja ispitivanih kao fotoosetljivih komponenti: a) metilensko plavo, b) metilensko plavo-eozinat, c) natrijum-fluorescinat, d) rodamin B,e) azur(II)-eozin i f) arsenazo(III). [5], [6], [7]

Priprema elektrolita. Elektrolit je pripremljen rastvaranjem 1.6590 g kalijum-jodida i 0.2538 g joda u 20.0 ml etilen-glikola (tako da se dobije 0.5 M rastvor kalijum-jodida i 0.05 M rastvor joda) [3].

Priprema FTO stakla. Pre same upotrebe FTO stakla su oprana potapanjem u etanol i stavljanjem u ultrazvučno kupatilo na 10 min. Nakon toga su stakla prebrisana vatom natopljenom etanolom i ostavljena da se osuše na vazduhu. Stakla sa slojem titanijum-dioksida i stakla sa slojem čađi su čišćena na identičan način, kako bi se mogla ponovo koristiti.

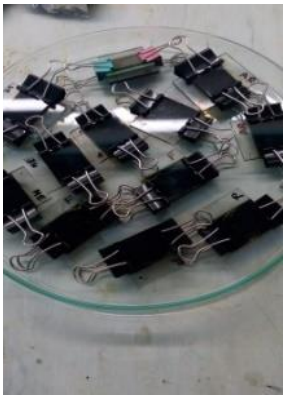
Priprema anode. Pasta TiO_2 je nanesena na provodnu stranu FTO stakla i razmazana žiletom na površinu 3 cm x 1.5 cm (površina je ograničena lepljivom trakom). Provodljivost FTO stakla je proveravana merenjem otpornosti svake strane stakla pomoću multimetra, pri čemu je provodna strana pokazivala malu otpornost. Ovako pripremljena stakla su ostavljena da se prosuše i nakon toga su stavljena na kalcinaciju. Stakla su postepeno zagrejana na 500˚C pri čemu su ostavljana na određenim temperaturama u sledećim intervalima: 120˚C 10 min., 250˚C 10 min., 325˚C 10 min., 400˚C 10 min i 500˚C 10 min. (sl. 2.a). Kalcinisane pločice su ostavljene da se ohlade i nakon toga potopljene u rastvore prethodno odabranih šest boja na 12 h (sl. 2.b) [3].

a)  b) 

Slika 2.a) FTO staklo sa kalcinisanim slojem TiO_2, b) FTO staklo sa kalcinisanim slojem TiO_2 potopljeno u rastvore boja.

Priprema katode. Provodna strana FTO stakla je pomoću klešta garavljena iznad sveće radi stvaranja tankog sloja čađi na njoj, zbog povećanja provodljivosti.

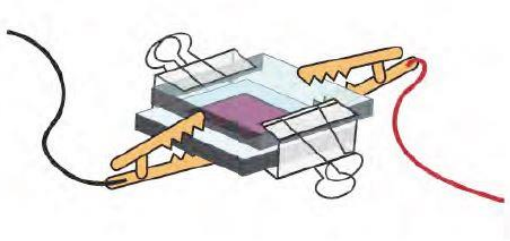
Konstrukcija solarnih ćelija. Na FTO staklo koje predstavlja anodu je špricem na sloj titanijum-dioksida sa adsorbovanom bojom nakapavano po 5 kapi elektrolita. Zatim je kontakt među elektrodama ostvarivan stavljanjem katode na anodu. Elektrode su pričvršćene štipaljkama za papir. Tako pripremljenim solarnim ćelijama određivane su strujno-naponske karakteristike (sl. 3).



Slika 3. Konstruisane solarne ćelije.

Karakterizacija ćelija. Konstruisane solarne ćelije bile su osvetljavane reflektorom jačine 50 W, pri čemu su bili mereni napon i struja u kolu. Određeni su napon otvorenog kola(U_{ok}), struja kratkog spoja (I_{ks}), nominalna snaga (P_{max}), filing faktor (eng. *filling factor*, FF) i stepen korisnog dejstva ćelije (η), za svaku od ćelija.

Napon otvorenog kola (U_{ok}) predstavlja napon koji se meri na voltmetru kada je struja jednaka nuli. Aparatura se sastoji od solarne ćelije direktno povezane za voltmetar.
Struja kratkog spoja predstavlja struju u kolu kada je napon jednak nuli. Merenje se vrši ampermetrom koji je direktno povezan sa(FTO) staklima ćelije (sl. 4). Ova struja zavisi od intenziteta upadnog zračenja. Prilikom rada korišćen je izvor konstantne vrednosti intenziteta upadnog zračenja.



Slika 4. Način povezivanja solarne ćelija sa mernim instrumentom.

Nominalna snaga (P_{max}) predstavlja proizvod maksimalne izmerene jačine struje (I_{max}) i maksimalnog izmerenog napona (U_{max}). Ona predstavlja maksimalnu površinu ispod krive koja se dobija na grafiku strujno-naponskih karakteristika u optimalnoj radnoj tački [4], što je opisano i formulom 1.

$$P_{max} = I_{max} \cdot U_{max} \qquad (1)$$

Filing faktor (FF) predstavlja odnos nominalne snage i proizvoda struje kratkog spoja (I_{ks}) i napona otvorenog kola (U_{ok}), formula 2. Filing faktor pokazuje koliko solarna ćelija odstupa od idealne (filing faktor idealne solarne ćelije iznosio bi 1).

$$FF = \frac{I_{max} \cdot U_{max}}{I_{ks} \cdot U_{ok}} \qquad (2)$$

Stepen korisnog dejstva (η) ili efikasnost solarne ćelije određuje se kao odnos nominalne snage i ukupne snage sunčevog zračenja koje pada na solarnu ćeliju, tj. kao odnos utrošene energije i ukupne energije koja pada na površinu solarne ćelije (S). (G-intenzitet sunčevog zračenja), formula 3. Stepen korisnog dejstva govori o tome koliko je sunčeve energije prevedeno u električnu.

$$\eta = \frac{I_{max} \cdot U_{max}}{G \cdot S} \qquad (3)$$

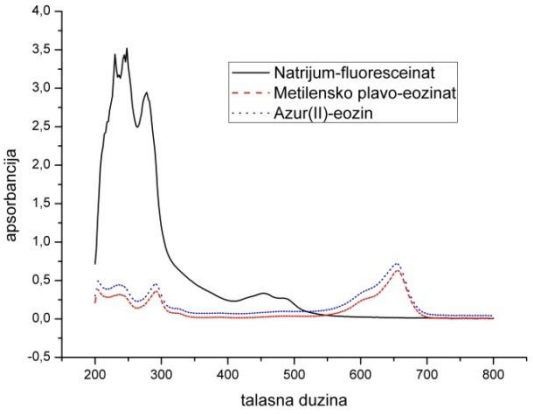
III. REZULTATI I DISKUSIJA

Prilikom karakterizacije solarnih ćelija pripremljene su po dve solarne ćelije svake od boja kako bi se odredilo da li su same boje fotoosetljive. Utvrđeno je da metilensko plavo i arsenazo(III) nisu fotoosetljive boje, jer nijedna od dve konstruisane solarne ćelije sa ovim bojama nije bila izvor napona i struje, dok rodamin B nije pokazao značajnu promenu napona i struje. Boje metilensko plavo-eozinat, natrijum-fluoresceinat i azur(II)-eozin su pokazale fotoosetljivost, pri čemu su se javljale značajne razlike u intenzitetu napona i struje između dve solarne ćelije sa istom fotoosetljivom komponentom. Pretpostavljeno je da je neponovljivost rezultata posledica kako neidentičnosti FTO stakla, tako i neidentične ručne pripreme elektroda i same različitosti ručnog sklapanja solarnih ćelija uprkos istovetnom postupku njihove pripreme.

Na osnovu dobijenih rezultata posle ispitivanja svih šest boja primećeno je da fotoosetljivost zavisi od njihovih anjonskih komponenti. Pošto su fotoosetljivost pokazali metilensko plavo-eozinat, natrijum-fluoresceinat i azur(II)-eozin može se zaključiti da struktura fluoresceina predstavlja fotoosetljiv deo boje, jer je ova struktura deo svake od pomenute tri boje, pošto je eozin derivat fluoresceina. Takođe, da je fluorescein fotoosetljiva komponenta pokazano je i time što metilensko plavo nije fotoosetljiva boja, dok metilensko plavo-eozinat (boja koja kao katjon sadrži metilensko plavo a kao anjon eozin) daje značajnu promenu struje i napona. Međutim, rodamin B je takođe derivat fluoresceina, a uprkos tome nije utvrđena fotoosetljivost. Pretpostavka je da se ova boja nije dovoljno adsorbovala na sloj titanijum dioksida, pošto je ovaj sloj nakon 12 h stajanja u rastvoru boje ostao beo, za razliku od ostalih boja, kod kojih je došlo do obojenja belog sloja titanijum-dioksida.

Snimljeni su i UV/Vis spekti tri fotoosetljive boje (sl.5). Spektri potvrđuju da boje apsorbuju u vidljivom delu spekra, dok UV deo spektra nije dalje analiziran, jer su

solarne ćelije osvetljivane vidljivom svetlošću. Sa ovih spektara primećeno je da su apsorpcioni maksimumi boja metilensko plavo-eozinat i azur(II)-eozin vrlo slični, ali da postoji razlika u efikasnosti koju solarne ćelije pokazuju. Pretpostavlja se da ova razlika postoji zbog same strukture boja, naime boja metilensko plavo-eozinat ima jonsku strukturu, pri čemu izbijeni elektron iz fotoosetljive komponente može da orbitira po celoj strukturi, zbog postojanja velikog broja π elektrona. Ova karakteristika nije zastupljena kod boje azur(II)-eozin, jer je ona kompleksne strukture. Molekul boje azur(II)-eozin veći je od molekula boje metilensko plavo-eozinat što može uticati na njenu adsorpciju, a samim tim i na efikasnost same solarne ćelije koja tu boju sadrži.

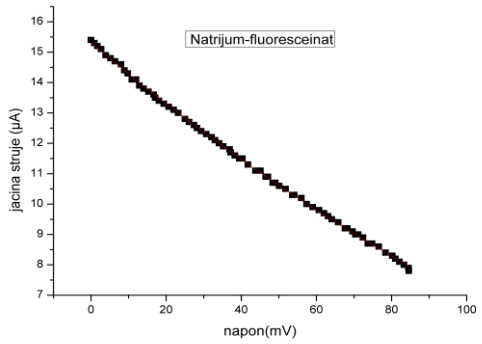


Slika 5. UV/Vis spektri tri fotoosetljive boje.

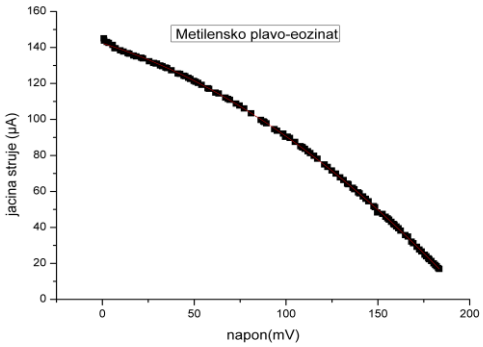
Boja natrijum-fluoresceinat ima apsorpcioni maksimum u UV oblasti i sam katjon ove boje bio je mali jon natrijuma, dok su druge dve boje bile sa mnogo većim katjonima, koji sadrže veliki broj π elektrona što utiče na fotoosetljivost boje i efikasnost solarne ćelije.

Kako bi se dodatno ispitale strujno-naponske karakteristike i kako bi se dobilo na ponovljivosti rezultata, napravljena je serija od deset solarnih ćelija za svaku od tri fotoosetljive boje.

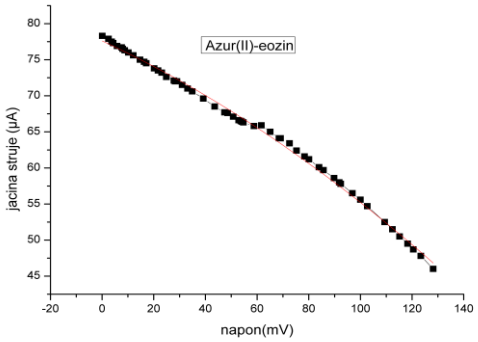
Rezultati strujno-naponskih merenja za boje metilensko plavo-eozinat, natrijum-fluoresceinat i azur(II)-eozin kao fotoosetljive komponente prikazani su na slici 6.



a)



b)



c)

Slika 6. Grafici zavisnosti struje od napona za solarne ćelije sa bojama: a) metilensko plavim-eozinatom b) natrijum-fluoresceinatom c) azur(II)-eozinom kao fotoosetljivom komponentom.

Preračunate vrednosti za filing faktor i koeficijent korisnog dejstva takođe su određene za tri fotoosetljive boje i prikazane u tabeli 1.

TABELA I
FILING FAKTOR I KOEFICIJENT KORISNOG DEJSTVA ZA ISPITIVANE BOJE

Boja	Filing faktor (FF)	Koeficijent korisnog dejstva (η) (%)
Natrijum-fluoresceinat	0.6	0.0126%
Metilensko plavo-eozinat	0.4	0.4161%
Azur(II)-eozin	0.2	0.0174%

IV. ZAKLJUČAK

Konstruisane su solarne ćelije sa komercijalno dostupnim bojama: metilensko plavo, metilensko plavo-eozinat, natrijum fluorescinat, azur(II)-eozin, rodamin B i arsenazo(III) kao fotoosetljivim komponentama. Utvrđeno je da metilensko plavo i arsenazo(III) nisu fotoosetljive boje, dok rodamin B generiše zanemarljivo mali napon i

struju. Takođe, zaključeno je da su boje metilensko plavo-eozinat, natrijum fluorescinat i azur(II)-eozin fotoosetljive i da je za fotoosetljivost odgovorna struktura fluoresceina, koja predstavlja deo strukture svake od tri fotoosetljive boje. Konstruisani su grafici strujno-naponskih karakteristika solarnih ćelija za svaku od tri fotoosetljive boje. Boja metilensko plavo-eozinat generiše najveću struju, pri čemu je i koeficijent korisnog dejstva solarne ćelija sa ovom bojom najveći. Komercijalno dostupne boje mogu se koristiti kao fotoosetljive komponente u solarnim ćelijama, šta potvrđuje i filing faktor onih koje su ispitivane u ovom projektu.

ZAHVALNOST

Zahvaljujem Stefanu Iliću, studentu Elektronskog fakulteta, Univerziteta u Nišu, na nesebičnoj pomoći i dragocenim sugestijama tokom pisanja rada. Veliko hvala Hani Čižik, studentu Farmaceutskog fakulteta, Univerziteta u Beogradu, bez čije pomoći ovaj projekat ne bi dao iste rezultate.

LITERATURA

[1] Venkatachalam, N., Palanichamy, M., & Murugesan V., "Sol–gel preparation and characterization of alkaline earth metal doped nano TiO2: Efficient photocatalytic degradation of 4-chlorophenol", *Journal of Molecular Catalysis A: Chemical*, 2007, *273*(1-2), 177-185. str.

[2] Ito, S., Chen, P., Comte, P., Nazeeruddin, M. K., Liska, P., Péchy, P., & Grätzel, M. , "Fabrication of screen-printing pastes from TiO2 powders for dye-sensitised solar cells". *Progress in photovoltaics: research and applications*, 2007, 15(7), 603-612. str.

[3] Ilić S., "Primena kurkumina u solarnim ćelijama sa fotoosetljivim pigmentom", *Zbornik 61. Konferencije za elektroniku, telekomunikacije, računarstvo, automatiku i nuklearnu tehniku.* 2017.

[4] Ilić S., "Priprema različitih prirodnih pigmenata kao fotoosetljive komponente u solarnim ćelijama", *Petničke sveske*, 2014, 96. str.

[5] Golder A. K., Hridaya N., Samanta A. N., Ray S., "Electrocoagulation of methylene blue and eosin yellowish using mild steel electrodes", *Journal of Hazardous Materials B127*, 2005, 134-140. str.

[6] Khataeea A. R., Kasiri M. B., "Photocatalytic degradation of organic dyes in the presence of nanostructured titanium dioxide: Influence of the chemical structure of dyes", *Journal of Molecular Catalysis A: Chemical*, 2010, 8-26. str.

[7] Rowatt E., Williams R. J. P., "The interaction of cations with the dye arsenazo III", *Biochem. Journal*, 1989, 259, 295-298. str.

„Student and Young Professional“ kongres u Portu, Portugalija

Miloš Marjanović

Sadržaj – U ovom tekstu biće predstavljen “Student and Young Professional” (SYP) kongres koji je održan u Portu, Portugalija iz ugla autora članka, koji je bio učesnik ovog kongresa. U teksu su date osnovne informacije o Kongresu, kako se prijaviti, kako je organizovan događaj (predavanja, radionice, društvene aktivnosti). Opisani su utisci o gradu Porto, kao i utisci o samom kongresu.

I. O SYP Kongresu

SYP kongres je najveći IEEE studentski događaj u čitavom regionu 8 (Evropa, Afrika i deo Azije). Kongres se održave na svake dve godine i okuplja studente i mlade stručnjake iz svih Sekcija u ovom regionu. Prvi SYP kongres održan je 1998. godine i od tada obim događaja raste, privlačeći više učesnika, svetski priznatih predavača i sve više međunarodnih kompanija i organizacija koje podržavaju ovaj kongres. U Tabeli I dat je pregled lokacija na kojima je do sada organizovan kongres. Osnovni cilj kongresa je da unapredi i neguje inženjerstvo kroz različite aktivnosti, razmenu iskustava i znanja između studenata i mladih stručnjaka iz različitih delova sveta. Društvene aktivnosti tokom kongresa su odlična prilika za povezivanje mladih i pokretanje međunarodnih saradnji. Jedan od ciljeva kongresa je i da pruži priliku studentima i stručnjacima iz industrije da se povežu, i kasnije nastave saradnju kako kroz savete za razvoj karijere tako i kroz zaposlenje. Učesnici treba da iskoriste ovaj kongres za svoj lični i profesionalni razvoj, proširujući svoju IEEE mrežu kontakata i prijateljstava.

TABELA I
Lokacije SYP kongresa

Godina	Lokacija
1998.	Istanbul
2000.	Eindhoven
2002.	Cairo
2004.	Passau
2006.	Paris
2008.	London
2010.	Leuven
2012.	Madrid
2014.	Krakow
2016.	Regensburg
2018.	Porto

Miloš Marjanović je predsednik IEEE SB Niš i asistent na Katedri za mikroelektroniku, Elektronski fakultet Niš, Aleksandra Medvedeva 14, Niš, Srbija. E-mail: milos.marjanovic@eflak.ni.ac.rs

II. SYP Porto 2018

Postoje dva načina za prijavu, tj. učešće na SYP kongresu: samofinansiranje i finansiranje od strane IEEE. Uslove za refinansiranje učešća na kongresu propisuje organizator. Samo jedan predstavnik studentskog ogranka može dobiti refinansiranje troškova, a prednost imaju predsednici ogranaka. Pravo na refinansiranje imaju oni koji se prvi put prijavljuju za učešće na SYP-u, a potrebno je da su podneti godišnji izveštaji o radu studentskog ogranka u poslednje dve godine, da ogranak ima najmanje 12 registrovanih studentskih članova. Tek kada ste ispunili sve ove uslove možete konkurisati za refinansiranje troškova učešća na kongresu, s tim da putni troškovi nisu pokriveni refundacijom. Refunadacija se može dobiti za troškove kotizacije i smeštaja u studentskom domu, sa uključenim doručkom. Bitno je prisustvo tokom svih aktivnosti na kongresu kako bi sredstva bila vraćena posle događaja. Nakon obaveštenja o prihvatanju refundacije, sledi registracija i plaćanje kotizacije. Posle nekoliko meseci od prijave, dolazi vreme za put i učešće na SYP-u.

SYP kongres 2018. godine (slika 1) održan je od 25. – 29. jula u Portu, Portugalija [1]. U nastavku teksta biće dati utisci autora o učešću na kongresu. Nakon susreta na aerodromu u Budimpešti, predstavnici studentskih ogranaka (SB – Student Branch) iz Srbije (Beograd, Novi Sad, Niš) [2-3] sleteli su na aerodrom u Portu i tada je SYP avantura mogla da počne. Organizatori su nam poslali vodič kroz Porto i kako doći od aerodroma do studentskog kampusa u kome ćemo biti smešteni. Tamo su nas čekali članovi organizacionog tima koji su pomogli oko smeštaja i dali osnovne informacije i smernice šta nas očekuje narednih dana. Pred nama je bio izuzetno gust raspored, sa mnogo aktivnosti, kojima smo morali da prisustvujemo kako bi naše učešće bilo refundirano.



Slika 1. Logo SYP kongresa 2018.

Dan prvi počeo je neoficijalno, aktivnostima na plaži. Startovali smo nedelju na najbolji način, uživajući u Atlantskom okeanu na plaži Matosinhos. Potpuno besplatno za učesnike kongresa bio je održan čas surfovanja na vodi. Po povratku na fakultet, kongres ja zvanično otvoren (slika 2) uz obraćanja predstavnika IEEE udruženja, kao i profesora sa fakulteta u Portu (FEUP [4]) koji je bio glavno mesto održavanja događaja. Planom aktivnosti veče je bio rezervisano za druženje na plaži uz zalazak sunca. Međutim, zbog oblaka i magle nismo uživali u zalasku, ali smo vreme proveli upoznajući ostale učesnike kongresa i uživali u poznatom portugalskom vinu.



Slika 2. Otvaranje SYP kongresa 2018.

Dan drugi počeo je *plenarnim* sesijama i *key note* predavanjima. Ove sesije organizovane su u prepodnevnim časovima i u ostalim danima. Predavanja su držali: Manuel Dias, direktor prodaje u Microsoft-u (Director Enterprise Technical Sales), Celso Martinho, CEO i osnivač firme Bright Pixel, Bev Bachmayer, softverski konsultant i član Europe executive committee i Koen Bertelse, profesor i istraživač na Tehničkom univerzitetu Delft. Učesnici kongresa bili su u prilici da postave pitanja ovim istaknutim predavačima i diskutuju o raznim temama van zvaničnih predavanja (slika 3).

Nakon pauze za ručak u studentskoj menzi (cena ručka uključena u kotizaciju) održavane su radionice. Učesnici su birali ukupno 6 radionica od ponuđenih, a svakog dana održane su po dve. Teme radionica bile su iz različitih oblasti inženjerstva (računarske nauke, elektornika, elektroenergetika, telekomunikacije, ali i radionice o preduzetništvu). Tokom drugog dana održan je i sajam karijere na kome su rad predstavile kompanije – sponzori kongresa. Drugi dan završen je gala večerom koja je održana u palati Palacio da Bolsa (slika 4), istorijskoj građevini u centru Porta sa odličnom muzejskom postavkom i prelepim pogledom na most Lusa I na Duoro reci, zaštitnim simbolom ovog grada.

Dan treći počeo je organizovanim posetama lokalnim kompanijama (Blip, Abyssal, Bosch Aveiro, Bosch Braga), laboratorijama na FEUP-u, ali i INL-u (International Iberian Nanotechnology Laboratory) [5] u Bragi. Učesnici su pre kongresa birali jednu od ponuđenih lokacija za obilazak. Autor je posetio INL (slika 5), ovde je održano predavanje i organizovan obilazak laboratorija sa mikroskopima, kao i čiste sobe, gde su se posetioci upoznali sa procesom proizvodnje integrisanih kola u nanotehnologiji. Posle posete i predavanja, organizovan je turistički obilazak grada autobusom. Jedina zamerka većine učesnika bila je gust raspored, tj. nemogućnost da se grad obiđe pešaka i oseti duh Porta. Zato je autor ovog teksta, na preporuku jednog od organizatora, obilazio grad u ranim jutarnjim časovima, pre obaveza na fakultetu.

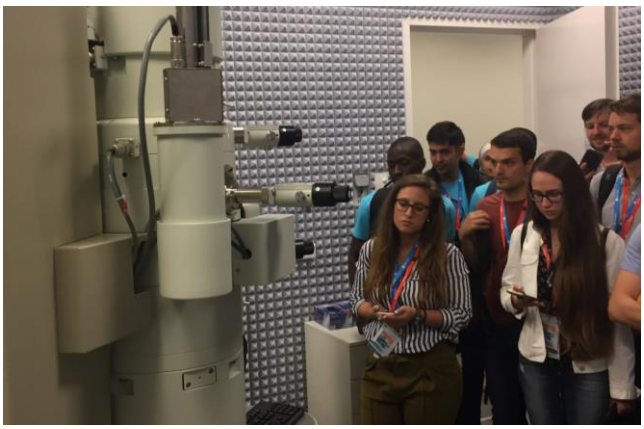


Slika 3. Učesnici iz Srbije (levo – desno: Barbara Vujkov (NS), Kristina Jovičić (BG), Miloš Marjanović (NI)).



Slika 4. Gala večera u Palacio da Bolsa.

Porto se nalazi na reci Duoro i jedan je od najstarijih evropskih gradova, tri puta je dobitnik nagrade *Best European Destination* [6]. Neke od znamenitosti ovog grada su (slika 6): Ribeira i most Luisa I, železnička stanica Sao Bento pokrivena plavo-belim pločicama, trg Aliados na kome se nalazi gradska kuća, biblioteka Lello, kula Clerigos, trg Leoes, Casa da Musica i mnogobrojne katedrale u centru grada… Ako obilazite grad, koristite javni gradski prevoz i obavezno kupite *Andante* karticu i očitajte je na stanici metroa, pre ulaska u voz. Centar grada je pešaka moguće obići za dva sata. Obavezno popijte vino i probajte tradicionalni sendvič iz Porta sa pet vrsta mesa, Francesinha. Ovaj dan završen je portugalskom večerom uz zvuke fado, tradicionalne portugalske muzike. Svi učesnici bili su u majicama sa znakom kongresa i ovde su nastale grupne fotografije učesnika (slika 7). Portugalsko veče nastavljeno je do ranih jutarnjih časova u lokalnom karaoke klubu.



Slika 5. Obilazak laboratorija u INL-u.



Slika 7. Učesnici SYP kongresa 2018. u Portu.

Dan četvrti je pored predavanja bio rezervisan za "*speed talks*" i poster sesiju. Naime, učesnici su pre kongresa mogli da prijave svoju kratku prezentaciju kako bi ostalim učesnicima predstavili lokalne projekte iz svojh studentskih ogranaka. S druge strane, svi učesnici kongresa bili su u obavezi da naprave poster kako bi predstavili aktivnosti svog ogranka. Poster sesiju posetio je predsednik IEEE i razgovarao sa učesnicima (slika 8). Na kraju je održano multikulturalno veče. U sportskoj hali na oko 50 stolova predstavljeno je isto toliko nacionalnih kuhinja i pića (slika 9). Veče je upotpunila muzika, svaki predstavnik zemlje iz koje dolazi predao je listu pesama. Za autora je ovo jedan od najboljih utisaka sa kongresa, zamislite kada 280 učesnika iz 55 zemalja sveta u jednoj hali igra Užičko kolo. Kongres je zatvoren specijalnom ceremonijom uz dodelu priznanja zaslužnim organizacijama i pojedincima.



Slika 6. Znamenitosti Porta.



Slika 8. Poster sesija.



Slika 9. Multikulturalno veče – sto Srbije sa kolegama iz Hrvatske.

III. ZAKLJUČAK

U ovom tekstu opisana su iskustva autora učesnika SYP kongresa u Portu, Portugalija. Kongres je održan od 25. – 29. jula 2018. godine i okupio je 280 učesnika iz 55 zemalja koje čine IEEE region 8. Ovo je iskustvo koje treba bar jednom u karijeri doživeti, ovde se uči o razvoju karijere i stiču kontakti i prijateljstva za ceo život.

ZAHVALNICA

Autor teksta se zahvaljuje IEEE sekciji Srbije i Crne Gore na finansijskoj pomoći u organizaciji puta, a posebno prof. dr Veri Marković, predsednici sekcije na podršci i preporuci, kao i doc. dr Danijelu Dankoviću, za motivaciju i podsticanje aktivnosti u okviru IEEE SB Niš.

LITERATURA

[1] Sajt SYP kongresa 2018 u Portu. Dostupno na: https://syp.ieee-pt.org/
[2] Sajt IEEE SB Niš. Dostupno na: http://ieee.elfak.ni.ac.rs/
[3] Sajt IEEE sekcije Srbije i Crne Gore. Dostupno na: http://www.ieee.uns.ac.rs/
[4] Sajt Fakulteta za inženjerstvo Univerziteta u Portu. Dostupno na: https://sigarra.up.pt/feup/pt/web_page.Inicial
[5] Sajt INL-a. Dostupno na: https://inl.int/
[6] Porto – izuzetna destinacija Evrope. Dostupno na: https://www.europeanbestdestinations.com/destinations/porto/

Realizacija strujne sonde korišćenjem integrisanog kola INA212

Milan Stojanović

Sažetak – U radu su opisane strujne sonde koje predstavljaju neophodan dodatak osciloskopu kada je reč o merenju struje. Objašnjeni su načini funkcionisanja različitih vrsti strujnih sondi i prikazan način realizacije jedne od njih. Prikazana je električna šema i PCB dizajn realizovane strujne sonde i dat rezultat merenja.

I. UVOD

Razvoj novih elektronskih uređaja podrazumeva i duži životni vek baterije kao i bolju energetsku efikasnost. Stoga je dizajnerima potreban sofisticiran alat kako bi na što bolji način zadovoljili tražene zahteve. Strujna sonda je pouzdan alat i predstavlja deo uređaja za merenje potrošnje, preko koga se dobija informacija o jačini električne struje.

Strujne sonde omogućavaju da se za razliku od običnih sondi kojima se meri napon, osciloskopom meri jačina struje. U principu, strujne sonde reaguju na struju koja protiče kroz provodnik i prevode je u napon koji se može meriti i posmatrati osciloskopom. Najčešće korišćena tehnika merenja zasniva se na detekciji magnetnog polja koje nosioci struje indukuju u provodniku. Međutim postoji mnogo različitih vrsta strujnih sondi i za svaku od njih oblast primene u kojoj je najbolje primeniti određenu strujnu sonda.

II. OSNOVNE KARAKTERISTIKE I NAČINI REALIZACIJE STRUJNIH SONDI

A. Osnovne karakteristike

Merenje struje pri projektovanju uređaja niske potrošnje predstavlja težak zadatak. Najbitnije karakteristike strujne sonde su sledeće [1]:

- ponovljivost;
- osetljivost;
- dinamički opseg i rezolucija;
- male dimenzije.

Optimizacija sistema vrši se hardveskim ili softverskim promenama. Za promenu parametra sistema, mora se pouzdano utvrditi da li se karakteristike sistema poboljšavaju, pogoršavaju ili se ne menjaju. Zbog toga je značajno da merenje strujnom sondom ima visok nivo ponovljivosti kako bi se izbeglo pogrešno interpretiranje izmerenih rezultata, tj. za nepromenjene karakteristike sistema moraju se dobiti iste izmerene vrednosti.

Osetljivost strujne sonde predstavlja sposobnost same sonde da na izlazu proizvede dovoljnu vrednost promene napona koja se može izmeriti osciloskopom. Na osetljivost utiču nekoliko faktora. Pre svega prenosna funkcija strujne sonde (zavisnost izlaznog napona od merene struje) kao i šum same sonde i osciloskopa.

Dinamički opseg predstavlja razliku između najveće i najmanje vrednosti parametra koji se meri. U uređajima male potrošnje dolazi do naglog porasta ili smanjenja jačine struje pri promeni režima rada. Zbog toga je neophodno da se strujnom sondom mogu izmeriti kako najveće tako i najmanje vrednosti struje. Uz to, strujna sonda mora imati dovoljnu rezoluciju da bi mbilo moguće detektovati male promene struje.

Pored smanjenja potrošnje glavni cilj je smanjiti i dimenzije uređaja, tako da je neophodno da i strujna sonda bude što je moguće manjih dimenzija kako bi bila pristupačna za korišćenje.

B. Načini realizacije strujne sonde

Strujne sonde se koristi prilikom merenja jačine struje napajanja i predstavljaju neophodan alat za merenje struje osciloskopom. Postoji nekoliko različitih tehnika za merenje električne struje, a najčešće korišćene tehnike pri merenju osciloskopom su:

- senzorski otpornik – tehnika bazirana na Omov – om zakonu;
- strujna sonda u obliku klešta – hibridni Hall - ov sensor;
- *Rogowski* kalem – pogodno za merenje naizmeničnih struja visokog intenzieta.

Unutar strujne sonde sa senzorskim otpornikom nalazi se diferencijalni pojačavač. Na ulaz pojačavača vezan je senzorski otpornik na kome se detektuje pad napona, u skladu sa Omovim zakonom, kada kroz njega protiče struja. Na izlazu pojačavača dobija se napon koji predstavlja napon na senzorskom otporniku pojačan A puta. Vrednost pojačanja A određena je otpornicima koji su sa operacionim pojačavačem vezani u konfiguraciji diferencijalnog pojačavača. Izborom ovih otpornika pored

Milan Stojanović, master student na smeru Elektronika i mikrosistemi, Elektronski fakultet, Univerzitet u Nišu, Aleksandra Medvedeva 14, 18000 Niš, Srbija, E-mail: milanstojanovic@elfak.rs

pojačanja derektno se utiče i na osetljivost i dinamički opseg same strujne sonde.

Strujna sonda u obliku klešta (slika 1) sastoji se od transformatora sa feritnim jezgrom. Jezgro je podeljeno i nalazi se unutar klešta kojima se obuhvata provodnik kroz koji se meri struja, a unutar jezgra se nalazi Hall – ov senzor. Hall – ov senzor predstavlja provodna ravan kroz koju protiče struja i postavlja se u blizini provodnika preko koga se napaja uređaj. Magnetno polje koje je posledica protoka struje kroz provodnik deluje na senzor što dovodi do pomeranja elektrona ka jednom kraju ravni. Pomeranjem elektrona, u ravni se stvara razlika potencijala na njenim krajevima koja je direktno proporcionalna jačini magnetnog polja, dok je samo magnetno polje proporcionalno jačini struje [2].



Slika 1. Strujna sonda sa kleštima firme Tektronix [3].

Sonde sa *Rogowski* kalemom (slika 2) pogodne su za merenje struja intenziteta od nekoliko desetina ampera. Pogodne su za merenje trenutnih promena struja, impulsnih struja napajanja ili sinusoidalnih struja frekvencija 50 – 60 Hz. Funkcionisanje Rogowski kalema bazira se na Faradejevom zakonu: indukovana elektromotorna sila u zatvorenom kolu proporcionalna je brzini promene magnetnog fluksa. Za razliku od transformatora *Rogoewki* kalem nema jezgro tako da ima manju impedansu što omogućava brži odziv na promenu signala.

Kalem se postavlja oko provodnika tako da se u njemu indukuje napon pod uticajem magnetnog polja koje je posledica proticanja struje. Indukovani napon je samim tim proporcionalan struji kroz provodnik.

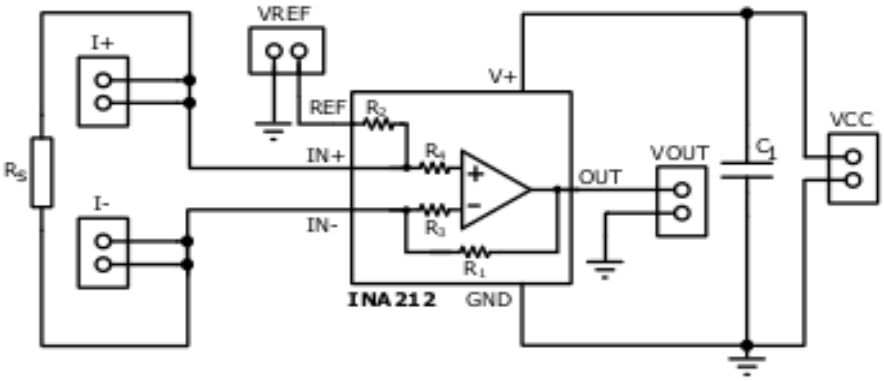


Slika 2. Strujna sonda sa Rogowski kalemom [4].

III. STRUJNA SONDA ZASNOVANA NA INTEGRISANOM KOLU INA212

Integrisano kolo INA212 sastoji se od operacionog pojačavača i otpornika povezanih tako da formiraju diferencijalni pojačavač. Jedno je od integrisanih kola serije INA21x. Koristi se za zaštitu od prevelike struje kao i za precizno merenje struje. Primenjuje se u *Notebook* računarima, mobilnim telefonima, punjačima baterija, itd. Napaja se jednosmernim naponom u opsegu od 2.7 V do 26 V, a može da radi u temperaturnom opsegu od -40 ˚C do +125 ˚C [5].

Na slici 3 prikazana je električna šema strujne sonde koje je realizovana korišćenjen ovog integrisanog kola.



Slika 3. Električna šema strujne sonde zasnovane na integrisanom kolu INA212.

A. Princip rada strujne sonde

Ova strujna sonda pripada grupi strujnih sondi sa senzorskim otpornikom. Provodnik kroz koji je potrebno izmeriti struju se prekida i njegovi krajevi se priključuju na konektore I+ i I-. Tako da kada struja protiče kroz provodnik ona ujedno protiče i kroz otpornik R_S stvarajući na njemu pad napona. Otpornik R_S je povezan na ulazne pinove (IN+ i IN-) integrisanog kola INA212 tako da napon koji se stvara na njemu prilikom proticanja struje predstavlja napon na ulazu kola, tj. napon na ulazu diferencijalnog pojačavača. Na izlaznom pinu (pin OUT)

integrisanog kola dobija se napon koji se računa po jednačini:

$$V_{OUT} = (I_{LOAD} \cdot R_s)A + V_{REF.} \quad (1)$$

Pri tome I_{LOAD} označava struju kroz otpornik *Rs*, *A* je pojačanje diferencijalnog pojačavača, a V_{REF} referentni napon. Pojačanje diferencijalnog pojačavača *A*, određeno je otpornicima R_1, R_2, R_3 i R_4. Kod integrisanog kola INA212 vrednosti ovih otpornika su R_1= R_2=1 MΩ i R_3=R_4=1 KΩ, tako da je u ovom slučaju vrednost naponskog pojačanja *A*=1000. Veoma je važno istaći da ovi otpornici imaju veoma precizno određene vrednosti kako bi pojačanje kola bilo tačno 1000. Kod ostalih integrisanih kola serije INA21x otpornici R_3 i R_4 imaju drugačije vrednosti tako da je na taj način pojačanje svakog kola različito.

Napajanje integrisanog kola, tj. strujne sonde vrši se preko pinova V+ i GND koji su povezani na konektor VCC. Između napajanja i mase postavlja se *bypass* kondenzator C_1 vrednosti 100 nF, i trebalo bi ga postaviti što je moguće bliže kolu.

B. Odabir referentnog napona i otpornika R_S

Integrisano kolo se može koristiti za merenje struje koja kroz otpornik protiče u jednom ili dva smera, ondosno za unidirekciono i bidirekciono merenje. Kada se koristi za unidirekciono merenje, što je iskorišćeno prilikom projektovanja strujne sonde, referentni napon treba da bude 0 V. U tom slučaju se ulazi konektora VREF kratkospajaju pa je samim tim pin REF integrisanog kola povezan na masu.

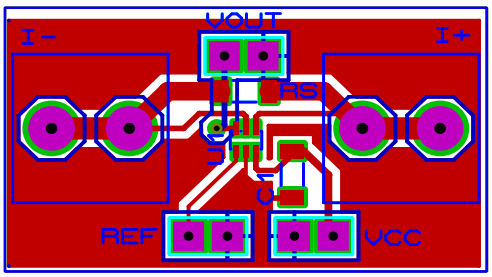
Kada se vrši bidirekciono merenje referentni napon V_{REF} se može proizvoljno izabrati u opsegu od 0 V do vednosti napona napajanja.

Posebnu pažnju treba obratiti na izbor vrednosti otpornika R_S. Njegova vrednost treba da bude dovoljno velika kako bi se na njemu, prilikom proticanja struje, stvorio pad napona koji se može detektovati na ulazu integrisanog kola. Sa druge strane ta vrednost ne bi trebalo da bude prevelika da ne bi uticala na impedansu celog sistema, a samim tim i na struju koja protiče kroz sistem.

Kao i prilikom postavljanja *bypass* kondenzator, ovaj otpornik treba biti postavljen što bliže ulazima integrisanog kola kako bi parazitne otpornosti kontakata bile minimalne.

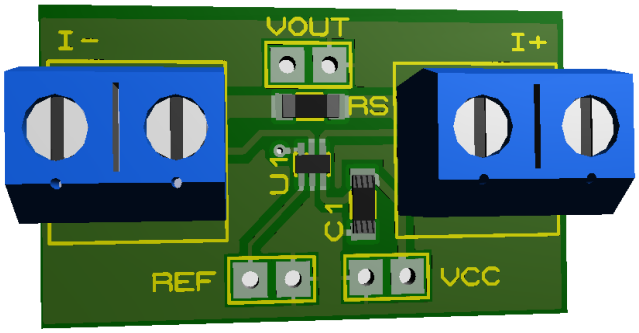
C. PCB dizajn strujne sonde

Dizajn štampane ploče strujne sonde urađen je u programu *Proteus 8 Professional*. Na slici 4 prikazan je *layout* štampane ploče.



Slika 4. Izgled *layout-a* štampane ploče strujne sonde.

Sa obe strane ploče je razlivena masa kako bi se smanjio uticaj šuma. Na slici 5 prikazan je izled realizovane štampane ploče.



Slika 5. Izgled štampane ploče strujne sonde.

Na prikazanoj slici se vidi da je R_S SMD otpornik koji je zalemljen na samoj ploči. Međutim pri praktičnoj realizaciji ploče ovaj otpornik je izostavljen. Umesto njega koristi se *through hole* otpornik koje se povezuje na konektore I+ i I-. To je urađeno da bi bilo moguće koristiti različite otpornike u zavisnosti od merenja koje se vrši. Promenom otpornika postiže se fleksibilnost po pitanju jačine struje koja se može meriti zati što strujna sonda za različite vrednosti otpornika ima različite osetljivosti.

Na slici štampane ploče nisu prikazani 3D modeli konektora preko kojih se priključuje napajanje, referentni napon i konektor sa koga se snima izlazni napon. Naravno, pri merenju se onu nalaze na ploči, a na ovom mestu su izostavljeni da bi slika bila preglednija.

IV. PRIMER MERENJA

Na izlazu strujne sonde se, kao što je već rečeno, dobija naponska vrednost signala. Kako je cilj dobiti vrednost struje koja protiče kroz kolo, da bi se to ostvarilo, potrebno je podesiti određene parametre osciloskopa. Prvo treba postaviti da se na ekranu osciloskopa prikazuje vrednost struje po podeoku za kanal na koji je priključena strujna sonda. Zatim se dobijena vrednost treba podeliti sa 1000 (vrednost naponskog pojačanja integrisanog kola INA212) i sa vrednošću otpornika R_S. Na taj način se od

izlaznog napona dobija struja koja protiče kroz otpornik R_S, a samim tim i kroz povezano električno kolo.

Nakon praktične realizacije strujne sonde izvršeno je merenje kako bi potvrdila njena ispravnost. Merena je vrednost jačine struje koja protiče kroz sistem koji se sastoji od mikrokontrolera i RF modula. Rad samog sistema je veoma jednostavan i njime se vrši samo slanje podataka. Prilikom slanja podataka kroz sistem protiče struja većeg intenziteta neko kad RF modul nije aktivan.

Na slici 6. prikazani su signali snimljeni osciloskopom na kojima se može videti trajanje slanja podataka i vrednost struje koja pritom protiče kroz sistem.



Slika 6. Signali snimljeni na osciloskopu korišćenjem strujne sonde.

Signal crvene boje (kanal 2 osciloskopa) predstavja napon na pinu mikrokontrolera koji menja stanje na početku i na kraju slanja podataka. Signal plave boje (kanal 1 osciloskopa) predstavlja struju koja protiče kroz sistem. Sa slike se može videti da je jačina struje pri slanju podataka značajno veća nego kada je sistem u neaktivnom režimu, što je u skladu sa očekivanim rezultatima.

ZAKLJUČAK

Na osnovu prikazanog rezultata se može reći da je realizovana strujna sonda upotrebljiva za merenje struja intenziteta reda veličine mA. Zahvaljujući malim dimenzijama može se koristiti za merenje struje u različitim mikrosistemima u kojima je pristupačnost ograničena. Posebnu pogodnost predstavlja mogućnost promene otpornika R_S pa se njome mogu meriti struje čiji je intenzitet u širokom opsegu.

ZAHVALNICA

Autor se zahvaljuje mentoru, doc. dr Ljubomiru Vračaru na izdvojenom vremenu, sugestijama i pomoći pri pisanju rada.

LITERATURA

[1] https://www.newark.com/wcsstore/ExtendedSitesCatalogAssetStore/cms/asset/pdf/americas/common/techarticles/safety/evaluating-oscilloscope-current-probes.pdf
[2] “How to Select the Right Current Probe”, Keysight Technologies, 2018, Published in USA, September 11, 2018, 5992-2656 EN.
[3] “AC/DC Current Probes TCP0020 • TCP2020 • TCP202A”, Datasheet, Tektronix Inc., 2012.
[4] http://www.gfuve.com/current-probe/3000A–flexible-rogowski–coil–AC–current–transformer-ct.html
[5] “INA21x Voltage Output, Low- or High-Side Measurement, Bidirectional, Zero-Drift Series, Current-Shunt Monitors”, Datasheet, Texas Instruments, 2017.

Elektronska kocka

Branko Mijailović

Sadržaj - Elektronska kocka predstavlja interpretaciju kocke za igre na sreću kroz primenu elektronike. Upotreba rezultira jednim brojem iz opsega jedan do šest, verovatnoća za svaki od brojeva je jednaka i iznosi 1:6.

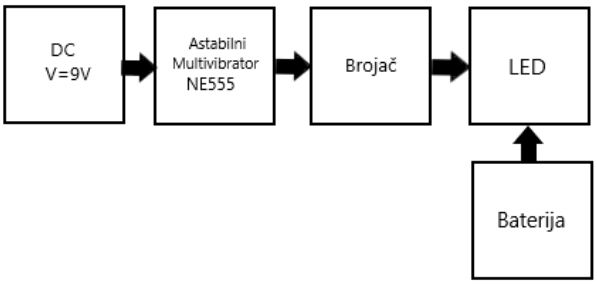
I. Uvod

Moderno doba donosi potrebu za digitalizacijom kocke kao mehaničkog uređaja zbog brzine, vremena, masovnosti i ostalih faktora. Digitalni uređaju koji rade na principu slučajnih ili pseudo slučajnih brojeva nalaze primenu kod raznih igara na sreću. Pored igara na sreću, generatori slučajnih brojeva se koriste u računarskoj simulaciji, kriptografiji, kompletno stohastičnom dizajnu i drugim oblastima gde je potreban nepredvidiv rezultat.

Za dobijanje slučajnog broja potreban je signal na koji bi korisnik mogao da utiče ali da nema kontrolu nad njim. Rešenje ovog problema je pronađen u NE555 tajmeru. Fizička manifestacija brojeva je postignuta sa šest LE dioda. Brojač ima ulogu da na osnovu signala iz NE555 tajmera obezbedi polarizaciju dioda.

II. Blok šema elektronske kocke

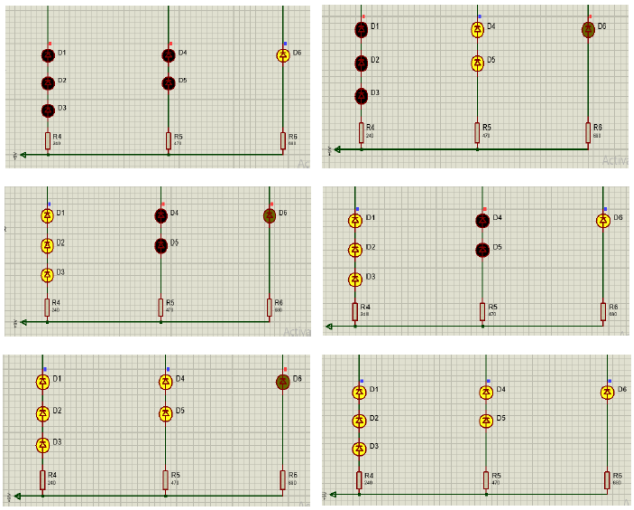
Iz blok šeme sa Sl. 1. možemo videti da se elektronska kocka sastoji iz pet osnovnih delova:
- napajanje,
- astabilni multivibrator NE555,
- brojač,
- šest LE dioda i
- baterija.



Slika 1. Blok šema elektronske kocke.

NE555 generiše signal koji ide na ulaz brojača (*CLOCK*), brojač je binarni, 3-bitni. Diode su raspodeljene u tri grupe od po tri redno vezane diode, dve redno vezane diode i jedne diode. U zavisnosti od izlaznih logičkih stanja brojača, grupe dioda će svetleti ako su direktno polarisane i prikazati broj koji je korisnik dobio. Mogući rezultati su ilustrovani na Sl. 2. Broj tri je moguće reprezentovati na dva načina, projektovanjem brojača za polarizaciju tri redno vezane diode ili kombinacijom dve redno vezane diode i diode koja je sama u grani kola.

Branko Mijailović je student na modulu Elektronske komponente i mikrosistemi, Katedra za mikroelektroniku, Elektronski fakultet, Univerzitet u Nišu, Aleksandra Medvedeva 14, 18000 Niš, Srbija, E-mail: b.mijailovic90@gmail



Slika 2. Rezultati na izlazu elektronske kocke.

III. Astabilni multivibrator upotrebom NE555 tajmera

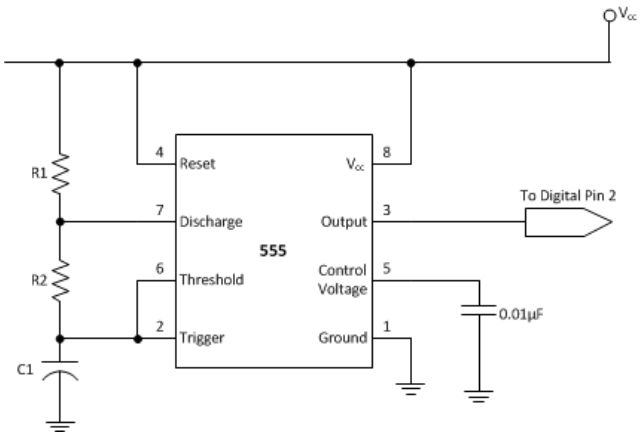
Uloga NE555 tajmera u astabilnom režimu (Sl. 3.) je da obezbedi pravougaoni signal čija se amplituda menja u opsegu od 0V do V+ [1]. Signal je definisan frekvencijom, stepenom ispunjenosti i naponskim nivoom. Frekvencija i stepen ispunjenosti se definišu promenom vrednosti otpornika R1 i R2 i kondenzatora C1.Parametri astabilnog multivibratora se računaju sledećim jednačinama.

$$f = \frac{1}{T} = \frac{1.44}{(R1+2R2)} * \frac{1}{C1} \quad (1)$$

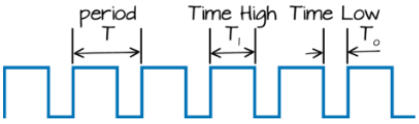
$$D = \frac{R1+Rb}{R1+2R2} \quad (2)$$

$$R1 = 1.44 * \frac{2D-1}{F*C1} \quad (3)$$

$$R2 = 1.44 * \frac{1-D}{F*C1} \quad (4)$$



Slika 3. NE555 u konfiguraciji astabilnog multivibratora.

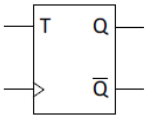


Slika 4. Izgled dobijenog signala na izlazu NE555.

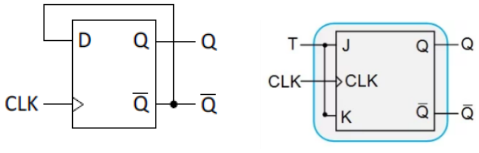
Povećanjem kapacitivnosti raste perioda T, samim tim opada frekvencija. Povećanjem otpornosti R1 raste period T1 (*High Time*) bez uticanja na T0 (*Low Time*) dok se povećanjem R2 dovodi do porasta T1 i T0 ali se smanjuje *duty cycle*.

IV. Brojač

Za "Elektronsku Kocku" projektovan je sinhroni brojač modula tri, upotrebom tri T flip-flopa. T flip-flop menja stanje na izlazu na prednju ili zadnju ivicu takta pod uslovom da je na ulazu logička jedinica. Logički simbol T flip-flopa je prikazan na Sl. 5, međutim takav model flip-flopa se retko nalazi u programima za projektovanje logičkih kola pa je T flip-flop moguće realizovati ugradnjom logike za pobudu ulaza na D ili JK flip-flop (Sl. 6).



Slika 5. Logički simbol T flip-flopa.



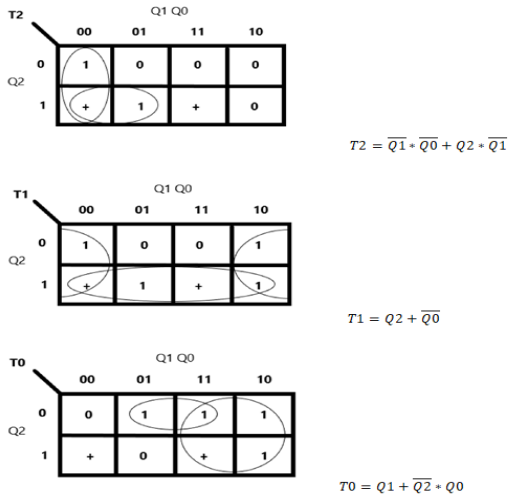
Slika 6. Logički simbol T flip-flopa upotrebom D i JK.

Kocka ima šest brojeva pa je potreban brojač sa šest stanja. Tabela I prikazuje tabelu stanja brojača a popunjena je na osnovu tabele stanja T flip-flopa.

TABELA I
STANJA BROJAČA

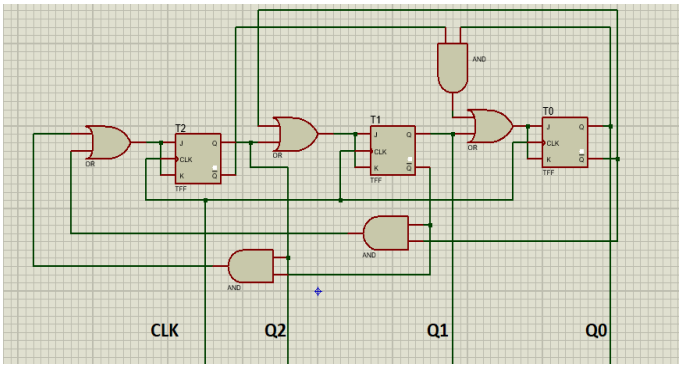
	Sadašnje stanje			Buduće stanje			T2	T1	T0
1	1	1	0	1	0	1	0	1	1
2	1	0	1	0	1	1	1	1	0
3	0	1	1	0	1	0	0	0	1
4	0	1	0	0	0	1	0	1	1
5	0	0	1	0	0	0	0	0	1
6	0	0	0	1	1	0	1	1	0

Za uspešno projektovanje brojača neophodno je minimizovati logičke funkcije svakog od tri flip-flopa upotrebom Karnoovih mapa. Postupak je ilustrovan na Sl. 7.

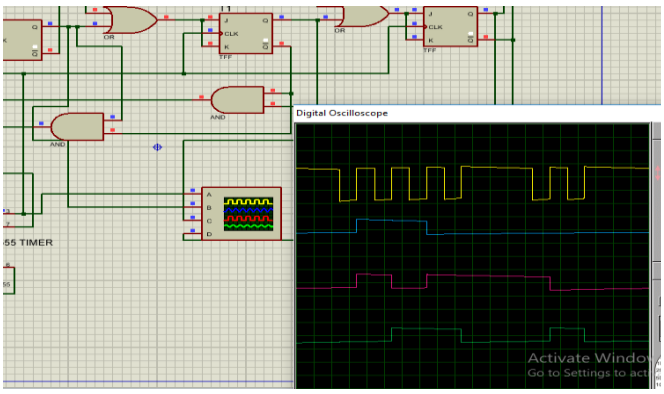


Slika 7. Minimizacija logičkih funkcija.

Brojač je projektovan u programu *Proteus 8* [2] što je ilustrovano na Sl. 8.



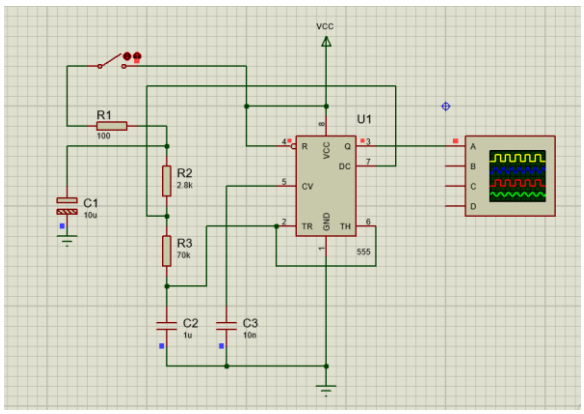
Slika 8. Brojač modula 3 realizovan u programu *Proteus 8.*



Slika 9. Prikaz CLOCK signala i izlaznih signala flip-flopova.

V. MODIFIKOVANJE ASTABILNOG MULTIVIBRATORA

Za postizanje efekta igre na sreću neophodno je omogućiti korisniku da utiče na izlazna stanja brojača. Ovaj efekat je postignut uz pomoć prekidača u kolu astabilnog multivibratora (Sl. 10).

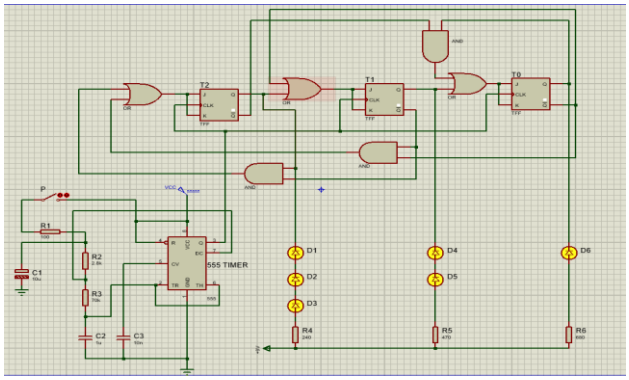


Slika 10. Realizacija astabilnog multivibratora pomoću NE555.

Za vreme dok je prekidač P zatvoren frekvencija signala na izlazu NE555 je 10 Hz a kondenzator C1, koji je vezan paralelno sa R2, se puni. U momentu otvaranja prekidača kondenzator C1 počinje da se prazni preko otpornika R2 i R3 kao i preko kondenzatora C2. Zbog smanjenja struje, C2 počinje sporije da se puni i vreme dostizanja napona okidanja tajmera postaje duže što uzrokuje pad frekvencije astabilnog multivibratora. Kada napon na kondenzatoru C1 padne ispod nivoa napona okidanja dolazi do zaustavljanja tajmera.

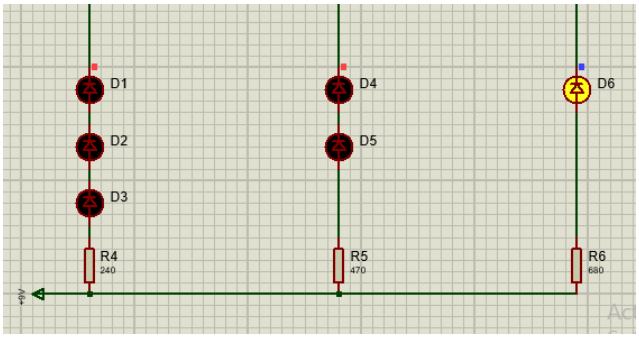
VI. REALIZACIJA ELEKTRONSKE KOCKE U PROGRAMU *PROTEUS 8*

Nakon završetka projektovanja brojača i generatora *CLOCK* signala potrebno je povezati blokove u celinu kao na Sl. 11. Izlazni uređaj elektronske kocke su šest LE dioda povezanih u grupe od po tri, dve i jedne diode. Svaka od grupa je povezana sa izlazom pretpostavljenog flip-flopa tako da im katode budu okrenute ka izlazu odgovarajućeg flip-flopa. Na anode doveden je napon iz baterije od 9V, a otpornici služe za ograničavanje struje.



Slika 11. Elektronska kocka u programu *Proteus 8*.

Na Sl. 12. ilustrovan je broj jedan na izlazu elektronske kocke, što je obezbeđeno direktnom polarizacijom diode D6.

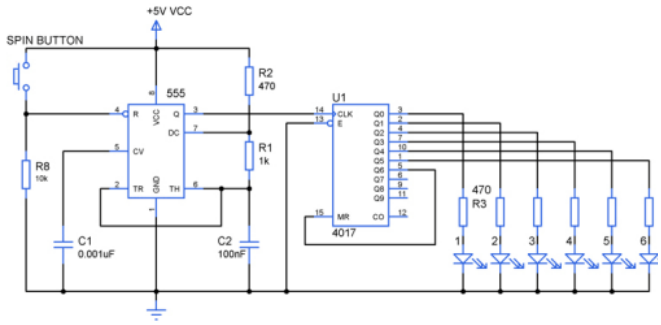


Slika 12. Broj jedan na izlazu elektronske kocke.

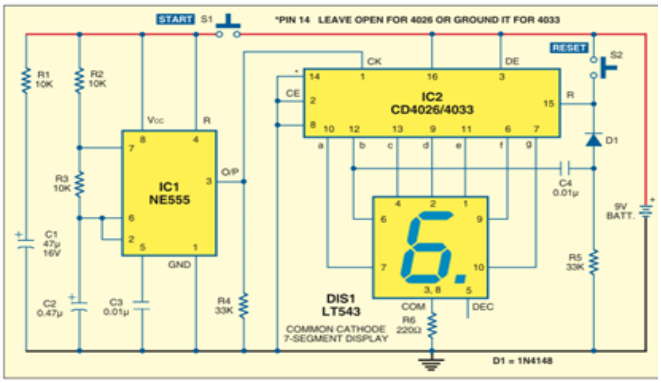
VII. ZAKLJUČAK

Obradom teme ‘’Elektronska Kocka’’ prikazana je realizacija i optimizacija generatora slučajnih brojeva opsega jedan do šest. Predočene su teoretske osnove neophodne za razumevanje projekta kao i ilustracije rada u programu *Proteus 8* [2]. Upotreba uređaja na bazi generatora slučajnih brojeva zastupljena je, pre svih, u oblasti igara na sreću, računarskoj simulaciji i kriptografiji.

Dosta je ideja kako bi se unapredio uređaj elektronska kocka. Moguće je umesto otpornika R2 u kolu astabilnog multivibratora upotrebiti trimer čime bi bilo moguće menjati frekvenciju i RC konstantu astabilnog multivibratora. Kao brojač je moguće upotrebeti IC 4017, CMOS dekadni brojač prikazan na Sl. 13 [3]. U zavisnosti od potreba projekta, elektronska kocka može biti znatno složenija i generisati slučajne brojeve većeg opsega. Kao izlazni uređaj može se iskoristiti displej uz odgovarajuće projektovanje brojača Sl. 14 [4].



Slika 13. Elektronska kocka upotrebom IC 4017 [3].



Slika 14. Elektronska kocka sa sedmosegmentnim displejom [4]

ZAHVALNICA

Zahvalnica Elektronskom falultetu u Nišu i doc. dr. Danijelu Dankoviću sa Katedre za mikrolektroniku Elektronskog fakulteta za pomoć i savete pri izradi rada.

LITERATURA

[1] Texas Instruments, ‘’NE555 Precision Timer datasheet’’ dostupno na: http://www.ti.com/lit/ds/symlink/ne555.pdf, 2014.

[2] Labcenter Electroncis, Proteus 8 Professional, dostupno na: www.labcenter.com.

[3] Frank Donald, ‘’Electronic Dice Curcuit’’, dostupno na: http://www.gadgetronicx.com/electronic-dice-circuit-using-ic-cd, 2015

[4] EFY LAB, ‘’Dice with 7-Segment Display’’, dostupno na: https://electronicsforu.com/electronics-projects/hardware-diy/7-segment-display-dice, 2017.

Sistemi za integrisanje platformi za elektronsko poslovanje u komercijalne sisteme

Risto Keković

Sadržaj – Cilj ovog rada je da predstavi sisteme za integraciju platformi za elektronsko poslovanje u komercijalne sisteme. U radu se čitalac najpre upoznaje sa konceptom elektronskog poslovanja i načinima kojima se može poslovati u digitalnom svetu. Dati su tipovi organizacija i transakcija koje se javljaju u svetu elektronskog poslovanja, a zatim i statistički podaci koji pokazuju konstantan rast poslovanja na internetu i putem mobilnih uređaja. Zatim su predstavljene komercijalne platforme koje su danas javno dostupne. Navedeni su svi tipovi platformi, a zatim je fokus stavljen na tri glavna tipa platformi: CMS, CRM i internet prodavnice. Na kraju se opisuje platforma koja je uzeta za primer komercijalnih integracija, a to je e-mail marketing sistem. Opisuje se fukncionalnost sistema i načini na koje se taj sistem može integrisati u druge platforme.

I. UVOD

Cilj ovog rada je da predstavi sisteme za integraciju platformi za elektronsko poslovanje u komercijalne sisteme. Ovo je oblast koja dobija sve veću popularnost sa porastom popularnosti interneta i broja internet transakcija koje se obavljaju između firmi i pojedinaca. Samim tim, i potreba za integrisanjem između platformi za elektronsko poslovanje postaje sve veća.

Komercijalni sistemi koji su danas dostupni na tržištu uglavnom se prave i koriste za određenu namenu (internet prodaja, pobošljavanje odnosa sa potrošačima, kreiranje internet sajta...). Međutim, često je osnovni skup funkcionalnosti potrebno proširiti dodatnim funkcionalnostima koje sistemu daju prednosti u odnosu na konkurenciju (povezivanje sa društvenim mrežama, e-mail marketing...). Ove funkcionalnosti nije potrebno samostalno implementirati, pošto na tržištu već postoje platforme i sistemi koji se primarno fokusiraju na te funkcionalnosti. U tim situacijama, dovoljno je samo integrisati postojeći sistem i dobiti željene funkcionalnosti u našu platformu.

U ovom radu biće predstavljene integracije platformi za elektronsko poslovanje u komercijalne sisteme za elektronsko poslovanje, kao što su Magento, Joomla!, PrestaShop i drugi. Biće objašjena platforma za elektronsko poslovanje koja je uzeta za primer komercijalnih integracija, odnosno e-mail marketing sistem. Na kraju, biće prikazan primer integracije u jednu od komercijalnih platformi - Joomla! CMS.

Risto Keković je student na modulu Računarstvo i informatika, Elektronski fakultet Niš, Aleksandra Medvedeva 14, 18000 Niš, Srbija, E-mail: risto.kekovic@elfak.rs

Elektronsko poslovanje (eng. *e-commerce*) predstavlja promet dobara ili servisa, ili proces slanja podataka preko elektronske mreže odnosno interneta. [1]

Kao generalna definicija, elektronsko poslovanje je grana poslovanja koja podrazumeva sve aktivnosti koje su direktno ili indirektno uključene u razmenu dobara ili servisa. Ta razmena može se desiti između firmi ili pojedinaca, i za cilj treba da ima transfer dobara ili servisa od proizvođača ka potrošaču. Kada su informacione i komunikacione tehnologije uključene u ovaj proces, onda mislimo na elektronsko poslovanje, poznatije i pod nazivom *e-poslovanje*. [2]

II. E-POSLOVANJE

Organizacije u e-poslovanje

Pojava elektronskog poslovanja uzrokovala je pojavu tri tipa poslovnih organizacija:

1. Tradicionalne organizacije koje ne obavljaju poslovanje elektronskim putem (eng. *Brick-and-mortar organisations*).
2. Organizacije koji jedan deo svog poslovanja obavljaju elektronski, ali primarno i dalje posluju na tradicionalan način, u realnom svetu (eng. *Click-and-mortar organisations*). Veliki broj tradicionalnih *brick-and-mortar* organizacija su u procesu prelaska na ovaj režim poslovanja (primeri su MayBank i AirAsia).
3. Organizacije koje posluju isključivo u domenu elektronskog poslovanja. Najpoznatija organizacija ovog tipa je američki konglomerat Amazon.com. [3]

Transakcije u e-poslovanju

Elektronsko poslovanje može uključivati različite strane. Iz tog razloga, postoji veliki broj tipova transakcija. Poslovne transakcije se obično obavljaju kao B2B (eng. *business-to-business*), C2C (eng. *consumer-to-consumer*) ili C2B (eng. *consumer-to-business*). Termini *e-poslovnje* i *e-biznis* se koriste ravnopravno, tako da njihovo naizmenično korišćenje ne treba da zbuni. [1]

Business-to-business (B2B) tip elektronskog poslovanja odnosi se na elektronsku razmenu proizvoda, servisa ili informacija između dve ili više firmi, umesto između firme i potrošača. Primeri ovakvog poslovanja su internet direktorijumi i sajtovi za razmenu ponuda, koji korisnicima omogućavaju pretragu proizvoda, servisa i

informacija, kao i iniciranje transakcija kroz internet nabavke. [1]

Consumer-to-consumer (C2C) je tip elektronskog poslovanja u kom potrošači direktno razmenjuju proizvode, servise i informacije jedni sa drugima. Ove transakcije se obično odvijaju preko treće strane, koja pruža internet platformu preko koje se te transakcije mogu odvijati. [1]

Consumer-to-business (C2B) predstavlja tip elektronskog poslovanja u kome pojedinci čine svoje proizvode ili usluge dosupnim preko interneta za firme koje ta dobra mogu kupiti. Ovaj vid poslovanja je suprotan tradicionalnom modelu poslovanja Business-to-consumer (B2C). [1]

Poslovni modeli u e-poslovanju

Poslovni model je način poslovanja kojim firma može ostvariti prihod. [3] Neki od najzastupljenijih poslovnih modela u elektronskom poslovanju su:

- Direktan internet marketing: Firme direktno prodaju svoje proizvode ili usluge potrošačima.
- Partnerski marketing (eng. *Affiliate marketing*): Firme pružaju reklamni prostor na svom sajtu drugim firmama ili pojedincima koji žele da postave svoj baner ili logo i tako privuku nove kupce. Prihod se ostvaruje od provizije na svaki klik na postavljenu reklamu na sajtu koji dovede do eventualne kupovine nekog proizvoda ili usluge.
- Viralni marketing: Reklama o proizvodima se šalje primaocima koji to dalje prosleđuju svojim prijateljima ili kontaktima.
- Članstvo: Samo članovi mogu koristiti pružene servise. Članstvo se zasniva na mesečnoj pretplati na određenu vrstu servisa.

Mobilno elektronsko poslovanje (eng. *M-commerce*) je tip elektronskog poslovanja koji je u usponu, a koji podrazumeva internet transakcije putem mobilnih uređaja, poput pametnih telefona ili prenosnih tablet računara. Pod terminom mobilno poslovanje misli se na kupovinu, bankarstvo i plaćanje putem mobilnog uređaja. [1]

Firma *Internet Retailer* je objavila da je u 2015. godini, u Sjedinjenim Američkim Državama 30% svih aktivnosti vezanih za elektronsko poslovanje došlo sa mobilnih uređaja. Osim toga, prema informacijama firme *OuterBox* u drugoj polovini 2017. godine, 62% korisnika pametnih telefona je napravilo makar jednu kupovinu preko interneta.

Iako je staro samo četrdeset godina, elektronsko poslovanje je postalo veoma bitna oblast u okviru poslovnog okruženja. Od novih protokola do inovativnih uređaja, uključujući i nove načine plaćanja i društvene trendove, ceo ovaj sistem je veoma brzo bio prihvaćen od strane firmi kako bi stekli prednost u odnosu na konkurente.

U severnoj Americi, procenat internet potrošača je bio 77,7% od ukupnog broja internet korisnika krajem 2017. godine. Taj broj je za skoro 6% veći u odnosu na 2014. godinu.

Sličan porast se očekuje i u zapadnoj Evropi, pri čemu postoji velika razlika između zemalja na severu i jugu ovog kontinenta: 2013. godine, Velika Britanija i Nemačka imale su 87% odnosno 80% internet potrošača, respektivno. Sa druge strane, u Španiji ovaj procenat je iznosio 54%, a u Italiji 44%, sa očekivanim porastom od 10%. Najveći porast internet korisnika u domenu elektronskog poslovanja očekuje se u Kini, gde bi, po nekim procenama, broj internet potrošača trebalo da se poveća za čak 20%.[2]

III. TIPOVI KOMERCIJALNIH PLATFORMI

Firme koje posluju u domenu elektronskog poslovanja, u zavisnosti od njihove delatnosti i ciljeva koje žele da ostvare, opredeljuju se za platformu koja najbliže i najpreciznije zadovoljava njihove zahteve i potrebe. Postoji veliki broj komercijalnih platformi koje se mogu grupisati na osnovu zajedničkih karakteristika, a tri najzastupljenija tipa ovih platformi su CRM, CMS i internet prodavnice.

Internet prodavnice

Internet prodavnica je virtualna prodavnica na internetu, u kojoj potrošaˇci mogu da pretražuju katalog i izaberu proizvode od interesa. Izabrani artikli mogu biti grupisani u okviru potrošačke korpe (eng. *shopping cart*). Kada korisnik završi sa izborom, odlazi na virtualnu kasu (eng. *checkout*), i tamo mu se izabrani proizvodi prikazuju u vidu narudžbine (eng. *order*). U tom trenutku, od korisnika se traže dodatne informacije kako bi on mogao da potvrdi kupovinu. Obično to znači da korisnik mora da unese adresu isporuke, broj telefona i informacije o plaćanju (broj kreditne kartice, datum isteka, sigurnosni broj itd.). Nakon uspešne transakcije, korisniku se najčešće šalje mail u kome se potvrđuje njegova kupovina. [4]

Sistemi za upravljanje odnosima sa potrošačima (CRM)

Upravljanje odnosima sa potrošačima (eng. *Customer Relationship Management*, ili skraćeno CRM) predstavlja process ili metodologiju koja se koristi za saznavanje potreba i ponašanja potrošača u cilju formiranja čvrstih odnosa sa njima. [5]

Postoji mnogo tehničkih komponenti CRM-a, ali razmišljanje o CRM-u u primarno tehnološkom smislu je pogrešno. Ispravnije je razmišljati o CRM-u kao o procesu koji pomaže da se veliki broj raznorodnih informacija grupiše zajedno, formirajući strategiju koja pomaže firmama da razumeju, anticipiraju i upravljaju potrebama svojih potrošača. Jedan od glavnih pokretača CRM-a je podela potrošača po različitim nivoima i pružanje

odgovarajućih usluga svakom od tih nivoa. Svi potrošači bi trebalo da dobiju osnovni nivo usluga, ali strateški bitniji potrošači zaslužuju unapređen nivo servisa. [5]

Sistemi za upravljanje sadržajem (CMS)

Sistem za upravljanje sadržajem (eng. *Content Management System*, ili skraćeno CMS) predstavlja jedno veliko područje u okviru sveta informacionih tehnologija. Sastoji se od tehnika i mehanizama za rukovanje deljivim podacima i upravljanje procesom rada koji je u vezi sa tim podacima. [3] Osnovna funkcija CMS-a je da omogući korisnicima koji nemaju tehničkog znanja za rukovanje internet sajtom da vizualno kreiraju i ažuriraju sadržaj koji se prikazuje na njihovoj internet stranici na lak način. CMS softver otvorenog koda (eng. *open source*) je, u današnjem komercijalnom svetu, podjednako bitan kao i neka druga, komercijalna rešenja, zato što donosi prilagođena rešenja za upravljanje sadžajem bez velikih troškova licenciranja ili upravljanja koja prate komercijalno licenciran softver. [6]

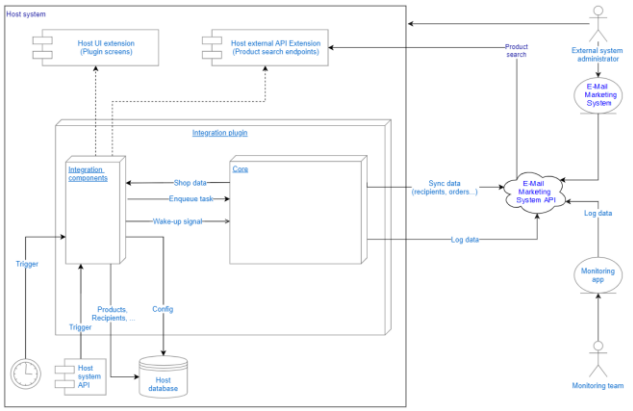
Elektronsko poslovanje se zasniva na transakcijama između firmi i potrošača, uz pomoć interneta. To je jedna od najbitnijih funkcionalnosti interneta, uz e-mail, blogove i društvene mreže. [6] Međutim, u poslednjih nekoliko godina, komercijalni CMS sistemi su stvorili potpuno novi domen u elektronskom poslovanju.

IV. Platforma za integraciju

Platforma koja je iskorišćena za primer komercijalnih integracija je e-mail marketing sistem. Ovaj sistem se bavi slanjem marketing biltena (eng. *newsletter*) pretplatnicima, odnosno krajnjim korisnicima sistema (sajta, prodavnice) i na taj način promoviše proizvode ili usluge. Potrebno je da korisnik koji koristi ovaj sistem (administrator ili moderator sajta) ubaci korisnike i korisničke grupe iz svog sistema, i da im zatim iz ove platforme šalje personalizovane e-mail biltene, u zavisnosti od toga kojoj korisničkoj grupi pripadaju (gosti, registrovani korisnici, pretplatnici...) ili na osnovu prethodnih kupovina koje su ostvarili na odredišnom sistemu (potrošaču koji je kupio digitalnu kameru verovatno će trebati memorijska kartica koja omogućava veći broj fotografija sa tom kamerom).

Uzimajući u obzir ove potrebe, ova platforma može funkcionisati kao zasebna platforma, ali se takođe može i integrisati u CMS, CRM i ostale komercijalne sisteme, radi pribavljanja korsinika iz tog sistema kojima želimo da šaljemo biltene putem e-maila. U zavisnosti od tipa sistema, ovaj e-mail marketing sistem je moguće instalirati kao ekstenziju tog sistema, i na taj način ga povezati sa svim korisnicima i korisničkim grupama koje želimo da prebacimo na njega, ili, u slučaju *cloud* sistema (koji nisu otvorenog koda), nudi mogućnost instaliranja odvojene softverske aplikacije koja ima svrhu posrednika između dva sistema (eng. *middleware*). U tom slučaju se podaci od interesa izvlaće putem API poziva i zatim dalje sihnronizuju u e-mail marketing sistem.

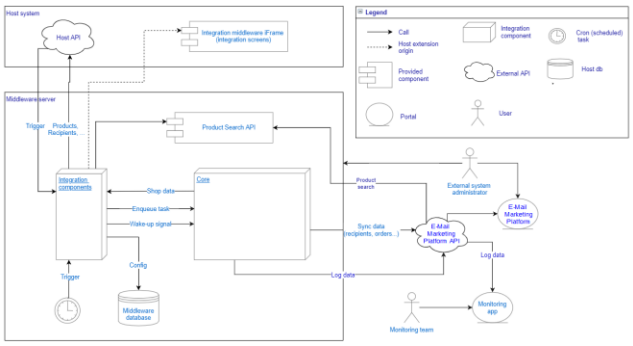
Arhitektura ekstenzija



Slika 1. Arhitektura ekstenzija.

U slučaju da sistem u koji se integriše e-mail marketing sistem podržava ekstenzije, integracija proširuje funkcionalnost tog sistema u vidu ekstenzije. To znači da korisnik može instalirati e-mail sistem kao ekstenziju u svoj postojeći sistem i poslati sve pretplatnike iz svog sajta ili prodavnice na e-mail marketing sistem, odakle im može slati biltene i promotivne e-mailove.

Middleware arhitektura



Slika 2. Middleware arhitektura.

U slučaju da se e-mail marketing sistem integriše sa sistemima koji ne dozvoljavaju proširivanje ekstenzijama, već omogućavaju spoljni pristup sistemu isključivo preko API pristupnih tačaka, potrebno je kreirati odvojenu aplikaciju koja će služiti kao posrednik (eng. *middleware*) između izvornog sistema (iz koga se izvlače podaci) i odredišnog sistema (na koji se šalju podaci). Sistemi koji funkcionišu na ovaj način su uglavnom cloud sistemi kao što su Shopify, Zoho CRM, lexoffice...

Aplikacija koja služi kao posrednik se podiže na zaseban server i komunicira na dve strane. Sa jedne strane vrši se komunikacija i povlačenje podataka preko API

poziva ka izvornom sistemu. Sa druge strane, ti podaci se sihnronizuju sa API-em odredišnog sistema (u ovom slučaju, e-mail marketing sistema), pri čemu se ti podaci vrlo često čuvaju i lokalno u middleware aplikaciji, kako bi se izbegao veliki broj API poziva. Na taj način, samo kada se desi neka promena na izvornom sistemu, vrši se povlačenje novih podataka, ti podaci se čuvaju u lokalnoj bazi podataka, a zatim se vrši ažuriranje na strani odredišnog sistema.

V. Zaključak

Elektronsko poslovanje svakako ima veliku budućnost ispred sebe. Vrtoglavi napredak u tehnologiji, pogotovo u poslednjih dvadeset godina, omogućio je da obavljamo kupovinu, prodaju i poslovanje, a da uopšte ne moramo da napustimo toplinu svog doma. Ove transakcije, koje su nekada bile rezervisane samo za firme i pravna lica, sada su dostupne svima i mnogo je više interesovanja i potrebe za sistemima i platformama za elektronsko poslovanje nego ranije. Samim tim, pojavljuje se sve više javno dostupnih platformi ovog tipa.

To otvara i nove mogućnosti u oblasti komercijalnih integracija. Sistem kao izolovan entitet bez mogućnosti povezivanja sa postojećim sistemima (servisima za plaćanje, marketing, društvene mreže itd.) nema mnogo šanse da opstane u sve žešćoj konkurenciji na tržištu. Zbog toga, sve je veća potražnja za integracijama i ljudima koji znaju da ih implementiraju. Najveći izazov u razvoju novih integracija je različitost sistema u koje se želi integrisati (izvorni sistemi). To podrazumeva različit domen poslovanja koji taj sistem pruža, način na koji je moguće integrisati se u njega (direktnim proširenjem funkcionalnosti, spoljnim pristupom ili nekom trećom metodom), kao i onoga što se želi postići. Svaki sistem je jedinstven i ne postoje dva identična sistema. Čak i sistemi koji funkcionišu na sličan način imaju svoje specifičnosti koje nekada mogu napraviti veliku razliku u pristupu i integraciji u svaki od tih sistema pojedinačno.

Iako na prvi pogled komercijalne integracije deluju zamršeno i nejasno, nakon sticanja osnovnog znanja o tome kako one funkcionišu i generalnih principa i koncepata integrisanja, nije toliko teško ući u ove sisteme. Dovoljno je barem na visokom nivou izanalizirati kako bi se mogla integrisati dva proizvoljna sistema sa nekim ciljem odnosno namenom. Koncepti i metodi integrisanja navedeni u ovom radu mogu predstavljati dobru polaznu osnovu za dalje istraživanje i učenje o ovoj, sve popularnijoj oblasti informacionih tehnologija.

Literatura

[1] "E-Commerce (electronic commerce or EC)", https://searchcio.techtarget.com/definition/e-commerce

[2] Laura Luiz Escoriza, "Analysis, design and development of a web-shop template using SPHERE.IO e-commerce platform" *Facultat d'Informàtica de Barcelona (FIB), Universitat Politècnica de Catalunya (UPC), Master thesis, Degree in Informatics Engineering (2003),* Januar 2014

[3] Fundamentals of ICT - Digitális Tankönyvtár (Digitalna učionica)

[4] Swapna Kodali, "The design and implementation of an E-Commerce site for online book sales", *Department of Computer and Information Sciences, Indiana University South Bend,* Maj 2007

[5] Md. Rashiid Farooqi, Dr. Devendra Kumar Dhusia, "Emerging Impact of E-Commerce on CRM", *IRACST – International Journal of Computer Networks and Wireless Communications (IJCNWC), ISSN: 2250-3501 Vol. 2, No. 1,* 2012

[6] Amal A. Alrasheed, "Comparing E-Commerce Content Management Systems", *Journal of Theoretical and Applied Information Technology*, Jul 2013.

Graphical programming language for Arduino based hardware – ArduTheKid

Chris Lušetić, Slaven Đenadija, Mate Mesić

Abstract - In this paper development and benefits of educational project is explained. The project is intended to introduce young students and kids to STEM fields. Project consists of 3 main parts: Graphical programming language and simple IDE, development board and mobile application.

I. Introduction

Introduction and learning programming and electronics was made much easier and affordable by the recent development of Arduino. Although Arduino is a very versatile and simple tool, there is still a relatively large entry barrier and a steep learning curve for younger students and kids. Students still need to learn a textual programming language and have a relatively good understanding of electronics to be able to connect sensors to Arduino and make something light up or move. To deal with this problem, the idea for this project was born. A graphical programming language was developed, alongside it an electronics kit ie. development board and a mobile application for communication between the board and the phone. The project's purpose is to introduce students of 1st to 4th grade to programming and to do it in the most entertaining form possible.

II. ArduTheKid – Graphical programming language

ArduTheKid is an integrated development environment (IDE) for our graphical programming language. It's intended for students of grades 1-4 in primary schools. The IDE and programming language were designed and created with simplicity and efficiency in mind.

The application is designed so that users can produce code for boards with simple drag and drop. Users drag and drop pictures of components that are available on board. Components are divided in two groups, inputs and outputs, and for each component users can set desired values and parameters. After the user is satisfied with their code, translation of the code to the C programing language is done in the background, which is then compiled and cross-linked using AVR gcc toolchain and uploaded to the board using avrdude. In first iteration of the project upload took approximately 20 seconds, which is 10 times slower compared to second iteration which takes around 2 seconds, depending on code size. ArduTheKid can be used to write code and program any Arduino based platform, robot, or project.



Figure 1. Code example in IDE.

III. ArduTheKit – development board

ArduTheKit is a custom designed printed circuit board (PCB). The first iteration contained Arduino Nano and multiple sensors and actuators which users can program and control. The board had 4 LEDs (green, yellow, blue and red), four buttons of color matching that of the LEDs a potentiometer, light sensor, temperature sensor, joystick, buzzer and a Bluetooth module for communication with mobile phones. For protection from fall damage and short circuiting a board enclosure was designed and 3D printed. The design worked well, but had few problems that's were corrected in second iteration.

In second iteration Arduino Nano was replaced with ATmega328P microcontroller, with 16MHz crystal oscillator for clock pulse. For uploading code and communicating with the board using USB, an FTDI chip was used that implements the USB protocol stack. Trough hole LEDs are replaced with SMD ones to avoid light focusing of 5mm LEDs in users eyes. A LiPo battery and battery charge circuit was added so that board could function completely wireless with autonomy of 5-7hours.

Overall most of the components were SMD to reduce size and price of PCB manufacturing and enable automatic machine assembly. Significant changes were made to the enclosure, from esthetic and ergonomic to functional. Shock absorbing material is placed inside of the enclosure between the PCB and the enclosure so that it can better withstand being dropped.

C. Lušetić, S. Đenadija, M. Mesić are with the Department of Electrical Engineering, Polytechnic of Zagreb, Konavoska 2, 10000 Zagreb, Hrvatska, E-mails: slavendenadija@gmail.com, ch.lusetic@gmail.com, mmesic.ing@gmail.com



Figure 2. Development board in 3D printed enclosure (first iteration).

IV. AndroTheKid

AndroTheKid is an Android application designed to supplement the functionality of ArduTheKid by providing real-time sensor and actuator status monitoring . Since the initial version of ArduTheKit did not feature an integrated display it was necessary to provide means to observe analog sensor variables such as temperature and light.

The application receives information about the digital and analog pins on the PCB encoded in a custom Bluetooth protocol and constantly updates the indicators shown in the user interface with current values.

In the second iteration of the application the user interface will be modularized to allow for compatibility with any Arduino based platform instead of being limited to only ArduTheKit. This requires an updated Bluetooth protocol. Additional functionality will be implemented to allow not only monitoring but also controlling actuators over the phone or tablet.

Future plans for the application include implementing the functionality of ArduTheKid into AndroTheKid thereby allowing users to write code directly through the application and upload it wirelessly over Bluetooth.

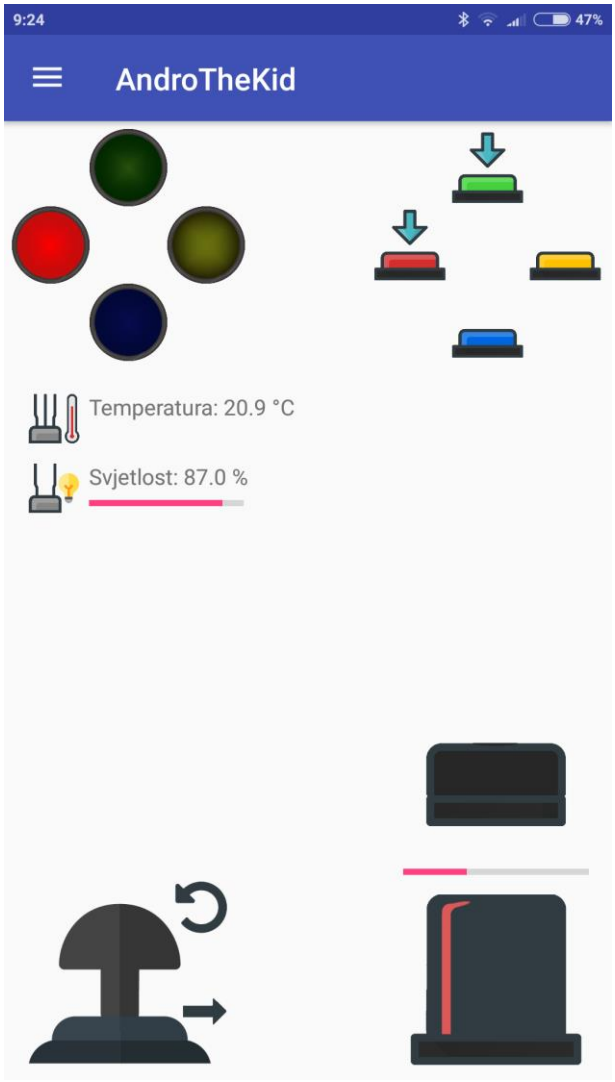


Figure 3. Android application.

V. Conclusion

The goal of helping and easing kids and young students in learning programming and electronics was achieved. Demonstrating project and talking with teachers, listening to teachers and students comments about project, contributed greatly in development of the product.

Interactive board and colorful graphical programming language proved as great way of introducing kids with STEM related fields.

References

[1] https://www.arduino.cc/
[2] http://ww1.microchip.com/downloads/en/devicedoc/atmel-42735-8-bit-avr-microcontroller-atmega328-328p_datasheet.pdf

Realizacija kola za kontrolu „zelenog talasa“

Marija Živković

Sadržaj – U ovom radu je obrađena tema funkcionisanja semafora i logike „zelenog talasa“. Pored toga, dato je i detaljno objašnjenje funkcionisanja, simulacije i praktične realizacije kola sa četiri semafora u nizu sa logikom „zelenog talasa“.

I. SEMAFORI

Semafori su svetlosni uređaji za regulaciju saobraćaja i uglavnom se postavljaju na raskrsnicama. Boja, oblik i veličina svetala semafora su određena standardima. Ona se uključuju i isključuju određenim redom, u određenim vremenskim intervalima, a specifičan režim rada predstavlja „zeleni talas“, o kome će biti više reči u nastavku rada. Najčešće se na semaforima koriste crvena, žuta i zelena boja. Crveno obično znači „stop“ ili visok nivo opasnosti, žuto ukazuje da je potreban oprez, a zelena boja dozvoljava prolaz. Crvena boja obično u svom tonu sadrži i nešto narandžaste, a zelena u svom tonu malo plave boje, da bi bile prepoznatljive za osobe sa daltonizmom koje ne prepoznaju crvenu ili zelenu boju [1].

II. STRUKTURA SEMAFORA

Saobraćajni semafori imaju četiri glavna dela:

- displej,
- kontroler,
- detektor, i
- podršku,

a savremeni sistem semafora se sastoji od tri osnovna podsistema:

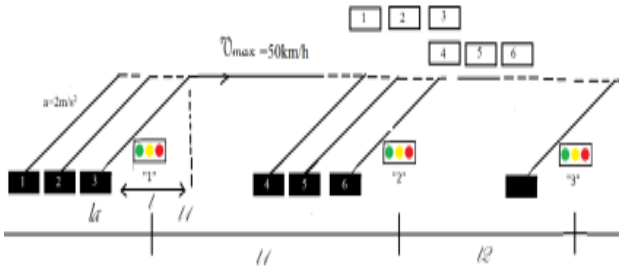
- signalna svetla u njihovom kućištu,
- podupirače ili stubove, i
- električni regulator.

III. LOGIKA ZELENOG TALASA

Svetlosna signalizacija na putevima ušla je u novu eru krajem šezdesetih godina prošlog veka kada se u praksi pojavio pojam „zeleni talas“. „Zeleni talas“ je sistem upravljanja saobraćajem. Primenjuje se u velikim gradovima gde je značajan saobraćaj automobila i sličnih vozila koja za posledicu ima zagušenje ulica.

Prvi sistem zelenog talasa u Beogradu je primenjen sedamdesetih godina dvadesetog veka u ulici Kneza Miloša. Logika sistema je sledeća: ako se vozilo kreće definisanom brzinom, ulicom koja ima „zeleni talas“, ono će od trenutka pokreta stalno nailaziti na upaljeno zeleno svetlo na semaforima. Stiče se utisak da se zeleno svetlo sa semafora na semafor prenosi kao talas, odakle i sam naziv potiče. Prvi sistemi su bili izvedeni pomoću mehaničkih releja koji su u datom momentu uključivali zeleno svetlo [2]. Današnji sistemi upravljanja saobraćajem su daleko složeniji. Primenjuju se TV kamere, senzori koji mere broj vozila ispred semafora, a upravljanje se vrši iz centara za regulaciju saobraćaja. Koriste se složeni matematički modeli. Vozači samo treba da poštuju uputstva sa displeja. Brža ili sporija vožnja od navedene nužno će izazvati da vozač u jednom momentu naiđe na crveno svetlo [3], [4]. Kako bi efekat „zelenog talasa“ u saobraćaju bio moguć, potrebno je podesiti određene parametre u vezi kretanja i pređenog puta vozila između dva semafora. Na osnovu matematičkih proračuna, može se doći do zaključka da određeni parametar mora da ima konstantnu vrednost, i da se na osnovu njega menjaju ostali parametri. U slučaju semafora, postavlja se ili vreme trajanja svetla kao konstanta, ili rastojanje između semafora. Efekat „zelenog talasa“ se postiže onda kada automobil kreće od prvog semafora određenom brzinom koja odgovara gradskom saobraćaju (u Srbiji je maksimalna brzina 50 km/h) i svaki put nailazi na zeleno svetlo.

Pretpostavimo da imamo tri semafora u nizu i da tri automobila (1, 2, 3) stoje ispred prvog semafora i očekuju zeleno svetlo (slika 1.) [5], [6].



Slika 1. Ilustracija „zelenog talasa“: primer tri semafora u nizu.

U trenutku uključenja zelenog svetla, prvo vozilo počinje da se kreće ubrzanjem $a = 2\ \mathrm{m/s^2}$ (1). Njegova početna brzina je $v_0 = 0$ (2), i ubrzava do maksimalne brzine od 50 km/h (3) za 7 sekundi (4). Ukupan pređeni put pri ovom ubrzanom kretanju dat je jednačinom (5). Ostatak puta vozilo prelazi maksimalnom brzinom 50 km/h (-10 %) i ravnomernim kretanjem se približava sledećem semaforu.

Marija Živković, student master akademskih studija na modulu Elektronika i mikrosistemi, Katedra za mikroelektroniku, Elektronski fakultet, Univerzitet u Nišu, Aleksandra Medvedeva 14, 18000 Niš, Srbija, E-mail: marijaz.elfak@gmail.com

Vreme t_1 za koje vozilo ravnomerno pređe ostatak puta dato je jednačinom (6).

$$a = 2\ \text{m/s}^2 \quad (1)$$

$$\upsilon_0 = 0 \quad (2)$$

$$\upsilon_{\max} = 50\ \text{km/h} \approx 14\ \text{m/s} \quad (3)$$

$$t = (\upsilon_{\max} - \upsilon_0)/a \approx 7\ \text{s} \quad (4)$$

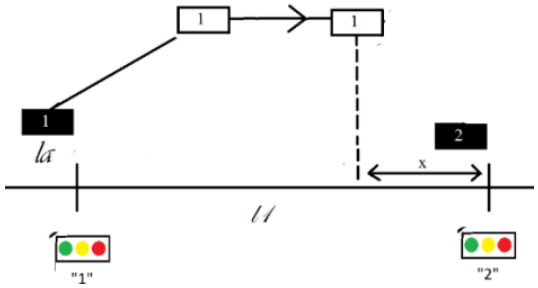
$$l = \upsilon_0 t + at^2/2 \approx 50\ \text{m} \quad (5)$$

$$t_1 = l_1/\upsilon_{\max} \quad (6)$$

Vreme potrebno da vozilo dostigne maksimalnu brzinu je kod sva četiri semafora jednako, a vreme potrebno za prelazak ostatka puta ravnomernim kretanjem zavisi od rastojanja između dva semafora.

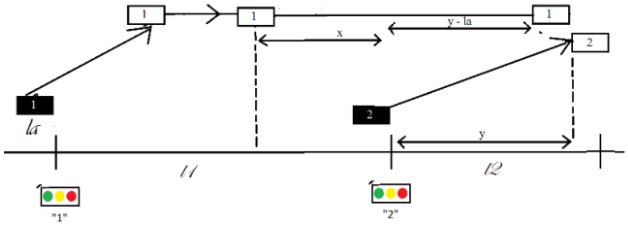
Drugo vozilo do drugog semafora prelazi put koji prelazi i prvo, ali i dodatnih 5 m, kolika je dužina prvog vozila koje je stajalo ispred njega na prvom semaforu. Treće vozilo prelazi dodatnih 10 m, a četvrto 15 m. Pri dolasku do drugog semafora, dešava se da je ispred tog semafora već bilo nekoliko vozila (slika 2.), što znači da je potrebno izračunati koliko je vremena potrebno da ovi automobili (vozila 4, 5, 6) prođu kroz semafor da bi automobili koji su došli sa prvog semafora (1, 2, 3) nastavili da voze ravnomerno.

Na osnovu realnih podataka i proračuna u gradu Nišu, utvrđeno je da je maksimalni protok automobila na raskrsnicama oko 300 automobila po satu, na osnovu čega možemo dati pretpostavku da će na semaforu pre uključivanja zelenog svetla biti 0 - 5 automobila, idealno do najviše 4. Takođe, kako automobil ne bi usporio videvši crveno svetlo, potrebno je da se zeleno svetlo aktivira pre nego što semafor bude u vidnom polju vozača. Iz toga sledi, na osnovu podataka, da se na sledećem semaforu zeleno svetlo treba aktivirati oko 6 sekundi ranije, dok još uvek dolazeći automobil ne vidi semafor. Postoji još jedan vrlo bitan faktor od koga zavisi kada će se uključiti zeleno svetlo. Naime, bitno je znati koliko je ranije potrebno automobilu koji je krenuo od prvog semafora, da dođe do drugog semafora, a da ne počne da usporava, zato što automobil koji je stajao na drugom semaforu nije još uvek dostigao brzinu od 50 km/h. U ovom primeru, na drugom semaforu imamo samo jedan automobil koji čeka zeleno svetlo. Neposredno pre trenutka $t = 0$ (uzimamo proizvoljno početno vreme), automobil (1) koji je krenuo od prvog semafora ka drugom prešao je neki put, i ostao mu je još put x do trenutka polaska drugog automobila (slika 2), a automobil (2) stoji na drugom semaforu.



Slika 2. Ilustracija dva semafora u nizu, prolazak kroz prvi semafor.

U trenutku $t = 0$ automobil (2) kreće zbog aktiviranja zelenog svetla na drugom semaforu. Za vreme t_1 ubrzava do 50 km/h i pređe put y, dok je za to vreme automobil (1) prešao ukupan put $x + y - l_a$, zato što je u tom trenutku stigao iza vozila (2) čija je dužina l_a i oni su nastavili da se kreću jedan iza drugog brzinom od 50 km/h (slika 3.).



Slika 3. Ilustracija dva semafora u nizu, prolazak kroz drugi semafor.

Celokupan događaj se dešava za vreme t_1, pa možemo postaviti sledeće formule:

$$x + y - l_a = \upsilon_{\max} t_1 \quad \text{- prvi automobil} \quad (7)$$

$$y = at_1^2/2, \quad \text{- drugi automobil} \quad (8)$$

gde je $l_a = 5$ m (prosečna dužina automobila), $\upsilon_{\max} = 50$ km/h, $a \approx 2$ m/s^2, $t_1 \approx 7$ s, $y \approx 50$ m. Na osnovu ovoga dobijamo podatak da je $x \approx 50$ m, pa je vreme za koje automobil (1) pređe rastojanje x, odnosno vreme koje govori koliko sekundi pre dolaska automobila sa prvog semafora treba da se uključi zeleno svetlo na drugom semaforu:

$$t_x = x/\upsilon_{\max} \approx 7\ \text{s}. \quad (9)$$

U ovom slučaju smo imali samo jedno vozilo na drugom semaforu, ali s obzirom da se može desiti da ih bude više (do 4 vozila) na drugom semaforu, i da na prvom semaforu može biti četiri vozila, onda je, kako bi poslednje vozilo koje je krenulo od prvog semafora stiglo do zelenog svetla drugog semafora, potrebno da to zeleno svetlo bude aktivno oko 28 (4x7) sekundi pre dolaska vozila sa prvog

semafora. Takođe, zeleno svetlo na drugom semaforu se ne sme isključiti dok poslednji automobil koji je krenuo od prvog semafora ne prođe kroz drugi [7].

IV. ANYLOGIC

U programu *Anylogic* moguće je simulirati saobraćaj u realnom vremenu, sa željenim okruženjem. Na osnovu podataka prethodno dobijenih od strane Službe signalizacije i javnog osvetljenja i održavanja, ustanovljeno je da u Nišu trenutno postoji nekoliko funkcionalnih nizova „zelenih talasa“, dok su ostali semafori i „zeleni talasi“ u gradu zamenjeni kružnim tokovima.

U programu *Anylogic* konstruisan je realan put, postavljene su realne razmere i rastojanja između semafora kao i u gradu, i na osnovu prethodnih formula i proračuna, izračunata su rastojanja između semafora i vreme trajanja zelenog, žutog, i crvenog svetla. Kako bi se u realnom okruženju pokazalo da „zeleni talas“ funkcioniše pri poštovanju saobraćaja i kretanja maksimalnom brzinom od 50 km/h, u programu *Anylogic* je odrađena simulacija korišćenjem „Google“ mapa, i četiri semafora u nizu u Nišu. Rezultat simulacije prikazan je na slici 4 [8], [9].

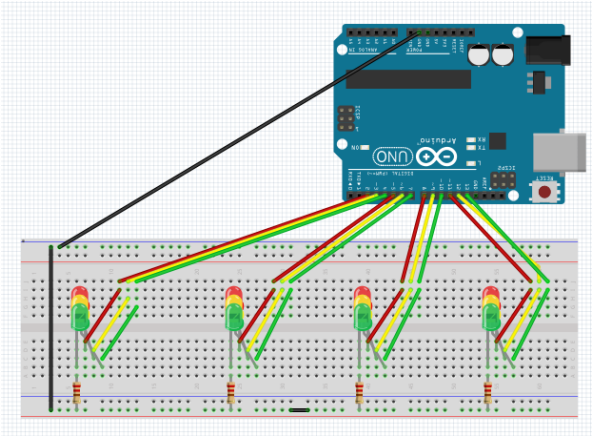


Slika 4. Bulevar 12. februara i četiri semafora u nizu, sa saobraćajem u oba smera i „zelenim talasom“.

Rastojanje između prva tri semafora (sa leva na desno) je po 170 m, dok je između poslednja dva, trećeg i četvrtog (desno) rastojanje 360 m. Na osnovu ovih podataka, prethodno izraženih formula u poglavlju 3.2, i dobijenih vrednosti parametara, izračunata je optimalna razlika između vremena uključenja crvenog, žutog i zelenog svetla svih semafora.

V. FRITZING

U programu *Fritzing* je moguće je odraditi dizajn hardvera elektronike. Pomoću njega, projektovan je hardver koji je kasnije i praktično realizovan na protoploči uz pomoć fizičko – računarskog razvojnog sistema otvorenog koda – *Arduino*. Rezultat projektovanja kola u *Fritzing*-u prikazan je na slici 5., a korišćene komponente će biti navedene i objašnjene u nastavku.



Slika 5. Fritzing - dizajn „zelenog talasa“.

VI. LED

Emisija svetlosti se dešava prilikom direktne polarizacije diode i ta pojava se naziva elektroluminiscencija. Suština ove pojave je u rekombinaciji elektrona iz provodne zone sa šupljinama u valentnoj zoni, prilikom koje se višak energije otpušta u obliku fotona. Struja kroz diodu teče od p ka n oblasti (od anode ka katodi). LE diode se izrađuju od poluprovodničkih jedinjenja (GaAs, GaAsP, AlGaP, SiC...). Napon direktne polarizacije, pri kome diode provode je različit, i zavisi od talasne dužine svetlosti. Tipične vrednosti napona direktne polarizacije i struje kod LE dioda koje emituju vidljivu svetlost date su u tabeli 1.

TABELA 1

Svetlost	V_f(V)	I_f(mA)
infracrvena	1,2	20 – 100
crvena	1,8	10 – 20
narandžasta	2,0	10 – 20
žuta	2,1	10 – 20
zelena	2,2	20 – 30
plava	3,5	20 – 30
bela	3,5	20 – 30
ultraljubičasta	3,6	20

VII. ARDUINO

U okviru praktične realizacije korišćen je mikrokontroler *Arduino Uno* (slika 6.). Postavljena su četiri ekvidistantna semafora u nizu. Prilikom projektovanja „zelenog talasa,“ cilj je postaviti semafore koji su ekvidistantni, uglavnom na raskrsnicama u gradu, a u specijalnim slučajevima se podešavaju semafori sa „zelenim talasom“ i različitim rastojanjima između semafora.

Za praktičnu realizaciju potreban je sledeći materijal :

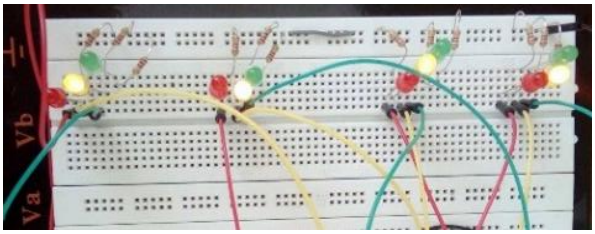
- *Arduino Uno*

- otpornici 220 Ω
- crvena LE dioda x4
- zelena LE dioda x4
- žuta LE dioda x4
- žice za povezivanje.

Otpornik se povezuje sa LE diodom radi ograničavanja struje kroz diodu na sigurnu vrednost. Struja koja teče kroz LE diodu je eksponencijalna funkcija napona na njoj. Važano je znati da mala promena napona na njoj može izazvati vrlo veliku promenu struje. Struja i napon u otporniku su linearno povezani, i to znači da će promena napona dovesti do proporcionalne promene struje. Vrednost otpornika koji treba koristiti definisan je jednačinom:

$$R_f = (V - V_D)/I_f \,. \qquad (10)$$

Ukoliko je napon napajanja $V = 5$ V, za struju $I_f = 10$ mA dobijamo $R_f = 320\ \Omega$ za crvenu, $R_f = 290\ \Omega$ za žutu i $R_f = 280\ \Omega$ za zelenu boju [10]. Pri praktičnoj realizaciji korišćeni su otpornici sa nazivnom vrednošću otpornosti najbližom vrednostima koje su proračunom dobijene. U prethodnom poglavlju je prikazane su formule i izračunate vrednosti parametara za proizvoljne vrednosti rastojanja između semafora. U realnim uslovima, projektanti projektuju ekvidistantne semafore, radi lakšeg upravljanja i postizanja efekta „zelenog talasa“. U specijalnim slučajevima, semafori se programiraju za različita rastojanja. Na osnovu ovih podataka, na slici 6. prikazana je praktična realizacija kola „zelenog talasa“ sa četiri ekvidistantna semafora u nizu na protoploči.



Slika 6. Četiri semafora u nizu realizovana na protoploči.

VIII. Zaključak

U želji da se što manje zadržavaju na semaforu, vozači su skloni da nekad i bespotrebno prekorače dozvoljenu brzinu u gradu ne bi li na sledećoj raskrsnici uhvatili zeleni signal. Mnogi proizvođači danas, u 21. veku rade na tome da maksimalno izbegavanje crvenog signala u budućnosti postane realnost. „Zeleni talasi“ postoje, ali su još uvek nesigurni zbog različitog protoka saobraćaja u različito doba dana, pri različitim vremenskim uslovima i u različita godišnja doba, ali i zbog činjenice da vozači prekoračavaju dozvoljenu brzinu. Mnogi od proizvođača su počeli da razvijaju sisteme sa tehnologijom koja prikuplja informacije o trenutnoj situaciji u saobraćaju, kretanju i brzini drugih automobila ispred vozila i semaforskoj signalizaciji na ruti kojom se vozač kreće. Nakon prikupljenih informacija, kompjuter izračunava kojom brzinom automobil treba da se kreće da bi ga na sledećem semaforu dočekalo zeleno svetlo, kako bi mogao da nastavi vožnju bez zaustavljanja. Osim smanjenja stresa kod vozača, tehnologija za izbegavanje crvenog signala na semaforima omogućava i bolji protok saobraćaja u gradovima, smanjenje gužvi, nižu potrošnju goriva i smanjenje zagađenja vazduha. Prema ispitivanjima koje je sproveo Audi, sistem bi doprineo da se emisija ugljen-dioksida smanji za 15% po vozilu. Nova tehnologija bi trebalo da značajno smanji vreme čekanja, ali do sada to još uvek nije primenjeno u serijskim modelima. [11]

Zahvalnost

Veliku zahvalnost dugujem svom mentoru, doc. dr Emiliji Živanović, koja mi je omogućila svu potrebnu opremu i materijal za izradu ovog rada, pomogla svojim savetima, dala maksimalnu podršku i što je uvek imala strpljenja i vremena za moja brojna pitanja. Uz pomoć nje, stvorena je jedna celina koja ukratko opisuje sistem i prinicp rada zelenog talasa, u svetu i kod nas.

Literatura

[1] https://sh.wikipedia.org/wiki/Semafor
[2] http://rs.n1info.com/a218355/Lifestyle/Lifestyle/Kada-se-pojavio-prvi-semafor-na-svetu.html
[3] http://www.planeta.org.rs/34/12%20saobracaj.htm
[4] http://www.madehow.com/Volume-2/Traffic-Signal.html
[5] http://www.tesystrafficsystems.com/en/product-details/otl-traffic-controller/
[6] https://electronicsforu.com/buyers-guides/traffic-timer-board
[7] Služba signalizacije javnog osvetljenja i održavanja grada Niša, Sarajevska 19, Niš
[8] Selma doo, Subotica, http://www.selma.rs/semafori.php
[9] Nadzor semaforskih uređaja Foton, www.foton.rs
[10] Zoran Prijić, Aneta Prijić, „Uvod u poluprovodničke komponente i njihovu primenu“, Elektronski fakultet u Nišu, 2014.
[11] https://www.b92.net/automobili/vesti.php?yyyy=2014&mm=03&nav_id=822618

Istraživanje difrakcije svetlosti

Nina Dimitrijević, Stefan Ilić, Emilija Živanović

Sadržaj – Korišćenjem različitih tehnika ispitivana je pojava difrakcije svetlosti. Rad sadrži teorijske postavke o difrakciji svetlosti, a pored toga dato je detaljno objašnjenje i prikazani su rezultati različitih eksperimenata koji su u tu svrhu urađeni.

I. DIFRAKCIJA SVETLOSTI

Efekti difrakcije često se vide u svakodnevnom životu. Ova pojava se može javiti pri različitim vrstama talasa. Talasi okeana difraktuju oko stena ili nekih drugih prepreka, zvučni talasi mogu difraktovati oko različitih objekata na koje nailaze, pa se zbog toga zvuk čuje iako je neko iza istog. Međutim, najupečatljiviji primeri difrakcije su oni koji uključuju svetlost. Sa takvim primerima se svakodnevno susrećemo. Naime, razmaknute numere narezane na CD-u ili DVD-u deluju kao difrakciona mreža, pa disk izgleda kao šarena ploča kada se pogleda pod određenim uglom ili se kao primer može navesti i hologram na kreditnoj kartici.



Slika 1. Primeri difrakcije.

Difrakcija svetlosti je pojava koja objašnjava njenu talasnu prirodu. Efekat difrakcije prvi je uočio *Francesco Maria Grimaldi* koji je ovoj pojavi dao ime polazeći od reči „ diffractio“ koja znači savijanje, prelamanje. On je posmatrao propuštanje Sunčeve svetlosti u mračnu sobu kroz uzan kružni otvor i uočio da na zidu nastaje osvetljen krug oklopljen svetlim i tamnim prstenovima. Kasnije su ovaj efekat istraživali i *Isaac Newton*, *Thomas Young*...

Nina Dimitrijević, student treće godine na modulu Elektronske komponente i mikrosistemi, Elektronskog fakulteta Univerziteta u Nišu, Aleksandra Medvedeva 14, 18000 Niš, Srbija, E-mail: nina.dimitrijevic@elfak.rs

Stefan Ilić, student četvrte godine na modulu Elektronske komponente i mikrosistemi, Elektronskog fakulteta Univerziteta u Nišu, Aleksandra Medvedeva 14, 18000 Niš, Srbija, E-mail: stefan.ilic@yahoo.com

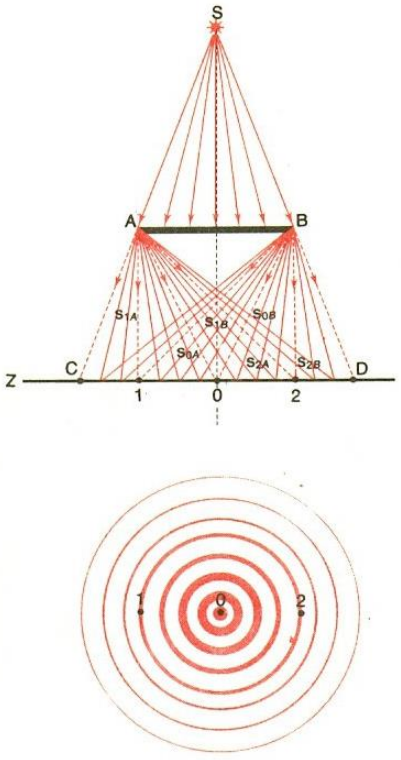
Emilija Živanović, docent na Elektronskom fakultetu Univerziteta u Nišu, Aleksandra Medvedeva 14, 18000 Niš, Srbija, E-mail: emilija.zivanovic@elfak.ni.ac.rs

Cilj ovog istraživanja bila je potvrda pojave difrakcije svetlosti, i u tu svrhu osmišljen eksperiment baziran na određivanju debljine vlasi kose. Zadatak je bio proveravanje pouzdanosti ove metode u merenju predmeta koji su vidljivi golim okom, a čija je debljina najmanje reda μm.

II. TEORIJSKE POSTAVKE

Zakoni geometrijske optike su izvedeni pod pretpostavkom da se svetlost prostire pravolinijski. Međutim, ako na svom putu svetlost pada na telo ili otvore malih dimenzija, koji se mogu uporediti sa veličinom talasne dužine svetlosti, tada se javlja pojava difrakcije (savijanja) svetlosti. Pri difrakciji svetlosti talas odstupa od pravolinijskog prostiranja na ivicama prepreka, naročito ako su one malih dimenzija. Naime, *difrakcija svetlosti bitno zavisi od odnosa talasne dužine i veličine otvora ili prepreke*. Što je otvor ili prepreka manji, skretanje zraka je veće, tj. efekti difrakcije su jače izraženi.

Ilustracija pojave difrakcije svetlosti prikazana je na slici 2 [1].



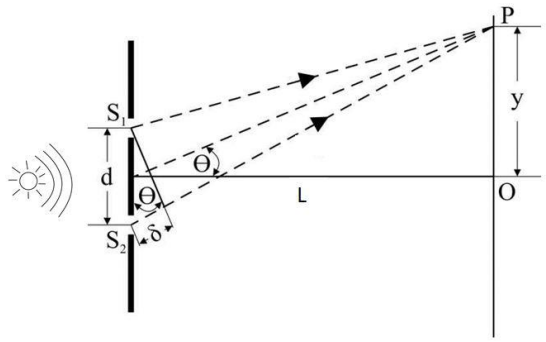
Slika 2. Difrakcija svetlosti.

Prepreka AB, kružnog oblika i malog prečnika, postavljena je između tačkastog izvora monohromatske svetlosti i zaklona. Kada ne bi bilo difrakcije, na zaklonu bi se dobila kružna senka CD. Na preostalom delu zaklona formiraće se koncentrični tamni i svetli kružni prstenovi. Između prstenova maksimalnog pojačanja i slabljenja nalaze se prstenovi delimičnog pojačanja i slabljenja, tako da je prelaz od svetlih na tamne prstenove kontinualan.

Pošto na ivicama kružne prepreke nastaje difrakcija svetlosti, svetlosni zraci padaju po celom zaklonu pa zbog toga iza prepreke nastaje interferencija difrakcione svetlosti. U tačku O na zaklonu padaju zraci koji prelaze iste puteve, njihove faze su iste, pa se oni maksimalno pojačavaju.

Thomas Young je ispitivao intezitet svetlosti koja pada na zaklon kada svetlost iz jednog izvora prolazi kroz dva paralelna proreza. Posmatrao je takođe dobijenu sliku i koristeći *Huygens*-ov princip, obrazložio je superpozicijom talasa koji kreću sa dva proreza koja se ponašaju kao dva izvora koherentne svetlosti. Prvi primer je difrakcija, a drugi interferencija i česti su slučajevi učešća jednog fenomena pri pojavi drugog i obrnuto.

Svetlosni izvor emituje nekoherentnu svetlost koja pada na dva proreza koji su na međusobnom rastojanju *d*, kao što je prikazano na slici 3 [2]. S obzirom da svetlosni talasi nailaze istovremeno na oba proreza, prorezi postaju u isto vreme izvori sekundarnih koherentnih talasa. Uslov interferencije novih izvora je $L >> \delta$, gde je L rastojanje od izvora do zaklona, a δ putna razlika svetlosnih zraka [3].



Slika 3. Ilustracija *Young*-ovog eksperimenta.

Prema tome, u tački koja je udaljena za y od sredine između dva proreza, nastaje konstruktivna interferencija ako je:

$$y = z\lambda \frac{L}{d}, \tag{1}$$

gde je z redni broj maksimuma. Do istog izraza dolazi se i polazeći od difrakcione jednačine

$$n\lambda = d \sin\theta, \tag{2}$$

i imajući u vidu da je ugao θ mali, tada važi da je $\sin\theta \approx \mathrm{tg}\,\theta$, odnosno sa slike 3 se vidi da je

$$tg\,\theta = y/L. \tag{3}$$

Tako se nakon elementarnih matematičkih transformacija dobija

$$y \approx \lambda \frac{L}{d}. \tag{4}$$

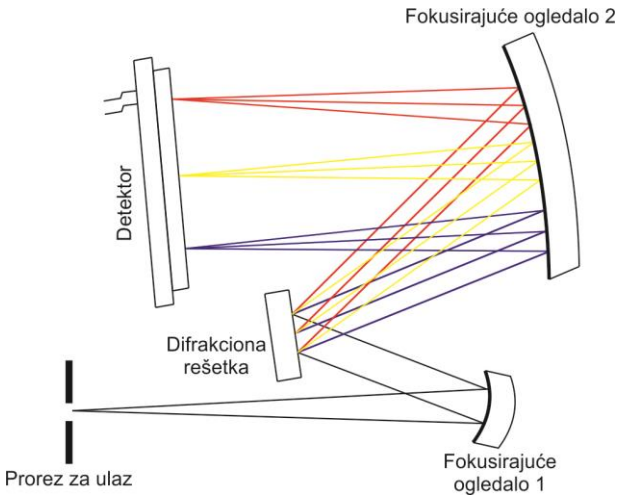
III. Opis aparature

Eksperiment korišćen u istraživanju pojave difrakcije svetlosti sastojao se iz više etapa. U prvom delu korišćen je spektrometar pomoću koga je određena talasna dužina svetlosti koju emituje laser. Potom, mikroskopom je merena debljina vlasi kose, koja je korišćena kao uzorak tokom eksperimenta. Zatim je eksperiment postavljen na optičku klupu u cilju demonstracije pojave difrakcije svetlosti, kao što će biti objašnjeno u daljem tekstu.

A. Spektrometar

U eksperimentu za određivanje talasne dužine emitovanog zračenja lasera korišćen je spektrometar kompanije *Avantes AvaSpec*–2048. Spektrometar ima priključno mesto za optički kabl, detektorski uređaj od 2048 piksela, kolimatorsko i fokusirajuće ogledalo i difrakcionu rešetku, što se može videti na slici 4. Uređaj se povezuje preko USB kabla, a kontroliše putem softverskog paketa *AvaSoft* 7.4, preko koga se takođe analiziraju i dobijeni podaci.

Svetlost do spektrometra dopire preko optičkog kabla FC–xx800–2, koji se priključuje na konektor. Radi veće preciznosti i mogućnosti što tačnijeg merenja apsolutnog intenziteta svetlosti, optički kabl i spektrometar su zajedno kalibrisani u kompaniji *Avantes*.



Slika 4. Ilustracija principa rada spektrometra.

Svetlost se fokusira sfernim kolimatorskim ogledalom, a fokusiran zrak se difraktuje na reflektujućoj difrakcionoj rešetki, posle čega pada na fokusirajuće sferno

ogledalo (slika 4) [2]. Ovo ogledalo usmerava snop svetlosti ka linearnom detektoru, odakle se rezultati prosleđuju ka računaru.

Za radni opseg i rezoluciju talasnih dužina najbitnije su dve karakteristike: tip difrakcione rešetke i veličina proreza na ulazu u spektrometar. Difrakciona rešetka ugrađena u ovaj spektrometar ima 600 linija/mm, čime je moguće razdvajanje linija u opsegu od 200 nm do 1100 nm, s tim što najveću efikasnost (od oko 75 %) poseduje za talasne dužine u opsegu 300 nm do 600 nm. Difrakciona rešetka bitno utiče na rezoluciju između dve bliske linije, zato što definiše koliko su linije razdvojene. Drugi bitan parametar za određivanje rezolucije je i širina proreza na ulazu spektrometra, koja određuje propusnu širinu snopa svetlosti.

U našem slučaju, širina proreza je 10 μm, što u kombinaciji sa difrakcionom rešetkom daje minimalnu rezoluciju između dve bliske linije od 0.27 nm. Pored pomenutih, kao bitnu karakteristiku treba istaći i činjenicu da je procenat izgubljene svetlosti ispod 0.1 %, a da je opseg integracionog vremena od 10 μs do 10 min, gde integraciono vreme predstavlja interval za koji spektrometar registruje fotone posmatranog spektra.

B. *Mikroskop*

Za potrebe ovog eksperimenata, korišćen je mikroskop marke “Leitz” prikazan na slici 5.

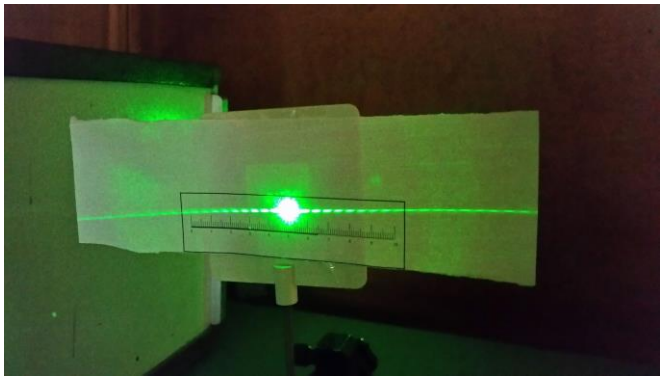


Slika 5. Mikroskop.

Pomoću pomenutog mikroskopa precizno su određene debljine vlasi kose. Kamera koja je priključena na mikroskop je *Bresser MikroCam* 1.3 MP pomoću koje je slikana struktura vlasi kose.

C. *Optička klupa*

Na optičkoj klupi (slika 6.) postavljeni su predmet (uzorak), laser i zaklon na stativima, koji mogu da se pomeraju duž šine optičke klupe. Predmet je vlas kose. Rastojanja predmeta i lasera mere se lenjirom, odnosno na šini optičke klupe postavljena skala na kojoj se ova rastojanja mogu očitati.

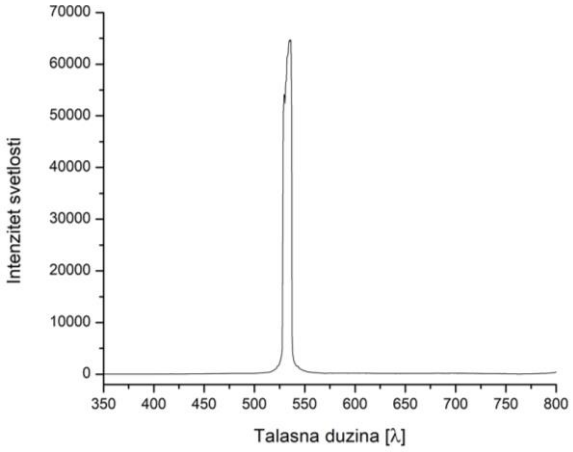


Slika 6. Optička klupa.

IV. REZULTATI ISTRAŽIVANJA I DISKUSIJA

A. *Spektrometar*

Spektrometrom kompanije *Avantes AvaSpec*–2048, opisanim u prethodnoj sekciji, precizno je određena talasna dužina svetlosti koju emituje laser korišćen u nastavku eksperimenta. Rezultat sprektroskopske analize prikazan je na slici 7.



Slika 7. Rezultat spektroskopske analize svetlosti lasera.

Na osnovu dobijenog grafika (slika 7), zaključuje se da je talasna dužina emitovane svetlosti lasera 536 nm.

B. Mikroskop

Za dalju analizu u eksperiment je uključen i mikroskop. Korišćenjem mikroskopa, precizno je određena debljina triju uzoraka vlasi kose. Rezultati se nalaze u tabeli 1.

TABELA 1
DEBLJINA UZORAKA VLASI KOSE

Redni broj uzorka	Debljina [μm]
1.	101,76
2.	68,91
3.	93,265

Rezultat snimanja strukture jednog od korišćenih uzoraka dobijenih mikroskopom prikazan je na slici 8.



Slika 8. Vlas kose pod mikroskopom.

C. Optička klupa

Primenom adaptirane optičke klupe prilagođene ovom eksperimentu očitavane su vrednosti rastojanja *y* sa zaklona koji se nalazio na rastojanju $L = 70\,\text{cm}$ od laserskog izvora zelene svetlosti talasne dužine $\lambda = 536\,\text{nm}$ i iz izraza (4) dobijene su veličine uzoraka koje su prikazane u tabeli 2. Ponavljano je po pet merenja za svaki od uzoraka.

TABELA 2
VELICINE UZORAKA

Redni broj merenja	Uzorak 1 [μm]	Uzorak 2 [μm]	Uzorak 3 [μm]
1.	110	68.2	100
2.	107	73.2	93.7
3.	107	70.3	93.8
4.	101.75	70.6	95.3
5.	101.4	68.8	96.2

Na osnovu dobijenih eksperimentalnih rezultata proračunate su i su greške merenja [4], i to:

- srednja vrednost (aritmetička sredina)

$$\bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5}{5}\ ; \tag{5}$$

- relativna greška

$$\delta_x = \frac{\Delta x}{\bar{x}} \cdot 100\%\ ; \tag{6}$$

gde je apsolutna greška $\Delta x = \bar{x} - x_i$, $i = 1,..5$,

- srednja kvadratna greška (standardna devijacija)

$$\sigma_n = \pm \frac{\sum_{i=1}^{5} (\Delta x_i)^2}{5}\ . \tag{7}$$

Nakon proračuna za svaki od uzoraka dobijene su sledeće vrednosti. Za uzorak 1 vrednost aritmetičke sredine iznosi $\bar{x}_1 = 105.43\,\mu\text{m}$, dok je standardna devijacija za ovaj uzorak $\sigma_1 = 3.73\,\mu\text{m}$. Kod drugog uzorka vrednost aritmetičke sredine je $\bar{x}_2 = 70.22\,\mu\text{m}$, a standardna devjacija $\sigma_2 = 1.94\,\mu\text{m}$. Kod trećeg uzorka dobijene su sledeće vrednosti za aritmetičku sredinu $\bar{x}_3 = 96.8\,\mu\text{m}$ i standardnu devijaciju $\sigma_3 = 2.54\,\mu\text{m}$.

V. ZAKLJUČAK

U radu je detaljno obrađena tema istraživanja difrakcije svetlosti, koja se bazira na eksperimentu određivanja debljine vlasi kose. Naime, poklapanjem rezultata merenja debljine vlasi dobijenih preko mikroskopa i proračunima preko difrakcije svetlosti, dokazuje se da je ova metoda pouzdana u merenju predmeta koji su vidljivi golim okom, a čija je debljina najmanje reda μm, dok se na osnovu dobijenih vrednosti grešaka merenja može zaključiti da je ova metoda dosta precizna.

ZAHVALNOST

Ovaj rad realizovan je u okviru projetka Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije pod brojem 171007.

LITERATURA

[1] Gojko Dimić, Danilo Obradović, Mita Sekulić, *Fizika 4*, Zavod za udžbenike i nastavna sredstva, Beograd,1973.
[2] Emilija Živanović, *Praktikum laboratorijskih vežbi sa primerima zadataka iz predmeta Osnovi optike*, Elektronski fakultet, Univerzitet u Nišu, 2018. (u pripremi).
[3] Momčilo M. Pejović, *Opšta fizika*, Elektronski fakultet, Univerzitet u Nišu, 2006.
[4] Vlastimir Vučić, *Osnovna merenja u fizici,* Naučna knjiga, Beograd, 1986.

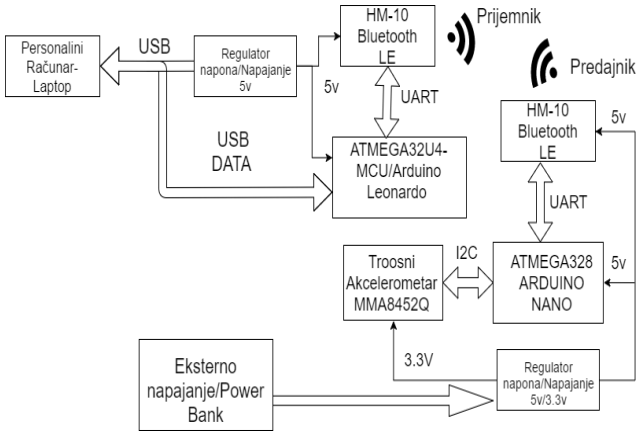
Akcelerometarski bežični miš

Ivan Lončar

Sadržaj - U ovom radu je opisana praktična realizacija bežičnog (Bluetooth) miša koji koristi troosni akcelerometar MMA8452Q kao senzor pokreta. Za realizaciju sistema korišćena su razvojna okruženja Arduino Nano kao predajni blok i Arduino Leonardo kao prijemni blok, povezani sa dva HM-10 BLE (Bluetooth Low Energy) modula. Ovakav miš se može koristiti bez ikakve podloge pomeranjem uređaja kroz vazdušni prostor.

I. UVOD

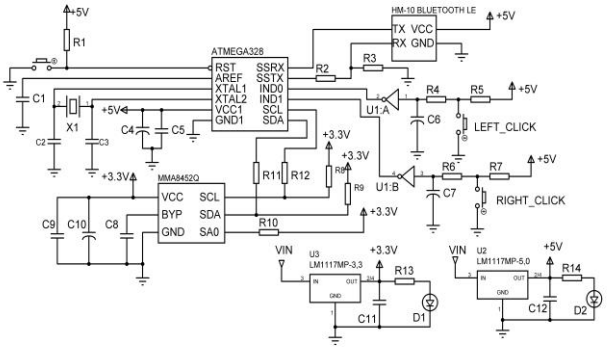
Bežični akcelerometarski miš radi po principu detekcije ubrzanja u dve od tri i ose i konvertuje podatke o ubrzanju u signale za kontrolu kursora na ekranu računara brzinom proporcionalnoj ubrzanju tj. uglu nagiba akcelerometra. Podaci sa dveju osa akcelerometra šalju se kao *Human Readable* podaci zajedno sa infomracijom o levom ili desnom kliku tastera. Tako formatirani podaci se na prijemnoj strani dekodiraju, noramlizuju, filtriraju i konvertuju u pokret kursora miša na ekranu. Uređaj se sastoji iz prijemnog i predajnog bloka koji komuniciraju putem Low Energy Bluetooth mreže. Na slici 1. može se videti blok šema uređaja sa prijemnikom i predajnikom.



Slika 1. Blok šema uređaja.

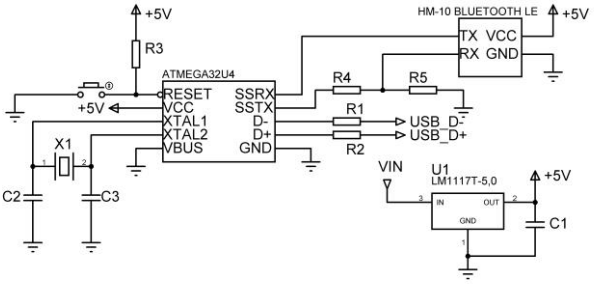
II. KOMUNIKACIJA I HARDVERSKA REALIZACIJA

Prema blok šemi sa slike 1. može se videti da prijemnik i predajnik kominiciraju bežično putem Bluetooth standarda preko takozvanih "AT" komandi koji se šalju preko serijskog UART protokola između bluetooth modula i kontrolera u prijemnom i predajnom bloku. U predajnom bloku se još može videti da je troosni akcelerometar povezan preko I2C protokola kao slave na master kontroler koji podatke iz akcelerometra mapira na vrednosti od 0-4096 pretvara u string veličine 4 karaktera i spaja u jedan paket sa zaglavljem, podacima o levom ili desnom kliku sa vrednostima ubrzanja sa "x" i "y" ose. Akcelerometarski podaci se očitavaju frekfencijom od 800 Hz sa 12bitnom rezolucijom za opseg od +/- 2g. Predajno kolo je prikazano na slici 2.



Slika 2. Predajno kolo uređaja.

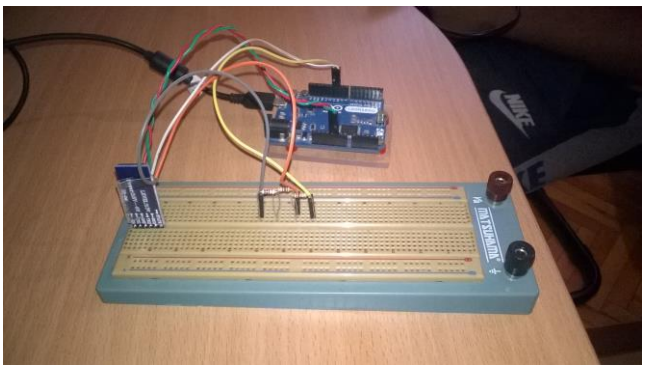
U prijemnom kolu, kao što se može videti na slici 3., se nalaze kontroler povezanim preko serijskog UART protokola na bluetooth modul i direktna USB veza kontrolera i računara kao HID (Human Interface Device).



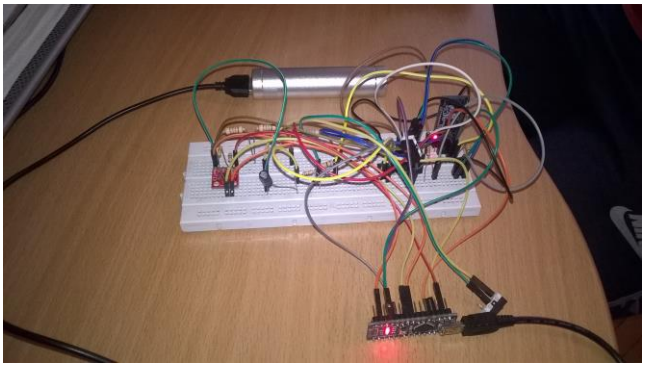
Slika 3. Prijemno kolo uređaja.

Slike 4. i 5. prikazuju izgled prototipa uređaja na protoplo-čama.

Ivan Lončar, Katedra za Mikroelektroniku, Elektronski fakultet Univerziteta u Nišu, Aleksandra Medvedeva 14, 18000 Niš. E-mail: panterlokibor94@gmail.com



Slika 4. Prototip prijemnog kola.



Slika 5. Prototip predajnog kola.

III. ALGORITMI I PRINCIP RADA

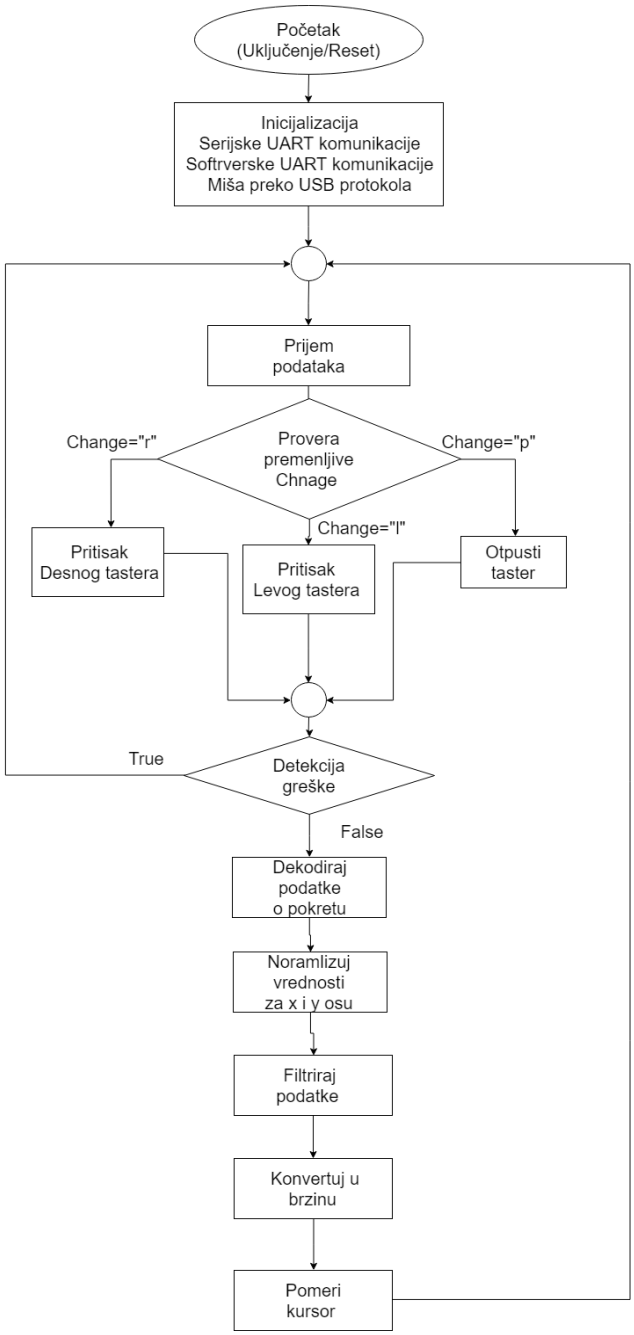
Prikazani algoritmi prijemnog (slika 6.) i predajnog (slika 7.) dela pokazuju da rade na prinicpu beskonačne petlje u kojima se izvnova izvrvšavaju željeni procesi. Oba dela prolaze kroz proces inicijalizacije u kojima se bluetooth moduli uparuju kroz mrežu zaštićenom šifrom koja je hardkodirana u čip. Ostatak funkcionalnost algoritama biće opisani u sekcijama "A. Predajni blok" i "B. Prijemni blok".

A. Predajni blok

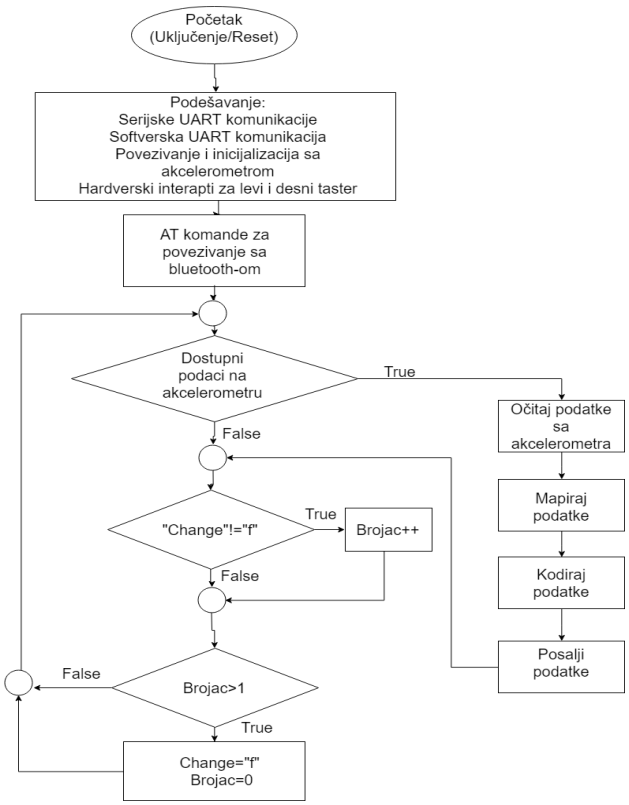
Beskonačna petlja predajnog bloka ima zadatak da očitava vrednosti ubrzanja sa akcelerometra, mapira očitane vrednosti sa opsega (-2048, 2047) na opseg (0-4096) zatim kodira podatke i zajedno sa podacima o levom i desnom kliku koji se dobijaju iz prekidne funkcije spaja u niz sa preambulom koja definiše početak paketa kako bi prijemni deo mogao da se sinhornizuje i pravilno dekodira primljene podatke.

B. Prijemni blok

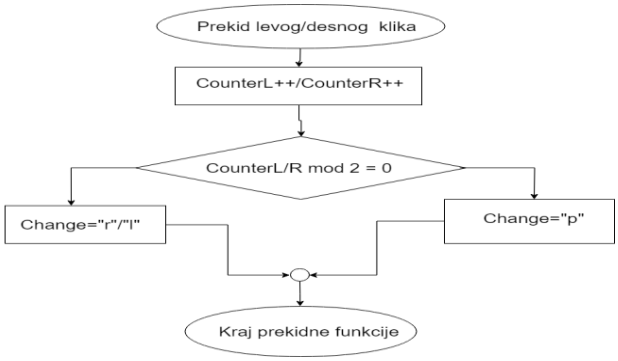
U prejemnom bloku se primljeni podaci dekodiraju tako što se od početka preambule izdvajaju podaci o levom ili desnom kliku, a zatim dekodiraju i podaci o pokretima kursora, u slučaju greške, jedan niz podataka se odbacuje. Ako ne postoji greška u paketu podataka, dekodirani podaci se normalizuju, a zatim filtriraju sa EMA (Exponential Moving Average) filtrom, izgled signala sa i bez filtracije može se videti na slikama 9. i 10. Tako filtriran signal se konvertuje u brzinu i šalje računaru kao instrukcija za pomeranje kursora, taj proces se desi 800 puta u sekundi u slučaju da ne dođe do greške u slanju i prijemu.



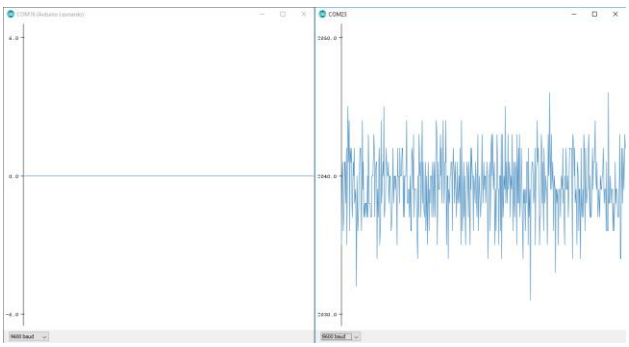
Slika 6. Algoritam prijemnog dela.



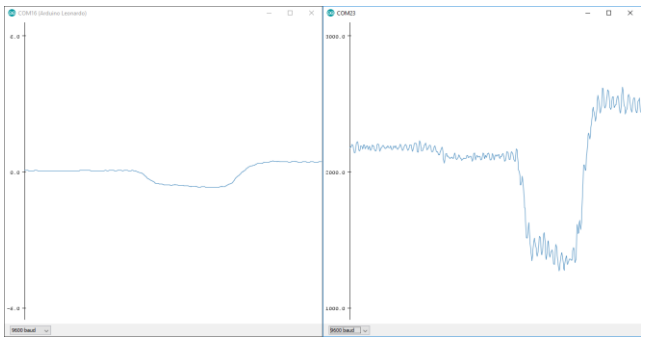
Slika 7. Algoritam predajnog dela.



Slika 8. Prekidna funkcija.



Slika 9. Stacionarno stanje, levi deo prikazuje normalizovan i filtriran signal, desni deo prikazuje sirove podatke sa akcelerometra.



Slika 10. Pomeranje miša, levi deo prikazuje normalizovan i filtriran signal, desni deo prikazuje sirove podatke.

III. ZAKLJUČAK

Ovakva vrsta interfejsa sa personalnim računarima pokazuje jednu moguću alternativu standardnim optičkim i laserskim miševima. Sam uređaj zahteva finiširanje takvo da se uređaj smesti u odgovarajuće kućište, i isprojektuje PCB. Dalji razvojni koraci su dodavanje rotacionog enkodera za takozvano skrolovanje i srednji klik, dodavanje žiroskopa za detekciju rotacije koje bi omogućilo dalje unapređivanje uređaja uvođenjem i korisničke tastature, što bi jedan takav uređaj učinilo odličnim za držanje prezentacija, a i svakodnenvnu upotrebu, ne uključujući igranje kompjuterskih igara.

ZAHVALNICA

Autor se zahvaljuje kolegama Milanu Petroviću, Nikoli Vučkoviću, Milošu Mladenoviću za sugestije u radu kao i mentroru doc. dr Ljubomiru Vračaru.

REFERENCE

[1] Ivan Lončar (2017), završni rad: Akcelerometarski bežični bluetooth miš
[2] MM28452Q troosni 12/8 bitni digitalni akcelerometar: https://www.nxp.com/docs/en/data-sheet/MMA8452Q.pdf
[3] HM-10 Bluetooth Low Energy moduel: ftp://imall.iteadstudio.com/Modules/IM130614001_Serial_Port_BLE_Module_Master_Slave_HM-10/DS_IM130614001_Serial_Port_BLE_Module_Master_Slave_HM-10.pdf

Život i studije u Vesterosu

Ivan Lončar

Sadržaj - U ovom radu opisan je način studiranja u švedskoj, na MDH (Mälardalens högskola) Malardalen univerzitetu sa kampusima u Vestorosu i Eskelstuni. Iskustvo je stečeno na osnovu desetomesečnog boravka u Vesterosu pod pokroviteljstvom Erasmus Mundus EUROWEB+ stipendije.

Opisan je studentski život i aktivnosti na ovom univerzitetu, kao i predispitne i ispitne obaveze.

I. Uvod

Malardalen univerzitet je švedski najveći koledž univerzitet sa 15000 studenata i 900 zaposlenih. Nalazi se na obe strane jezera Malaren sa kampusima u gradovima Vesteros i Eskilstuna. Od 1999-te MDH je prvi univerzitet koji je sertifikovan prema internacionalnom ISO4001 standardu kao prvi univerzite koji u svakom pogledu vodi računa o životnoj sredini. Pored toga to je prvi univerzitet u švedskoj koji je sertifikovan za odlične uslove rada. Na MDH se mogu naći šest oblasti istraživanja i to:

- Embeded sistemi
- Inovacija i razvoj proizvoda
- Energetika
- Industrijska ekonomija i menadžment
- Zdravlje i medicina
- Učiteljska škola i matematika

Embeded sistemi se smatraju vrhunskim kako u švedskoj tako i u celom svetu.



Slika 1. MDH zgrada i plato u Vesterosu.

II. Vodič kroz Vesteros za studente

Vesteros je grad u švedskoj udaljen 120 km zapadno od glavnog grada Stokholma i leži na samoj obali jezera Malaren.

Ivan Lončar, Katedra za Mikroelektroniku, Elektronski fakultet Univerziteta u Nišu, Aleksandra Medvedeva 14, 18000 Niš. E-mail: panterlokibor94@gmail.com

Klima Vesterosa je drugačija od onoga na šta smo navikli na našim prostorima. Iako temperatura u zimskom periodu može da dostigne do -20 °C subjektivni osećaj je znatno viši osećaj temperature zbog niske vlažnosti vazduha. Proleće i početak leta su sveži i prijatni i to je period kada se može videti lepota grada i prirode u kojoj je smešten. Grad okružuju šumoviti predeli sa stazama za šetanje i vožnju bicikla, što je preporučljivo za iskoristiti kao prevozno sredstvo i za relaksaciju i uživanje jer i većina stanovnika Vesterosa vozi bicikl čak i zimi. Ono na šta je teško naviknuti se jesu kratki dani u zimskom i dugi dani u letnjem periodu. Švedani dosta brinu o životnoj sredini pa se samim tim dosta reciklira i ceo grad je čist i sređen, a pored jezera se nalazi i elektrana koja prerađuje plastičnu ambalažu i pravi električnu energiju.



Slika 2. Zvanični logo MDH.

A. Studentski smeštaj

Smeštaj za internacionalne studente, a samim tim i za one na razmeni se dodeljuje i bira pre dolaska u Vesteros. Potrebno je unapred uplatiti smeštaj za dva i po meseca sa depozitom od 4000 švedskih kruna. Smeštaj se bira preko agencije Bostad. U zavisnosti od želja, mogućnosti i potreba može se birati između desetak studentskih smeštaja. Na osnovu iskustva stečenog tamo, najbolji odnos cene, kvaliteta i udaljenosti jeste dom Regulator, u slučaju da želite da uštedite, smeštaj Junior bi bilo pravo mesto za vas, ali bi u tom slučaju bili u maloj sobi i delili bi kupatilo i kuhinju sa jos nekoliko studenata. S druge strane Norra Allegatan je odličan izbor ako želite privatnost samo pazite da ne uzmete najveću sobu po visokim cenama, a u Gokartenu možete uživati najbolje uslove i zajedničke prostorije za druženje. Postoje i druge varijante, koje su udaljenije i jeftinije ako je to nešto što vam odgovara, pa čak i mogućnost da sami nađete privatan smeštaj.

B. Studentske aktivnosti

Kao internacionalni studenti na razmeni možete biti deo internacionalnog studentskog udruženja. Samo udruženje organizuje raznolike aktivnosti, od studentskih žurki, okupljanja u pripremi hrane sa studentima iz drugih zemelja, oranizovanih kupovina sa popustima ako ste član organizacije, sportske aktivnosti i putovanja do obližnjih zemalja. Sportske aktivnosti se organizuju u sportskoj hali koja se zakupljuje i košta svega 300 kruna za ceo semestar, aktivnosti koje uključuju šest do osam sportskih aktivnosti nedeljeno i možete ih sve posećivati.

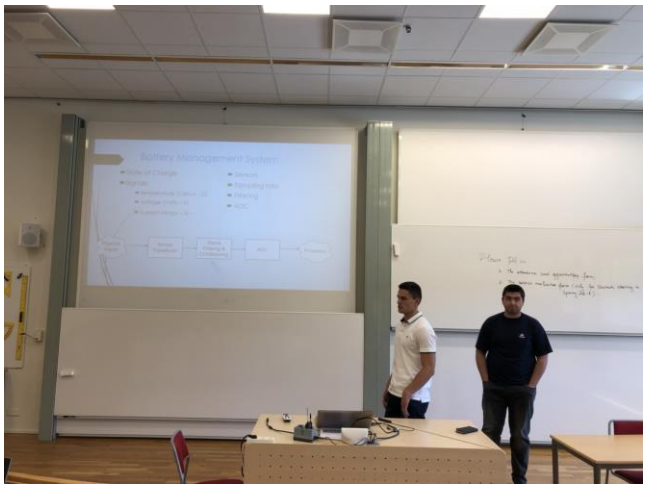


Slika 3. Internacionalni studenti nakon fudbala.

Neke od aktivnosti jesu, fudbal, odbojka, košarka, badminton i hokej na parketu. Sportovi se mogu predložiti ukoliko ima dovoljno interesenata dok u slučaju da nema dovoljno zeinteresovanih sportovi se nažalost mogu i ugasiti, ali svakako je vredno posećivati sportske aktivnosti jer se po mom ličnom iskustvu tu se ljudi najviše upoznaju i druže sa ostalim studentima ne računajući narvno studentske žurke.

III. AKADEMSKE AKTIVNOSTI

Svaki student na MDH dobija svoju identifikacionu karticu kojom može ući na fakultet i njemu dozvoljene prostorije kad god to poželi, vikendom, u verečnjim časovima sasvim je svejedno, računarskim učionicama i laboratorija. Može rezervisati prostorije za učenje u mirnim sobama i uvek ima pouzdan pristup internetu u zgradi fakulteta. Ono što je još zanimljivo i drugačije na fakultetu jeste način organizacije ispita u toku jednog semsestra. Zapravo je sam semestar podeljen na polusemestar u kome student ima dva predmeta i tako u svakom semestru, osim ako niste na master studijama pa je poslednji polusemestar rezervisan za rad na tezi.



Slika 4. Odbrana Master teze sa kolegom Ahmedom Karićem.

S obzirom da je Vesteros industijski grad mnoge firme nude praksu i rad na tezi u sklopu firme, gde pojedine firme nakon završetka teze daju finasijsku naknadu za rad.

Svaki polusemestar sa po dva predmeta je naparvljen tako da se jedan od predmeta polaže tako što se završavju predistpitne obaveze koje uključuju pisanje seminarskih radova na osnovu istraživanja koje se radi čitanjem naučnih radva ili završavanjem obimnijih domaćih radova i računskih vežbi. Sa druge strane je drugi predmet u polusemestru onaj koji se polaže putem standarnih testova na ispitu sa usputnim radom na laboratorijskim vežbama ili projektu u sklopu predmeta. Ovim načinom organizacije student je mnogo rasterećeniji i fokusiraniji na završavanje svojih predispitnih i ispitnih obaveza.

ZAKLJUČAK

Ja sam prvi koji je bio skeptičan povodom odlaska na razmenu, ali je internacionalna razmena odlično iskustvo za svakog studenta jer pruža mogućnosti za putovanja, upoznavanje drugih ljudi, kultura i običaja. Pored toga takvim iskustvom spoznajete sebe i brže shvatite šta želite u životu ako do tada niste znali. Naučite i iskusite mnoge stvari, ostvarujete veze, sklapate prijateljstva i počnete da cenite i poštujete svoje poreklo i da uviđate u koji su naši kvaliteti i mane kao naroda.

REFERENCE

[1] Zvanični sajt MDH: https://www.mdh.se/?l=en_UK
[2] Erasmus Srbija: https://erasmusplus.rs/category/education/
[3] Bostad Vesteros: https://www.bostadvasteras.se/

Razvoj *android* aplikacije za upravljanje pokretnim senzorskim čvorom korišćenjem *bluetooth* komunikacije

Milivoje Mihajlović

Sažetak- Sa ciljem da se razvije mobilno rešenje za merenje određenih parametara okoline, razvijen je koncept mobilnog uređaja i prateći softver za daljinsko upravljanje i iščitavanje podataka sa senzora. Srž realizovanog uređaja predstavlja *Arduino* razvojna ploča, dok senzori koji se nalaze na uređaju služe za merenje parametara okoline. Skup senzora kojim je uređaj opremljen nije konačan i može se proširiti prema potrebi. Kako bi omogućili daljinsku kontrolu kretanja uređaja i očitavanje izmerenih podataka kreirana je Android aplikacija. Za upravljanje sa udaljene lokacije i prikazivanje podataka koristi se *Bluetooth* komunikacija. Najveća prednost opisanog rešenja je njegova modularnost, tj. mogućnost dodavanja novih funkcionalnosti.

I. UVOD

Pokretne senzorske čvorove možemo definisati kao pokretan i manipulativan fizički sastav koji se autonomno kreće kroz nepoznati prostor, ostvarujući pritom interakciju sa okolinom i živim bićima.

Senzorski čvor možemo smatrati mobilnim ako ispunjava sledeće uslove :

• Mobilnost: Senzorski čvor mora imati sposobnost slobodnog kretanja u prostoru.

• Autonomnost: Ljudska interakcija sa senzorskim čvorom je minimalna i ograničena na zadatak.

• Percepciju: Kako bi se uspešno mogao snalaziti u okolini, pokretni senzorski čvor mora posedovati senzore pomoću kojih zapaža promene u njoj.

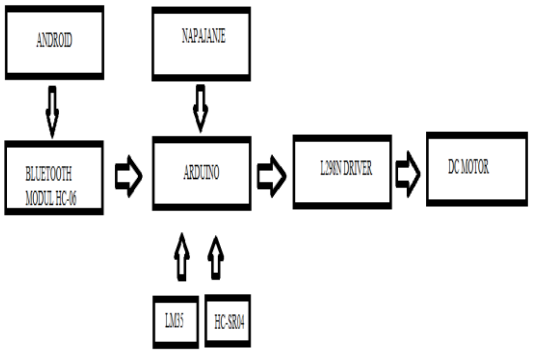
Mobilni senzorski čvorovi se dele na više načina. Najpopularnije podele su prema sredini po kojoj se kreću (kopno, voda, vazduh) i po načinu na koji ostvaruju svoje kretanje (točkovi, noge, propeleri, itd)

Razvoj Android aplikacije za upravljanje senzorskim čvorom u ovom slučaju biće prikazana kroz demonstraciju primene senzorskog čvora na brod. Prema zadatim zahtevima trebalo bi da zadovoljava sledeće potrebe: da prikuplja informacije sa senzora i šalje ih putem *bluetooth*-a na android telefon gde se vrši očitavanje, da ima dugačak radijus kretanja, što zavisi od kapaciteta izvora napajanja i da na sebi ima određene senzore koji će sprečiti da dođe do oštećenja ili uništenja broda. Na brod možemo ugraditi veliki broj senzora u zavisnosti od zadatka koji treba da obavi. Tako na primer možemo ugraditi senzor vlažnosti vazduha, senzor za detekciju određenih gasova, senzor magnetnog polja, senzor temperature i još veliki broj raznih senzora u zavisnosti od potrebe. Zbog jednostavnosti za demonstraciju su korišćena dva senzora, senzor temperature i ultrazvučni senzor koji se koristi za merenje rastojanja broda od neke prepreke. Osnovna funkcija senzora rastojanja je da daje informacije o rastojanju između broda i neke potencijalne prepreke, kako bismo mogli da reagujemo i usmerimo brod na bezbednu stranu u slučaju da ne postoji optička vidljivost. Ako nam kojim slučajem promakne informacija o razdaljini nema potebe da brinemo jer je softverski zadata distanca ispod koje se motori prelaze u drugi mod rada i tako sprečavaju brod sigurnog oštećenja. Brod se može koristiti za prikupljanje informacija sa nepristupačnih mesta, kao na primer pećina ispunjenih vodom gde zbog isparenja nekog otrovnog gasa nije moguć pristup čoveku, ili sakupljanje infromacija sa jezera ili reka bez potebe da se kupuju skupa plovila i oprema. Jedan od osnovnih sistema za kontrolu, funkcionisanje i upravljanje ovakvog tipa uređaja može da se zasniva na *Arduino*-u.

Milivoje Mihajlovic je student prve godine doktorskih studija na katedri za Mikroelektroniku, Elektronski fakultet, Univerzitet u Nišu, Aleksandra Medvedeva 14, 18000 Niš, Srbija. E-mail: milivoje.mihajlovic@yahoo.com

II. BLOK ŠEMA UREĐAJA

Šema uređaja za upravljanje i kontrolu broda je prikazana na slici 1. i sastoji se od osam blokova: napajanje, *Arduino Uno* [1], *bluetooth* modul *HC-06* [2], temperaturni senzor *LM35* [3], *L298N* drajver [4], ultrazvučni senzor *HC-SR04* [5], dva DC motora sa propelerima i Android aplikacija preko koje kontrolišemo uređaj. *Arduino* Uno je mozak sistema i zato se nalazi u središtu. On vrši prijem podataka sa *bluetooth* modula i u zavisnosti od primljene komande određuje pravac kretanja broda i ujedno šalje podatke sa senzora koji se ispisuju u aplikaciji.



Slika 1. Blok šema uredjaja.

III. KOMPONENTE KORIŠĆENE ZA REALIZACIJU UREĐAJA

A. Arduino UNO

Arduino Uno je ploča mikrokontrolera zasnovana na *ATmega328* (prikazana na slici 2). Ima 14 digitalnih ulaza/izlaza (od kojih se 6 mogu koristiti kao PWM izlazi), 6 analognih ulaza, kristalni oscilator od 16 MHz, USB vezu, priključak za napajanje, ICSP zaglavlje i dugme za resetovanje. Sadrži sve što je potrebno za podršku mikrokontroleru; jednostavno se povezuje na računar pomoću USB kabla ili se napaja DC adapterom ili baterijom. Uno se razlikuje od svih prethodnih ploča u tome što ne koristi FTDI USB-to-serial upravljački čip. Umesto toga, on ima *ATmega16U2* programiran kao USB-to-serial pretvarač.



Slika 2. *Arduino UNO.*

B. Bluetooth modul HC-06

Modul *HC-06* je jednostavan za korišćenje *bluetooth* SPP (Serial Port Protocol), dizajniran za transparentnu serijsku vezu bežičnog povezivanja. *Bluetooth* modul HC-06 se može samo koristiti u konfiguraciji *slave*. Ovaj modul serijskog porta je u potpunosti kvalifikovan *bluetooth* V2.0 + EDR (Enhanced Data Rate) 3Mbit/s, sa kompletnim 2.4GHz radio prijemnikom i baseband-om. Koristi CSR Bluecore 04- eksterni *bluetooth* sistem čip izrađen u CMOS tehnologiji.

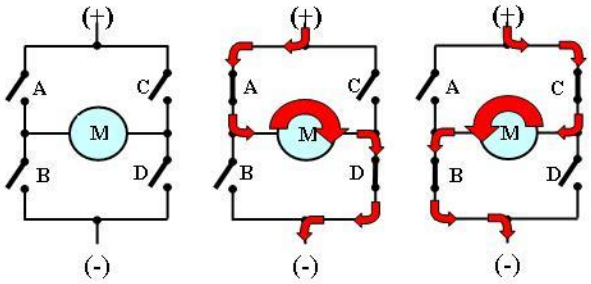
Kao što je već rečeno HC-06 je *slave* modul. *Slave* moduli ne mogu pokrenuti vezu sa drugim *bluetooth* uređajem, ali mogu prihvatiti veze.



Slika 3. *Bluetooth* modul *HC-06.*

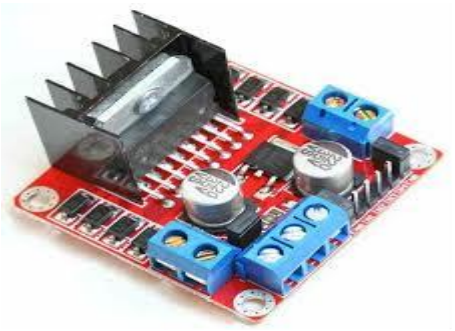
C. L298N (H-most) drajver motora

Većina mikorkontrolera na uređaje kojima upravlja šalje napone od 0 V do 3,3 V, ili od 0 V do 5 V. Većina elektormotora u mobilnoj robotici radi na naponima većim od tih. Kako bi mikrokontroler mogao uspešno upravljati takvim elektromotorima, potrebno je korisiti upravljačku jedinicu koja na osnovu signala sa mikrokontorlera šalje na ulaze motora određene vrednosti napona i struja. Za te potrebe se koristi modul sa *L298N* integrisanim kolom koje u sebi ima dva H-mosta, pri čemu je sam princip rada H-mosta je prikazan na slici 4.



Slika 4. Princip rada H-mosta.

Svaki H-most radi kao sistem od četiri prekidača koji određuju smer motora. Kada su svi prekidači otvoreni motor miruje. Smer rotacije elektromotora se određuje zatvaranjem kombinacija prekidača A i D ili B i C. Takođe je od velike važnosti napomenuti da se ne smeju istovremeno zatvoriti preidači A i B ili C i D, pošto bi to dovelo do kratkog spoja. L298N u sebi sadrži dva H-mosta, što omogućava da se njime upravljaju dva elektromotora. Ovo svojstvo je korisno zbog uštede prostora na mobilnom brodu. Od velike je važnosti napomenuti da ako ne spojimo GND na H-mostu sa uzemljenjem od mikrokontrolera elektromotori se neće pokretati.



Slika 5. *L298N* modul.

D. Ultrazvučni senzor HC-SR04

Ukoliko nam je potreban dobar i stabilan ultrazvučni senzor, onda je to *HC-SR04*. Njegove stabilne performanse i visoka preciznost čine ga jednim od najpopularnijih modula na tržištu. Modul obuhvata emitor, prijemnik i kontrolno kolo.

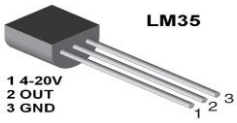


Slika 6. Izgled ultrazvučnog senzora.

Ultrazvučni senzor radi na sledeći način: u prvih 10 mikrosekundi na emitoru se dovodi signal za start, nakon toga emitor emituje 8 uzastopnih ultrazvučnih signala. Nakon odbijanja od prepreke prijemnik hvata taj signal. Kontrolno kolo meri vreme od emitovanja signala do prijema istog. Na osnovu poznate brzine kretanja zvuka (343 m/s) i vremena računa se pređeni put signala. Pošto senzor računa ukupno vreme, vreme od slanja do prijema, koristimo samo polovinu tog vremena.

E. Temperaturni senzor LM35

LM35 je temperaturni senzor visoke preciznosti čiji je izlazni napon linearno proporcionalan Celzijusovoj temperaturnoj skali. Senzor ne zahteva nikakvu posebnu spoljašnju kalibraciju, i pri sobnoj temperaturi ostvaruje preciznost od ± 0.25 °C , ukupnu preciznost od ± 0.75 °C na nivou pune skale. Mala izlazna impedansa, linearni izlaz i precizna fabrička kalibracija čine ovaj senzor izuzetno lagodnim za korišćenje. Zbog toga, ovaj senzor se uglavnom sa lakoćom može implementirati u veliki broj kola. Senzoru je potrebno eksterno napajanje. Prilikom korišćenja, *LM35* vuče samo 60 μA struje iz napajanja, pa to uzrokuje i da se senzor vrlo malo greje, i pri temperaturama oko sobne se greje samo do 0.1 °C.

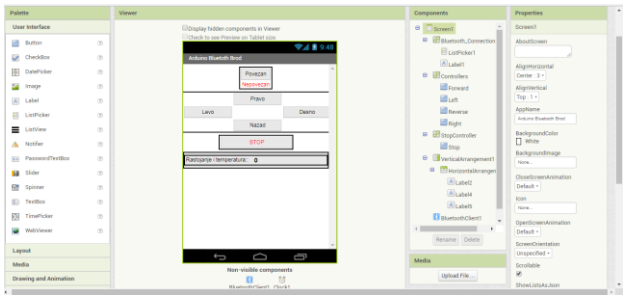


Slika 7. Temperaturni senzor *LM35.*

LM35 ima 3 pina, od toga 2 za napajanje (Vcc i GND) i jedan za analogni izlaz. Izlazni pin daje analogni izlazni napon koji je linearno proporcionalan temperaturi. Pin 2 daje izlaz od 1mV na 0.1°C (10mV po stepenu).

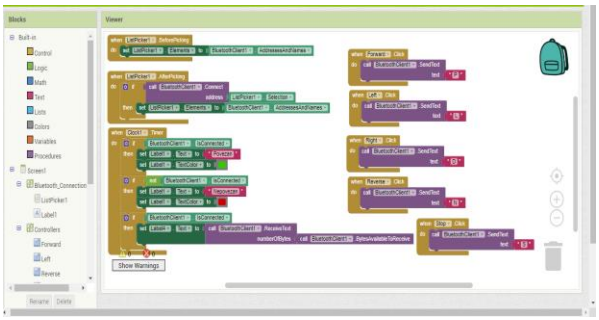
IV. KREIRANJE *ANDROID* APLIKACIJE

Za kreiranje aplikacije korišćen je *App Inventor* [6]. Aplikacija je podeljena u dva dela, jedan je dizajnerski (prikazan na slici 8), a drugi za spajanje blokova na osnovu dizajna (prikazan na slici 9). Na slici 8 jasno se uočavaju tasteri za povezivanje i kontrolu broda kao i *Label*-a gde mikrokontroler šalje podatke sa ultrazvučnog i temperaturnog senzora. Svakom tasteru se može menjati ime i dimenzije i položaj na ekranu. Pored vidljivih tastera u dnu slike se primećuje nevidljiva komponenta „*BluetoothClient1*“ koja je tu da omogući korišćenje *bluetooth* usluga.



Slika 8. Dizajn aplikacije.

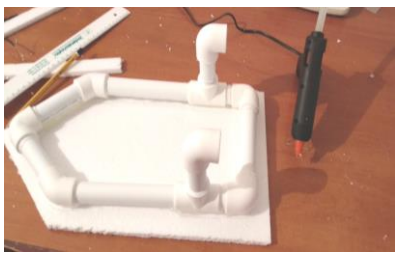
Nakon konačnog dizajna prelazi se na deo za blokove. Na slici 9 je prikazano kako su blokovi raspoređeni za datu aplikaciju. Blokovi za tastere Pravo, Levo, Nazad, Desno i STOP su isti, jedino se razlikuju u slanju karaktera. *Label*-a pod imenom Rastojanje i temperatura je podešena tako da mikrokontroler, na unapred određen vremenski period, šalje podatke o rastojanju i temperaturi, sa senzora koji se nalaze na brodu.



Slika 9. Raspored blokova.

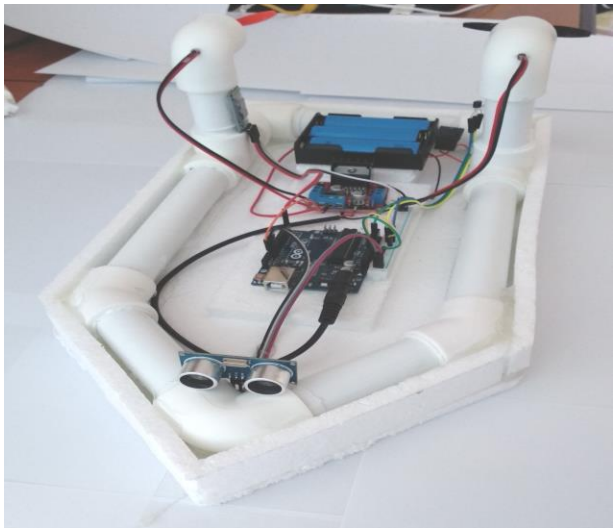
V. PRAKTIČNA REALIZACIJA UREDJAJA

Izrada projekta se sastoji iz dva dela, prvi deo podrazumeva izradu konstrukcije broda, dok je drugi deo programiranje mikrokontrolera i povezivanje komponenata. Brod je napravljen od PVC cevi za vodu koje su obložene stiroporom debljine 10 mm. Za spajanje, odnosno lepljenje stiropora i cevi je korišćen topli silikon. Na slici 10. je prikazan model broda u toku izrade, bez elektronike i motora.



Slika 10. Izrada konstrukcije broda.

Na slici 11. prikazan je realizovan uređaj. Sistem se napaja preko tri redno vezane baterije od 4.2 V, drajver motora se napaja sa 12.6 V dok se *Arduino* napaja naponom od 5 V koji se dovodi sa izlaza drajvera. Sve ostale komponente sistema se napajaju sa *Arduina*.



Slika 11. Izgled realizovanog uredjaja.



Slika 12. Izgled aplikacije nakon povezivanja.

Nakon uključivanja prekidača uređaj je uključen, sledeći korak je aktiviranje Android aplikacije i povezivanje sa *bluetooth* modulom na uređaju. Kada je uređaj povezan sa telefonom preko aplikacije kontrolišemo kretanje broda i dobijamo povratne informacije sa senzora. Izgled aplikacije nakon povezivanja je ilustrovan na slici 12.

VI. Zaključak

Ovim radom je prikazana interakcija senzora i mikrokontrolera kontrolisanih Android aplikacijom, praktično je predstavljen rad dva senzora uz mogućnost nadogradnje još nekih prema potrebi. Nadam se da će napredovanje tehnologogije u svim oblastima, od bežične komunikacije i protoka podataka do kapaciteta baterije dovesti do veće autonomije senzorskih čvorova bilo kog tipa (broda, drona, robota, itd), i omogućiti nam da dublje zađemo u neispitano i da otvorimo neke nove vidike.

Na osnovu definisanih zahteva razrađena je ideja, nakon toga je data detaljna električna šema, kompletna lista materijala potrebnih za realizaciju, a projekat je takođe i praktično realizovan.

Zahvalnica

Autori rada se zahvaljuju kompletnom osoblju Katedre za mikroelektroniku na nesebičnoj pomoći i sugestijama. Autori se takođe zahvaljuju finansijskoj podršci Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja za projekte OI171026 i TR32026.

Literatura

[1] „Arduino Uno“. Dostupno na: https://www.arduino.cc/en/Guide/ArduinoUno, Pristupljeno: 10.09.2018

[2] „Bluetooth Module HC-06“. Dostupno na: https://www.olimex.com/Products/Components/RF/BLUETOOTH-SERIAL-HC-06/resources/hc06.pdf, Pristupljeno: 10.09.2018

[3] „Temperature Sensor LM35“. Dostupno na: https://wiki.eprolabs.com/index.php?title=Temperature_Sensor_LM35, Pristupljeno: 11.09.2018

[4] „L298N motor driver“. Dostupno na: http://www.st.com/en/motor-drivers/l298.html, Pristupljeno: 10.09.2018

[5] Ultrasonic sensor HC-SR04“. Dostupno na: http://www.micropik.com/PDF/HCSR04.pdf, Pristupljeno: 11.09.2018

[6] „App Inventor for Android“. Dostupno na: https://en.wikipedia.org/wiki/App_Inventor_for_Android, Pristupljeno: 12.09.2018

Erasmus+ program mobilnosti između Univerziteta u Nišu i Univerziteta u Haenu

Milica Stanković

Sadržaj – Ovaj rad opisuje iskustvo studenata sa Univerziteta u Nišu, koji su boravili godinu dana na Univerzitetu u Haenu. Sličnosti i razlike u studentskom životu, kulturi i akademskim aktivnostima.

I. Uvod

Univerzitet u Haenu (Slika 1), kao samostalna institucija, je osnovan 1993. godine. Do tog trenutka, studenti iz Haena i okoline su pripadali Univerztitetu u Granadi, koja se nalazi na nekih 80 kilometara udaljenosti. Kao mlad univerzitet, Univerzitet u Haenu i dalje raste i dobija na popularnosti. Trenutno se nalazi u najboljih 10% španskih univerziteta, a kada je moja oblast, Računarstvo i informatika, u pitanju, nalazi se u najboljih 75 univerziteta na svetu.



Slika 1. Univerzitet u Haenu.

Univerzitet ima dva kampusa. Kampus Las Laguniljas (*Las Lagunillas*) u Haenu, kao i Naučno-tehnološki kampus u Linaresu (*Campus Científico-Tecnológico de Linares*). U prvom se nalaze fakulteti iz svih oblasti, dok se u drugom nalazi samo Politehnički fakultet. Broj studenata u ova dva kampusa je oko 18.000, koji studiraju neki od 27 ponuđenih programa.

Univerzitet ima jako dobru saradnju sa evropskim, američkim i azijskim univerzitetima i svake godine ima jako veliki broj stranih studenata. Zanimljivo je da je to španski univerzitet koji prima najveći studenata iz Srbije i Bosne i Hercegovine.

Nastava se izvodi, u najvećem broju slučajeva, na španskom jeziku, ali postoji i značajan broj predmeta na engleskom, posebno za tehničke nauke.

Milica Stanković je student Elektronskog fakulteta u Nišu, Niš, Srbija, e-mail: milica.stankovic2702@hotmail.com

II. Grad

Haen je grad koji se nalazi na severu najjužnije španske pokrajine Andaluzije. Broji oko 120.000 stanovnika, ali taj broj značajno naraste tokom školske godine zbog velikog broja studenata, koji studiraju u ovom gradu. Grad se nalazi na nadmorskoj visini od 573 metara, na jako brdovitom tlu. Zbog prijatne mediteranske klime, cela regija je nadaleko poznata po uzgoju maslina.

Ne zna se tačno kada je osnovan, ali se zna da je bio jako bitan strateški grad u vreme Rimskog carstva, a kasnije i u muslimanskom dobu. Tokom rekonkiste, Haen postaje jako bitan grad kastiljanskih grofova i dobija natpis: „Veoma plemenit, čuven i veran grad Haen. Stražar i zaštitnik kraljeva Kastilje.“

Danas je to glavni grad istoimene provincije, u kome se može videti viševekovna istorija.

Kao i u ostalim gradovima Andaluzije, u gradu se vidi prelep spoj evropske i arapske kulture. Većina građevina odiše orijentalnim duhom, što celu ovu pokrajinu čini jedinstvenom, zanimljivom i zaista prelepom.

Španija je poznata po svojoj religioznosti i samo u Haenu i okolini ima oko 200 crkava. Međutim, glavna znamenitost ovog grada je katedrala (Slika 2). Nalazi se u samom centru grada i zaštićena je od strane UNESCO-a, kao kulturno nasleđe. Pored svoje verske uloge, ona predstavlja i turističku znamenitost grada, i cena ulaza je 4 eura.



Slika 2. Katedrala u Haenu.

Još jedna jako bitna građevina jeste Zamak Svete Kataline (Slika 3), koji se nalazi na istoimenom brdu. Sa ovog zamka pruža se prelep pogled na ceo grad.



Slika 3. Zamak Svete Kataline.

Kao možda najveći trag vremena muslimanske vladavine, u centru grada se nalaze Arapska kupatila, sagrađeno 1002. godine.

U blizini grada Haena, nalaze se dva mala grada, Ubeda i Baeza (Slike 4 i 5), koji su zaštićeni od strane UNESCO-a kao gradovi svetskog nasleđa. Njihovi spomenici i građevine se pravljene po uzoru na renesansne građevine iz Italije i datiraju iz 16. i 17. veka.

Pored ovih velelepnih građevina, Haen ima i moderan deo grada. U njemu se nalaze dva velika parka, jedan pored drugog, Park Bulevar i Park Andresa de Vandelvire, u kojima u svakom trenutku ima svih generacija, koje uživaju u šetnji, pikniku ili se bave nekom fizičkom aktivnošću.



Slika 4. Ubeda.



Slika 5. Baeza.

III. STUDENTSKI ŽIVOT

Univerzitet u Haenu nema dom koji bi omogućio smeštaj studentima sa razmene. Stoga, studenti moraju da traže stanove u gradu, kako bi odseli tu. Univerzitet daje mogućnost Buddy programa, što znači da se studentu koji dolazi na razmenu dodeli neki student sa Univerziteta u Haenu, i on je zadužen za pomoć pri nalaženju smeštaja, načina za dolazak u grad, kao i upoznavanje sa univerzitetom. Tek od ove školske godine, ponuđeni su stanovi u okviru kampusa za 40 studenata, gde prednost za izbor imaju studenti iz Erasmus+ K3 programa, koji uključuje i našu zemlju.

Stipendija iznosi 7200 eura, za program trajanja od 9 meseci, kao i troškove puta u iznosu od 360 eura. Isplaćuje se u 2 dela. Prvih 70% se isplaćuje u prvih mesec dana od dolaska, dok ostalih 30% bude isplaćeno početkom letnjeg semestra. Za troškove života, koji uključuju stan, račune, hranu, troškove prevoza, džeparac i putovanja, stipendija je dovoljna.

Univerzitet ima nekoliko kafeterija u sklopu kampusa, gde studenti mogu da kupe obrok, ali se cene u tim kafeterijama ne razlikuju mnogo u odnosu na ostala mesta u gradu, pa zbog toga studenti radije kupuju hranu u supermarketima i spremaju je sami.

U okviru oba kampusa postoje sportski centri, koji su dostupni studentima po određenim tarifama. Oni uključuju teretanu, bazen, kao i terene za različite sportove.

U Španiji postoji jako mali broj ljudi koji govore engleski jezik, zbog toga je stranim studentima obezbeđeno i učenje španskog jezika na svim nivoima od A1 do C2.

Studenska organizacija ESN (*Erasmus Student Network*) redovno organizuje različite događaje, poput okupljanja i žurki, kao i putovanja na kojima su studenti sa razmene u mogućnosti da upoznaju Iberijsko poluostrvo, kao i da se upoznaju međusobno.

IV. AKADEMSKE AKTIVNOSTI

Studenti sa razmene su na Univerzitetu u Haenu potpuno izjednačeni za studentima, kojima je to matični univerzitet. Nastava se izvodi u dva semestra, letnji i zimski. Nastava u zimskom semestru počinje druge nedelje septembra, završava se pred Božić. Dok nastava u letnjem semestru počinje krajem januara i završava se sredinom maja.

U toku školske godine postoje tri ispitna roka. Januarski ispitni rok, u kome je moguće polaganje ispita iz zimskog semestra, junski ispitni rok u kome je moguće polaganje ispita iz letnjeg semestra, kao i julski ispitni rok u kome je moguće polaganje ispita iz cele godine. Prolazna ocena u Kraljevini Španiji je 5.0, a maksimalna 10.0, ali se način ocenjivanja znatno razlikuje u odnosu na našu zemlju. Akreditacijom je za svaki predmet određen broj poena koji je moguće zaraditi na svakom od delova iz kojih se ispit sastoji. Ti delovi mogu biti aktivnost, prisustvo, praktični deo ispita, domaći zadatak i završni ispit. Kolokvijumi nisu česta praksa na ovom univerzitetu, ali je moguće položiti praktični deo ispita u toku godine, redovnom evaluacijom kroz projekte ili pojedinačne vežbe. Takođe, iz većine predmeta nije neophodno ostvariti 50%

na završnom ispitu, već je potrebno u zbiru imati ocenu 5.0.

Svi materijali i informacije se nalaze na zajedničkoj platformi za sve studente i nastavnike, koja se zove *ilias*, za koju svaki student dobija nalog na početku svog studijskog programa.

V. ZAKLJUČAK

Studentska razmena je iskustvo koje nam daje mogućnost da upoznamo nešto drugo, nama daleko, kao i da bolje upoznamo sebe. Zahvaljujući razlikama, učimo da cenimo sebe, ono što imamo, ali i druge. Vratili smo se ovde puni entuzijazma, novih znanja i novih ideja da unapredimo ono što imamo ovde.

LITERATURA

[1] https://www.uja.es/
[2] http://ubedaybaezaturismo.com/en/
[3] https://es.wikipedia.org/wiki/Ja%C3%A9n
[4] https://en.wikipedia.org/wiki/Timeline_of_Ja%C3%A9n,_Spain

Eksterna baterija sa solarnim napajanjem

Dejan Anđelković

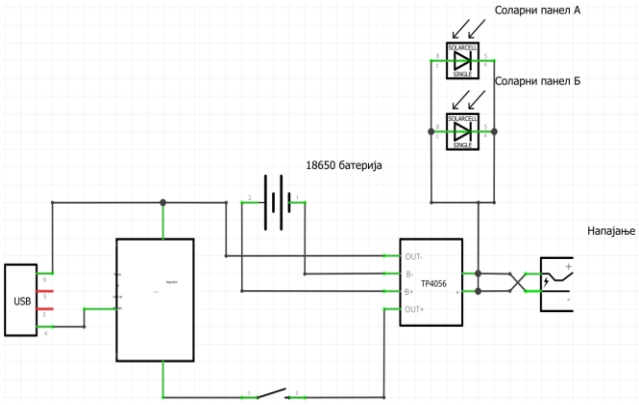
I. UVOD

Eksterne baterije su aktuelan proizvod na tržištu već duži niz godina. Upotrebna vrednost, kao i potražnja su odavno dokazane sve većim brojem prodaja. Zbog iste te potražnje, tehnologija je napredovala, baterije su sve pristupačnije, pa samim tim i cena uređaja.

Solarno-napajana eksterna baterija je novi tip eksternih baterija koji brzo dobija na popularnosti i potražnji. Predstavlja eksternu bateriju sa dodatim modulom solarnih panela koji strujama manjeg intenziteta dopunjavaju bateriju svakog trenutka kada je izložena suncu.

II. TEORIJSKA OSNOVA

Eksterna baterija sa solarnim napajanjem prikazana u ovom radu je realizovana po prethodno osmišljenoj električnoj šemi koja je prikazana na slici 1.



Slika 1. Električna šema korišćena za realizaciju projekta.

Za realizaciju eksterne baterije korišćena je litijum-jonska ćelija proizvođača *LG* oznake *HG2* [1], prikazana na slici 2. Ćelija je forme 18650, oblika valjka prečnika 18 mm, dužine 65 mm. Kapacitet ćelije je odličnih 3000 mAh dok je ograničenje izlazne struje 20 A. Očekivani radni vek litijum-jonske ćelije je prosečnih 500 ciklusa punjenja i pražnjenja.

Dejan Anđelković je student Katedre za mikroelektroniku, na Elektronskom fakultetu u Nišu, Aleksandra Medvedeva 14, 18000 Niš, Srbija. E-mail: dejan.andjelkovic@elfak.rs



Slika 2. Litijum-jonska ćelija korišćena za realizaciju projekta.

Realizacija modula solarnih panela je postignuta paralelnim povezivanjem dva monokristalna solarna panela. Paralelnim povezivanjem je smanjena neophodna minimalna osvetljenost potrebna za rad solarnih panela. Monokristalni solarni paneli (*Mono-Si*) su skuplji tip solarnih panela visoke efikasnosti i dugog radnog veka. Prosečna vrednost faktora efikasnosti iznosi oko 20%. Za rad monokristalnih solarnih panela nisu neophodni dodatni sistemi za hlađenje ili za pozicioniranje [2].

A. Sistem za regulisanje baterije

Battery management system (*BMS*) ili system za regulisanje baterije od ključnog je značaja za rad eksterne baterije. Modul korišćen je oznake *TP4056* [3]. To je linearni punjač litijum-jonskih ćelija (ne baterija). Punjenje obavlja kroz dve faze, konstantne struje i konstantnog napona. Ćeliju puni ulaznim naponom od 4,2 V, dok se ulazna struja punjenja može modifikovati promenom otpornika na samom modulu.

B. USB izlaz i pojačavač napona

Poslednji modul neophodan za realizaciju projekta bio je pojačavač napona sa USB izlazom. Ovaj modul pojačavača ulazni napon od 3,7 V na adekvatnih 5 V neophodnih za napajanje i punjenje drugih uređaja USB povezivanjem [4].

Vrlo je malih dimenzija i izuzetno niske cene. Visoke je efikasnosti (prosečnih 92%), maksimalne izlazne struje od 1000 mA. Izlazni napon kao i izlazna

struja mogu se dodatni podesiti promenom otpornika na ploči modula.

C. Elektrohemijska reakcija litijum-jonskih ćelija

Reaktanti elektrohemijskih reakcija u litijum-jonskoj ćeliji su negativna i pozitivna elektroda ali i elektrolit kao prepreka. Električna energija teče iz baterije, ili ka bateriji samo kada je priključena za zatvoreno elektronsko kolo.

Tokom pražnjenja, joni litijuma predstavljaju nosioce naelektrisanja sa negativne ka pozitivnoj elektrodi kroz elektrolit koji ima ulogu separatora. Tokom procesa punjenja, punjač pruža napon veći od nominalnog napona ćelije što menja smer protoka struje u ćeliji. Tada se joni litijuma kreću od pozitivne elektrode ka negativnoj, gde se sjedinjuju sa poroznim materijalom negativne elektrode.

Negativna elektroda je često realizovana grafitom C_6 dok je pozitivna elektroda od smese litijuma.

Katoda i njena polureakcija u litijumom dopiranom kobalt-oksid-substratu je prikazana jednačinom 1.

$$CoO_2 + Li^+ + e^- \Leftrightarrow LiCoO2 \quad (1)$$

Anoda i njena polureakcija sa grafitom je prikazana jednačinom 2.

$$LiC_6 \Leftrightarrow C_6 + Li^+ + e^- \quad (2)$$

Potpuna reakcija ćelije (sa leve strane na desno: pražnjenje, sa desne strane na levo: punjenje) je prikazana jednačinom 3.

$$LiC_6 + CoO_2 \Leftrightarrow C_6 + LiCoO_2 \quad (3)$$

Sama reakcija ima određenih hemijskih ograničenja. Prekomerno pražnjenje ćelije može prezasititi litijum kobalt-oksid, što dovodi do proizvodnje litijum-oksida nereverzibilnom reakcijom prikazanom jednačinom 4.

$$Li^+ + e^- + LiCoO_2 \rightarrow Li_2O + CoO \quad (4)$$

Takođe je moguće i prepuniti ćeliju. Prepunjivanje može dovesti do sinteze kobalt-IV-oksida. Reakcija je prikazana jednačinom 5.

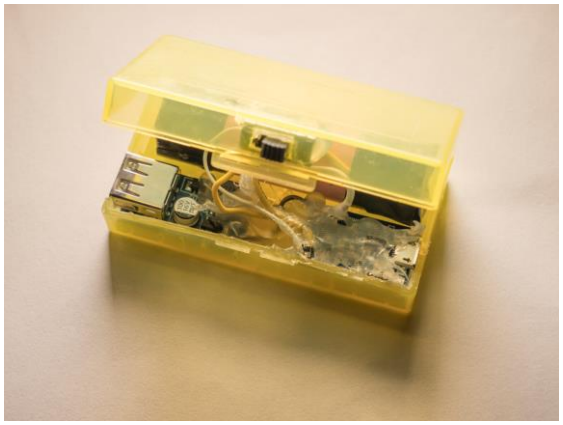
$$LiCoO_2 \rightarrow Li^+ + CoO_2 + e^- \quad (5)$$

III. Fizička realizacija

Uređaj je prvo sastavljen i povezan kao prototip kako bi se proverila funkcija i osmišljena logika u praksi. Testirano je pražnjenje i punjenje eksterne baterije, a zatim je testiran i modul solarnih panela. Kako je sve funkcionisalo kako je očekivano, započeta je fizička realizacija.

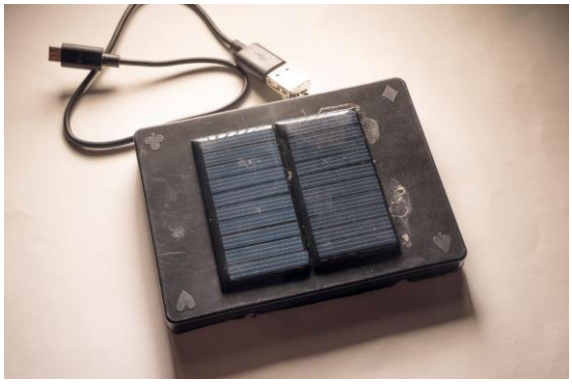
BMS modul sa baterijom, USB pojačavačem i prekidačem za očuvanje energije su zalemljeni, a nakon toga su zalemljeni i solarni paneli u paralelnu vezu.

Sledeći korak bilo je rešiti problem kućišta. Za kućište eksterne baterije korišćena je kutija za zaštitu dve 18650 litijum-jonske ćelije, koja se može videti na slici 3. Praktičnih je dimenzija i sastoji se od dva mesta predviđena za zasebne ćelije. Na mestu jedne je postavljena sama ćelija koju će uređaj koristiti dok je na drugom mestu smeštena elektronika neophodna za rad eksterne baterije. Rupe odgovarajućih dimenzija za USB portove i za prekidač su isečene finom testerom.



Slika 3. Kućište eksterne baterije.

Za kućište modula solarnih panela praktično rešenje lepog izgleda nije nađeno pa je sam modul improvizovan. Oba solarna panela su zalepljena na ploču od crne plastike sa izrezanom rupom ispod spojeva, što se može videti na slici 4.



Slika 4. Kućište za modul solarnih panela.

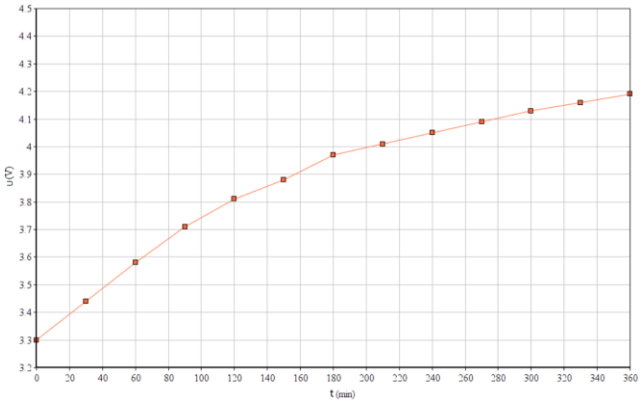
IV. ISPITIVANJE

Nakon fizičke realizacije, uređaj je ispitan u laboratorijskim uslovima. Prva faza ispitivanja bilo je praćenje termalnog stanja uređaja termalnom kamerom proizvođača *Flir*. Modul solarnih panela je izložen Sunčevoj svetlosti i povezan sa eksternom baterijom. Time je pokrenut process punjenja nakon čega je praćenje termalnog stanja započeto. Na slici 5 može se videti termalno stanje uređaja nakon 60 minuta izlaganja Sunčevoj svelosti.



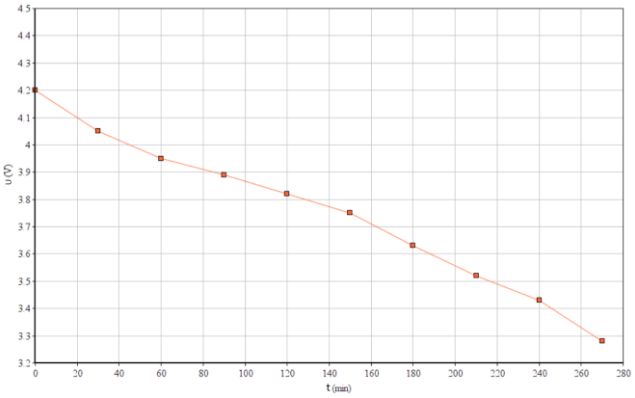
Slika 5. Termalno stanje uređaja nakon 60 minuta.

Druga faza ispitivanja bilo je praćenje stanja litijum-jonske ćelije u toku procesa punjenja i pražnjenja. Stanje je praćeno merenjem napona same ćelije u realnom vremenu na svakih 30 minuta. Na slici 6 se može videti promena stanja napona ćelije u toku procesa punjenja strujom intenziteta 500 mA.



Slika 6. Stanje napona ćelije u toku procesa punjenja.

Istim načinom ispitivanja praćeno je stanje napona litijum-jonske ćelije u toku procesa pražnjenja izlaznom strujom intenziteta 500 mA. Rezultat ovog dela ispitivanja se može videte na slici 7.



Slika 7. Stanje napona ćelije u toku procesa pražnjenja.

V. ZAKLJUČAK

Većina modernih mobilnih telefona, kamera, laptop računara, tablet računara, itd., koriste USB povezivanje za napajanje i dopunu internih baterija. Ovakvo stanje u modernoj tehnici znatno pospešuje potencijal i potražnju eksternih baterija.

Realizacijom ovog projekta se daje i osvrt na potencijal i upotrebnu vrednost alternativnih izvora energije kao što su solarni paneli. Kako tehnologija napreduje, tako napreduje i njihova efikasnost kao i pristupačnost. Samo je pitanje vremena kada će alternativni izvori energije da postanu primarni.

ZAHVALNICA

Autor rada najviše duguje zahvalnost svom mentoru, doc. dr Danijelu Dankoviću, koji je najviše pomogao pri formiranju ideje, rešenja ali isto tako i pri fizičkoj realizaciji kompletnog uređaja. Autor duguje zahvalnost i prof. dr. Zoranu Prijiću i prof. dr. Vesni Paunović, na ukazanoj podršci i savetima.

LITERATURA

[1] "LG HG4 datasheet i ispitivanje", dostupno u engleskoj verziji na: https://batterybro.com/blogs/18650-wholesale-battery-reviews/57179459-lg-hg2-review-20a-3000mah (pristupljeno 12.10.2018.)

[2] "Tipovi solarnih panela", engleska verzija dostupna na: https://www.electronics-notes.com/articles/equipment-items-gadgets/powerbank/what-is-a-powerbank-battery-store.php (pristupljeno 13.10.2018.)

[3] "TP4056 datasheet i ispitivanje", dostupno u PDF format na: https://dlnmh9ip6v2uc.cloudfront.net/datasheets/Prototyping/TP4056.pdf (pristupljeno 13.10.2018.)

[4] "USB 3 V to 5 V step-up module datasheet", dostupan u HTML formatu na: https://www.sunrom.com/p/5v-dc-dc-boost-step-up (pristupljeno 14.10.2018.)

Praktična realizacija solarnog punjača

Neda Stanojević

Sadržaj – U ovom radu opisana je praktična realizacija solarnog punjača za mobilne telefone. U prvom delu objašnjen je princip funkcionisanja glavnih delova, a u drugom je predstavljena napravljena PCB pločica u programu Altium Designer.

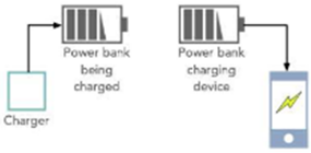
I. Uvod

Svi skupi i prenosivi uređaji koji se koriste u današnje vreme, dobri su jedino ukoliko je dobar životni vek njihove baterije. I pored normalnog korišćenja, baterija kod većine mobilnih telefona jedva izdrži ceo dan, a kao što je poznato oni, kao i svi ostali moderni uređaji, potpuno su beskorisni bez napajanja. Jedno od rešenja koje obezbeđuje dostupnost korisnika u svakom trenutku jeste upotreba prenosivog punjača.

Prenosivi punjač predstavlja elektronsko kolo dizajnirano za sopstveno punjenje, a zatim i za pružanje mogućnosti dopune elektronskih uređaja. Da bi mogao da obavlja svoju ulogu u svakom trenutku, čak i ukoliko nije napunjen ili jednostavno zahteva dopunu, na punjaču je ugrađen solarni panel. Solarni panel omogućava napajanje punjača pomoću solarne energije, odnosno energije dobijene direktno od Sunca koja se već decenijama koristi za generisanje toplote. Prednosti solarne energije, a koje direktno ukazuju i na prednosti upotrebe solarnih panela, su mnogobrojne, a interes za njeno korišćenje sve više raste [1].

II. Ideja

Cilj projekta je dobijanje prototipa jednog prenosivog punjača, koji je zamišljeno da radi na sledeći način. Napajanje punjača vrši se povezivanjem na utičnicu ili izlaganjem fotonaponskog panela direktno Suncu. Dobijena energija se čuva i skladišti, a zatim dalje prenosi na mobilni telefon (slika 1). Energija se skladišti u litijum-jonskim baterijama, dok integrisana kola i komponente koje su ugrađene na PCB pločicu upravljaju uzimanjem energije i njenim odvođenjem iz izvora u punjač, skladištenjem iste u bateriju i punjenjem ostalih uređaja.



Slika 1. Blok šema principa rada punjača.

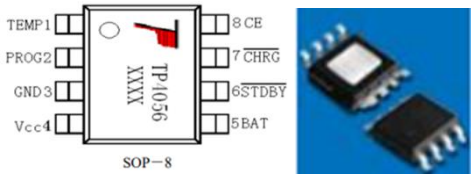
Neda Stanojević je student doktorskih studija na Elektronskom fakultetu, Univerzitet u Nišu, Aleksandra Medvedeva 14, 18000 Niš, Srbija, E-mail: neda.stanojevic94@gmail.com

Iako se ne može očekivati da vrednosti električne energije dobijene preko solarnog panela budu velike, korisniku se pruža opcija da punjenje punjača može vršiti i na ovaj način, a i ujedno se eliminiše činjenica da je i prenosivi punjač potpuno beskoristan ukoliko je prazan, a korisnik nema pristup električnoj utičnici.

III. Komponente za realizaciju projekta

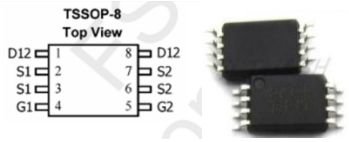
Komponente koje su korišćene za realizaciju opisane su u nastavku rada.

TP4056 - Komponenta predstavlja kompletan linearni punjač konstante struje ili napona za jednu ćeliju litijum-jonske baterije. Ima 8 pinova, smeštena je u kućištu SOP-8 (slika 2). Napon napajanja za *TP4056* kreće se u opsegu od 4 V do 8 V, tipična vrednost ulazne struje oko 150 μA, a vrednost izlaznog napona je 4.2 V [2].



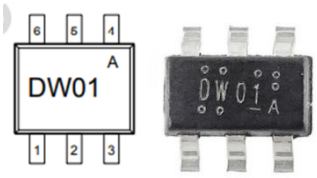
Slika 2. Grafički izgled kućišta sa datim izvodima.

FS8205A je integrisano kolo sačinjeno od dva N-kanalna MOSFET- a upakovana u kućište TS-SOP8. Struktura ovog kola je takva da je drejn jednog MOSFET-a povezan za drejn drugog. *FS8205A* može se koristiti kao zaštitno upravljačko kolo litijum-jonskih baterija gde reguliše povezanost baterija sa ostatkom kola. Ima 8 pinova (slika 3), tipična vrednost napona na drejnu je 20 V, a na gejtu ±12 V.



Slika 3. Grafički izgled kućišta sa datim izvodima.

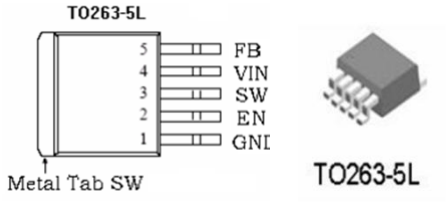
DW01A - Komponenta služi kao baterijska zaštita od oštećenja ili smanjenja životnog veka litijum–jonske baterije. Smeštena je u SOT-23-6 kućištu i ima 6 pinova (slika 4) [4].



Slika 4. Grafički izgled kućišta sa datim izvodima.

Solarni panel koji je korišćen je dimenzija 110x60 (mm). Pod punim opterećenjem daje napon od 5 V i struju do 1 A. Snaga panela je 5 W.

XL6009 je regulator izgrađen od N-kanalnog MOSFET- a sa fiksnom frenkvencijom oscilatora, širokim ulaznim opsegom i DC/DC konvertorom koji može da reguliše i pozitivne i negativne izlazne napone. Sadrži 5 pinova i dostupna je u kućištu TO263-5L (slika 5) [5].



Slika 5. Grafički prikaz kućišta sa datim izvodima.

Litijum-jonska baterija koja je korišćena je model kompanije Samsung SDI INR18650-25R (slika 6). Kapacitet jedne baterije iznosi 2500 mAh, napon na kojem radi je 3.6 V. Životni vek ove baterije je 250 ciklusa [6].

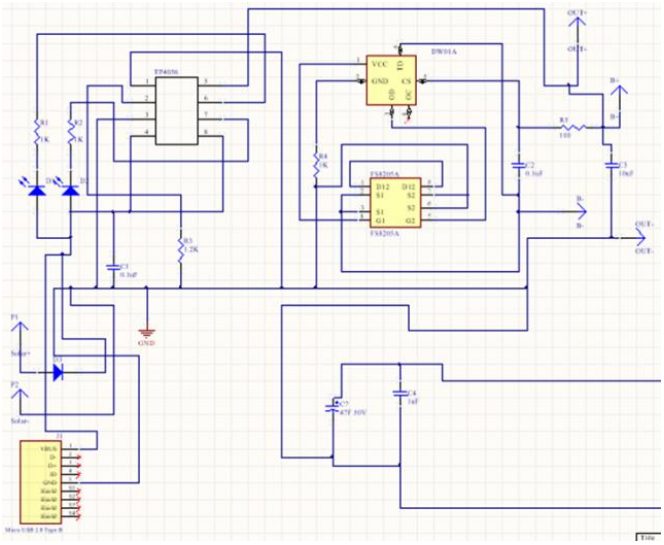


Slika 6. Litijum-jonska baterija INR18650-25R.

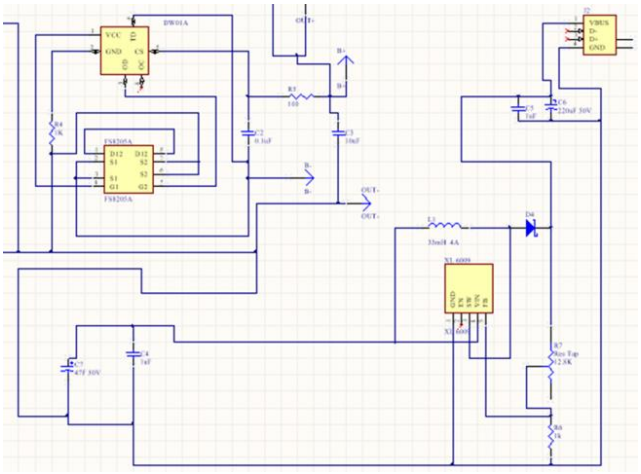
IV. KREIRANJE ŠEME U ALTIUM DESIGNER- U

Električna šema u programu Altium Designer sastoji se iz dva glavna bloka: blok za punjenje i blok za pražnjenje. Simboli nekih komponenti i njihovi otisci postoje u Altium- ovim bibliotekama, dok su za ostale simboli i otisci crtani ručno. Električna šema bloka za punjenje prikazana je na slici 7.

U trenutku priključka bilo kog uređaja na punjenje, mobilnog telefona koga treba dopuniti ili samog prenosivog punjača ukoliko je prazan, uz pomoć USB kabla uključuje se dioda D_1, crvena dioda, dok plava diode D_2 pokazuje kada se uređaj, dakle mobilni telefon ili sam prenosivi punjač, napuni do kraja. Otpronici R_1 i R_2 predstavljaju zaštitu ovih LE dioda. Proces punjenja reguliše *TP4056* na čiji se drugi pin povezuje otpornik R_3 koji konfiguriše vrednost struje koja se šalje do litijum-jonskih baterija. Baterije su vezane na 8. pin ove komponente. Pinovi 5 i 6 vezuju se za plavu diodu (jedan je vazan za katodu, drugi za anodu) i oni regulišu kada će ona da se upali, dok paljenje crvene diode regiliše 7. pin koji je vazan za nju. Napunjenost baterije i samu zaštitu predstavlja komponenta *DW01A*, koja ujedno kontroliše i kolo *FS8205A*, tako što kada se promeni napon između 5. i 6. pina, tj. napon na kondenzatoru C_2, tj. napon na bateriji, reaguje 1. pin komponente *DW01A* koji uključuje ili isključuje kolo *FS8205A*. *FS8205A* ima ulogu da uključuje ili isključuje punjenje uređaja. Dioda D_3 ima ulogu da štiti sam solarni panel, otpornik R_4 MOS tranzistor, a R_5 bateriju, dok kondenzatori C_1, C_2 i C_3 peglaju napon. Električna šema bloka za pražnjenje prikazana je na slici 8.



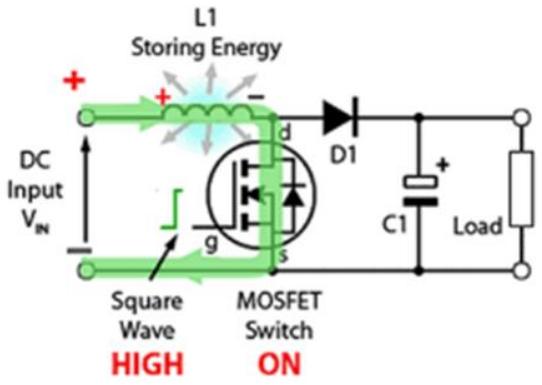
Slika 7. Električna šema bloka za punjenje.



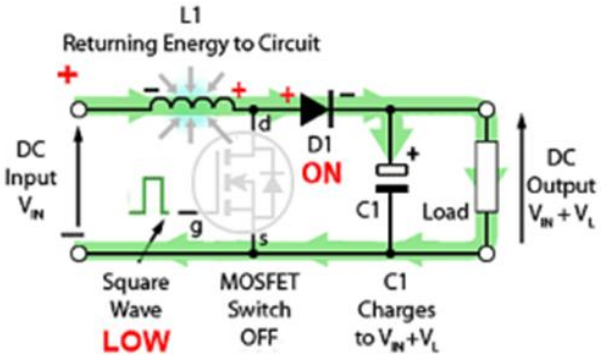
Slika 8. Električna šema bloka za pražnjenje.

Kolo XL6009 iskorišćen je u kolu kao Boost- ov konvertor. Na ulazu se dovodi povorka kvadratnih impulsa i u trenutku dovođenja logičke 1 MOSFET unutar *XL6009* kola će provesti, praveći kratak spoj sa desne strane kalema, tako da struja protiče samo kroz deo kola preko kalema koji ujedno i skladišti energiju (slika 9). U trenutku

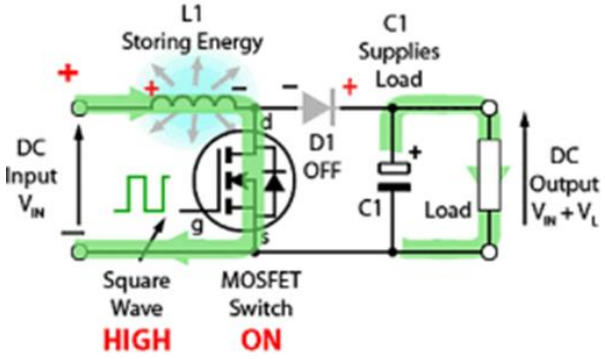
dovođenja logičke 0, MOSFET se isključi, tako da struja sada protiče kroz celo kolo. Vrednost napona na opterećenju jednaka je zbiru ulaznog napona i napona na kalemu umanjena za pad napona na diodi. Nakon inicijalnog paljenja kola MOSFET ponovo provode i tada je katoda pozitivnija od anode zbog većeg potencijala na kondenzatoru. Zbog toga se dioda isključuje, izlaz je odvojen od ulaza i opterećenje se više ne puni. Kondenzator se puni samo onda kada je MOSFET isključen, čime se održava stalan napon preko opterećenja. Kondenzatori imaju ulogu da peglaju napon, a pomoću otpornika R_7, koji je vezan kao potenciometar, vrši se podešavanje izlaznog napona.



Slika 9. Rad Boost- ovog konvertora pri dovođenju logičke 1.



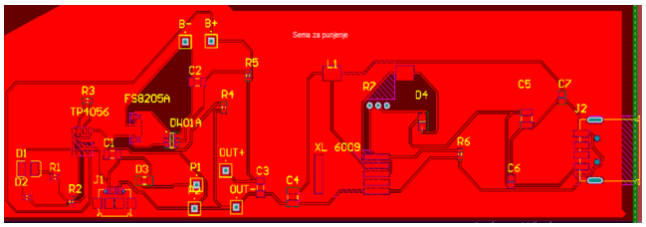
Slika 10. Rad Boost- ovog konvertora pri dovođenju logičke 0.



Slika 11. Rad Boost- ovog konvertora nakon ponovnog uključenja kola.

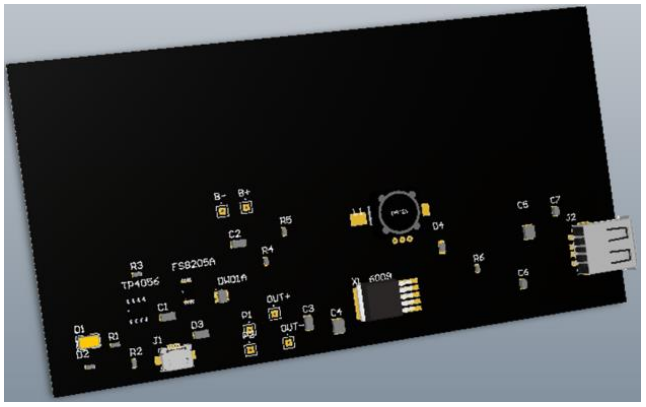
V. KREIRANJE PCB PLOČICE

Projektovanje PCB pločice odrađeno je u Altium Designer- u. Konstruisana šema se automatski prebacuje na PCB pločicu pravougaonog oblika, dimenzija 150 mm i 80 mm, na kojoj se ručno vrši raspoređivanje komponenata. Nakon okvirnog postavljanja komponenti vrši se proces rutiranja u cilju povezivanja istih. Kada su svi kontakti povezani, mora se povezati i masa. Na pojedinim mestima nije potrebno razliti masu, tako da završena PCB pločica izgleda kao na slici 12.



Slika 12. PCB pločica sa povezanim komponentama i razlivenom masom.

Posle kreiranja šeme i pločice, uveženi su 3D modeli. Posebno se treba voditi računa o postavljanju nožica. Pločica sa 3D modelima data je na slici 13.

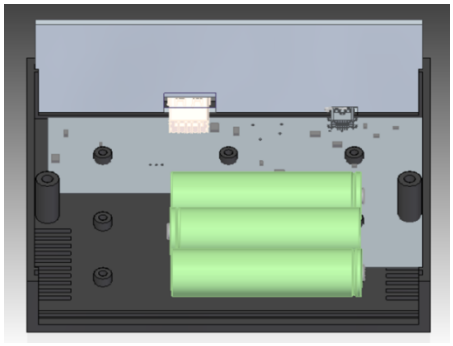


Slika 13. PCB pločica sa 3D modelima.

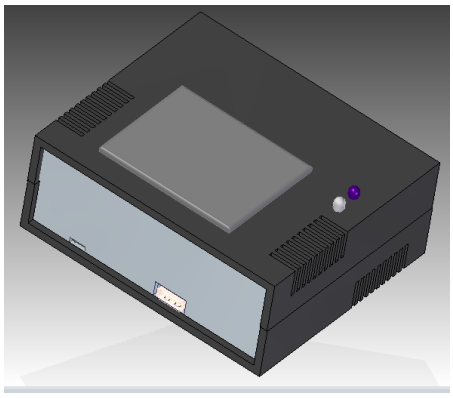
VI. MEHANIČKO PROJEKTOVANJE U SOLID EDGE-U

Za smeštanje pločice u odgovarajuće kućište i provere da li su komponente kompatibilne sa kućištem kako ne bi došlo do problema nakon izrade projekta korišćen je program Solid Edge. 3D model PCB pločice iz Altium Designer- a izvozi se u .step formatu i uvozi se u program Solid Edge. U programu se redom nameštaju potrebni elementi: izvežena pločica, baterije, konektori, solarni panel, mobilni telefon, USB kabl, LE diode. Konačan izgled prikazan je na slikama 14 i 15. Pre smeštanja pločice u kutiju, neophodno je izvršiti sečenje pločice u željenom obliku. Zbog nemogućnosti da se konektor tipa A smesti na mesto na kojem se nalazi na PCB pločici, zbog toga što se

tu nalaze šrafovi kutije, izvršene su izmene i on je smešten pored mikro konektora.



Slika 14. Otvorena kutija.

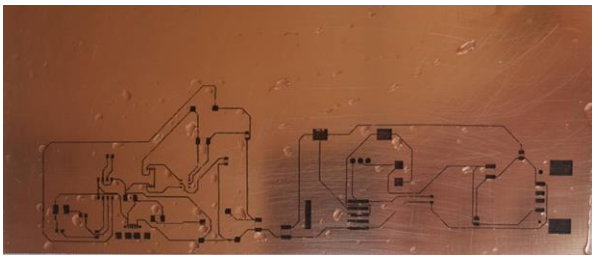


Slika 15. Zatvorena kutija sa solarnim panelom i LE diodama.

LE diode imaju ulogu da pokazuju da li je punjenje uređaja u toku ili ne. Ukoliko se vrši punjenje upaljena je bela LE dioda, a kada je punjenje uređaja završeno pali se ljubičasta.

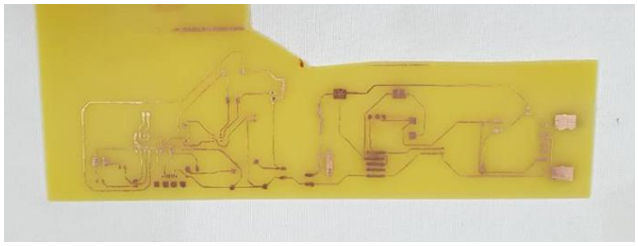
VII. PRAKTIČNA REALIZACIJA

Sa praktičnom realizacijom započeto je štampanjem crteža kreirane PCB ploče na kojem je prikazan raspored linija i otisaka komponenti na kojima će kasnije komponente biti zalemljene. Štampanje se vrši na papiru za nanošenje PCB šema. Ploča koja je korišćena je jednoslojna, a komponente su većim delom SMD. Pločica je dobro očišćena, crtež je preslikan na nju i ona izgleda kao na slici 16.

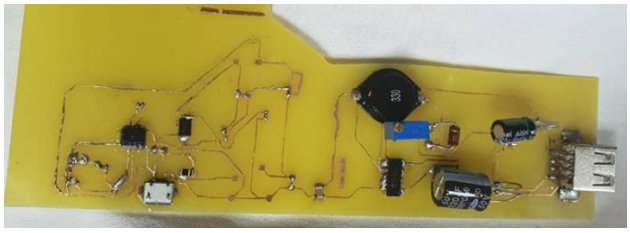


Slika 16. Pločica sa preslikanim crtežom šeme.

Sledeća faza je nagrizanje pločice gde je korišćen razblažen rastvor hlorovodonične kiseline (16-18%) i hidrogen od 30%. Rastvor se teoretski pravi u proporciji 2:1, ali u praktičnoj realizaciji doziranje je vršeno dok nije krenula reakcija. Proces nagrizanja traje od 3 do 5 minuta, a počinje onda kada pločica dobije braonkastu boju, što predstavlja znak da se oksid bakra vezuje za hidrogen. Nakon završenog nagrizanja pločica je očišćena da ne bi ostaci kiseline vršili dalje nagrizanje i ona izgleda kao na slici 17, dok se na narednoj slici vidi gotova pločica sa zalemljenim komponentama (slika 18).



Slika 17. PCB pločica nakon nagrizanja.

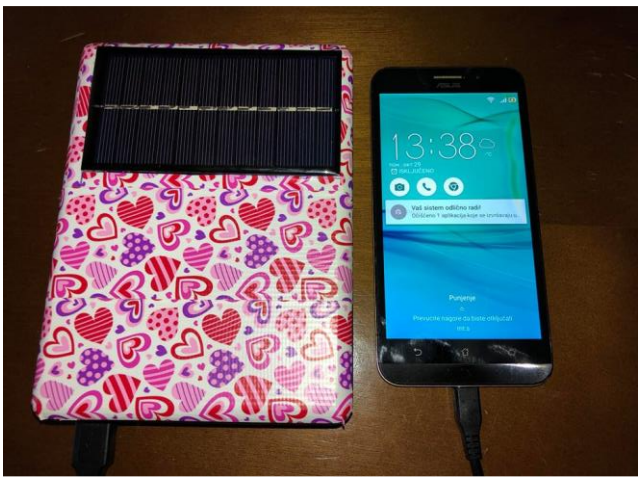


Slika 18. PCB pločica sa zalemljenim komponentama.

Uvežena pločica smeštena je u kućište i gotov projekat prikazan je na slikama 19 i 20.



Slika 19. Gotov uređaj- punjenje prenosivog punjača pomoću USB kabla.



Slika 20. Gotov uređaj- punjenje mobilnog telefona pomoću prenosivog punjača preko USB kabla.

VIII. ZAKLJUČAK

Ovim projektom pokazan je celokupan proces realizacije jednog solarnog punjača. Osnovno unapređenje može biti uvođenje QI sistema za opciju bežičnog prenosa, čime bi se obezbedila mogućnost punjenja mobilnog telefona i bežičnom komunikacijom. Gotov uređaj bi mogao biti manji, a jedna od mana je i nemogućnost nalaženja svih komponenti SMD tipa.

LITERATURA

[1] Prof. dr Dragan Pantić, *„Solarne komponente i sistemi“, predavanja*
[2] Datasheet TP4056, dostupno na: https://dlnmh9ip6v2uc.cloudfront.net/datasheets/Prototyping/TP4056.pdf
[3] Datasheet FS8205A, dostupno na: https://www.ic-fortune.com/upload/Download/FS8205A-DS-12_EN.pdf
[4] Datasheet DW01A, dostupno na: http://cxem.net/master/files/97_DW01A-DS-11_EN.pdf
[5] Datasheet XL6009, dostupno na: http://www.haoyuelectronics.com/Attachment/XL6009/XL6009-DC-DC-Converter-Datasheet.pdf
[6] Datasheet baterija, dostupno na: http://dalincom.ru/datasheet/SAMSUNG%20INR18650-25R.pdf
[7] Doc. dr Danijel Danković, *„Projektovanje štampanih ploča“, prateći materijal za predavanja i vežbe*
[8] Boost convertor, dostupno na: http://www.learnabout-electronics.org/PSU/psu32.php
[8] Altium Designer, dostupno na: http://www.altium.com/
[9] Solid Edge, dostupno na: https://solidedge.siemens.com/en/

Eliminating Electromagnetic Interference from a DC-DC Buck Converter

Nikola Radisavljević, Željko Radojković, Dario Javor

Abstract-This report details the process of eliminating and reducing the effect of EMI (ElectroMagnetic Interference) in the supplied PCB for the 2018 student hardware design competition. Different methods for removing EMI reduction were used, such as using RC snubber, widening the ground plane on the PCB, adding filtering capacitors to the power supply and modifying the oscillator circuit on the PCB.

I. Introduction

Switched mode power supplies are some of the most popular supplies used to power various electronic and electrical devices. However, they also generate a lot of electromagnetic interference (EMI) due to their high frequency of operation. This paper will show the effects that various applied methods have had on the reduction of EMI on the supplied PCB.

Upon measuring and examining the spectrum of signals on the LISN board output, three narrowband signals were observed on frequencies of 100MHz, 200MHz and 300MHz each, as shown on Figure 1. A lot of broadband interference was noticed, with several smaller narrowband peaks.



Figure 1. EMI spectrum of the unmodified PCB.

Nikola Radisavljević is a student at Department of Microelectronics, Faculty of Electronic Engineering, University of Niš, Aleksandra Medvedeva 14, 18000 Niš, Serbia, E-mail:nikola.radisavljevic@elfak.rs

Željko Radojković is a student at Department of Microelectronics, Faculty of Electronic Engineering, University of Niš, Aleksandra Medvedeva 14, 18000 Niš, Serbia, E-mail: zeljko.rad994@gmail.com

Dario Javor is a student at Department of Power Engineering, Faculty of Electronic Engineering, University of Niš, Aleksandra Medvedeva 14, 18000 Niš, Serbia, E-mail: dariojavor@mts.rs

This paper was submitted as a report for the international IEEE EMC competition, meaning that any modification has to be in accordance to the rules and specifications of the competition. Meaning that all modifications are made to the PCB containing the buck converter/switching power supply, while the LISN board and the lines must not be modified. The unmodified PCB containing the buck converter circuit is shown on Figure 2.

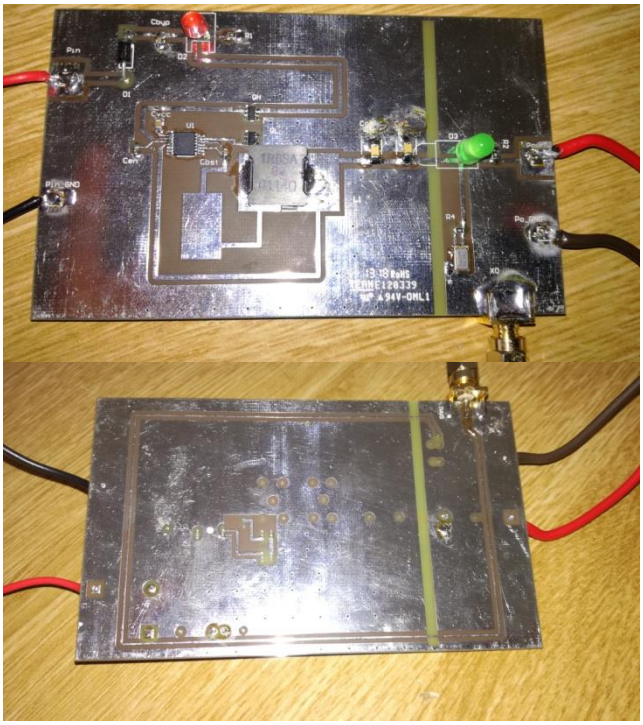


Figure 2. Front and back side of the PCB containing the buck converter.

II. Brief Description of Applied Techniques and Modifications

Upon examination of the PCB and measured signals, together with analyzing other papers on the subject of EMI reduction/elimination, a couple of methods were chosen: addition of filtering capactiors on the power supply input, RC snubber circuit, shortening the oscillator trace, widening the ground plane and adding a low-pass RC filter to the oscillator output.

III. RC SNUBBER CIRCUIT

A common circuit used to eliminate high-frequency noise is the RC snubber circuit. The reduction of high-frequency noise is achieved by adding a simple RC network to the switch node, as seen in Figure 3.

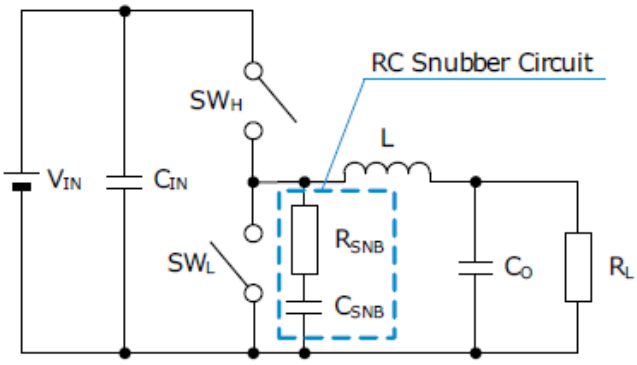


Figure 3. RC Snubber circuit.

The RC snubber circuit stores the energy that is accumulated in the parasitic inductances and capacitances. While the high-side switch is turned on, the snubber capacitor stores that energy, and then dissipates the energy by discharging the capacitor via the snubber (damping) resistor.

It is very important to properly calculate the values of the RC circuit. First,the ringing frequency is measured. Then, a capacitor is connected between the switch node and the ground. The value of the capacitor needs to be such, so that the ringing frequency is decreased by a factor of two. In that case, the parasitic capacitance C_P is equal to the third of the capacitance of the added capacitor. After that, the parasitic inductance L_P and the characteristic impedance Z of the resonance can be calculated by using equations (1) and (2):

$$L_P = \frac{1}{(2\pi f_r)^2 \times C_P} \quad (1)$$

$$Z = \sqrt{\frac{L_P}{C_P}} \quad (2)$$

The snubber resistance R_{SNB} needs to be the equivalent value of the calculated characteristic impedance. The snubber capacitance needs to be larger from the parasitic capacitance by a factor of 1 to 4. After calculating the consumption power of the snubber resistance by using equation (3):

$$P_{RSNB} = C_{SNB} \times V_{IN} \times f_{SW} \quad (3)$$

A resistor is picked so that it has a power rating that is larger than the consumption power by a factor of two.

Using the provided method, the following capacitor and resistor values were chosen:

C_{SNB}= 390pF,

R_{SNB}=15Ω.

In order to add the RC snubber circuit to the PCB, first the PCB had to be modified by separating the ground plane and creating an "island" in order to properly solder the components to the board, as seen on Figure 4.

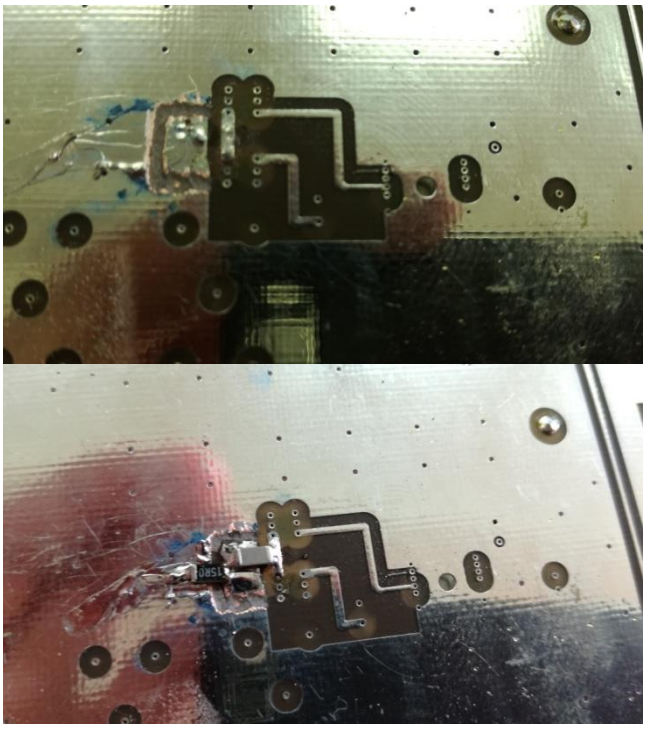


Figure 4. Modifying the PCB and adding the snubber circuit.

After the addition of the RC snubber circuit, a slight decrease in EMI was observed, as seen on Figure 5.

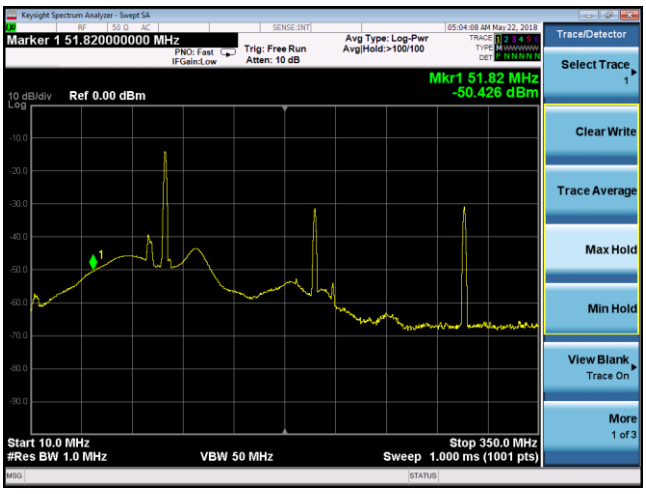


Figure 5. EMI spectrum after adding the RC snubber.

IV. Modifying the oscillator trace

The existing oscillator output trace was longer than needed, and it was acting as an induction loop, introducing more EMI, especially at frequencies of 100, 200 and 300 MHz. The trace was shortened by cutting it near the beginning and the end and soldering an insulated wire from the oscillator output to the SMA connector, effectively eliminating the loop. This modification greatly attenuated narrowband EMI signals, as seen on Figure 6.

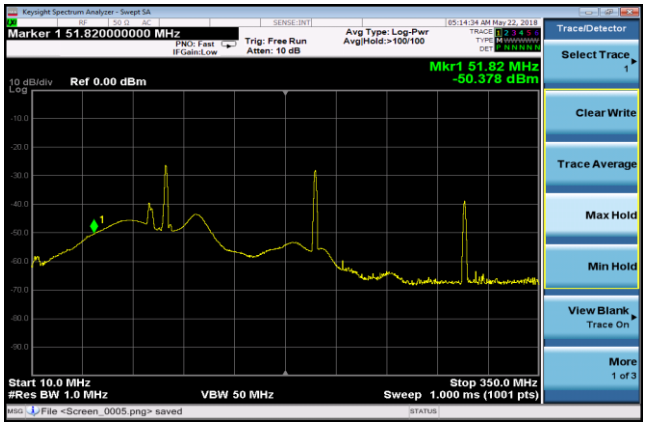


Figure 6. EMI spectrum after modifying the oscillator trace.

V. Adding filtering elements

Additional filtering elements were added between the Buck converter IC and the QH transistor. Specifically, an inductor with an inductance of L_F=1000nH was added by cutting the trace and soldering the inductance in between. Additionally, two filtering capacitors with values of 10nF and 200nF were added between the trace and ground plane, as well as another capacitor with a capacitance of 1µF, this time between the output trace and the ground.

This greatly reduced the broadband EMI between 10MHz and 180MHz ,as it can be seen on Figure 7.

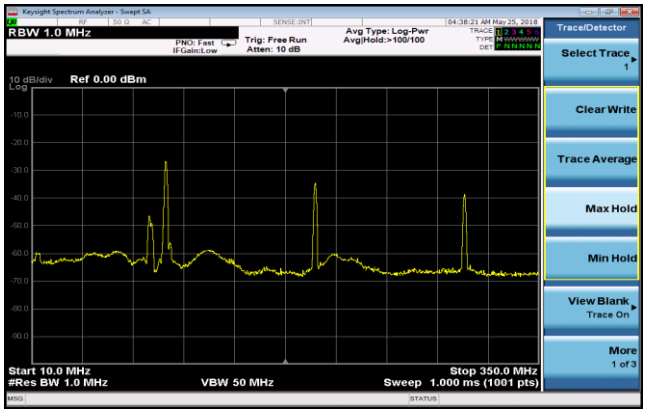


Figure 7. EMI spectrum after adding the filtering elements.

VI. Modifying the ground plane

Upon examining the ground plane, it has been concluded that all the current flows through two narrow areas on the PCB, inducing additional EMI in the rest of the circuit. Using conductive copper tape, the ground plane of the PCB was widened in some areas, which reduced the narrowband signal at 300MHz. Effects of widening the ground plane can be seen on Figure 8.

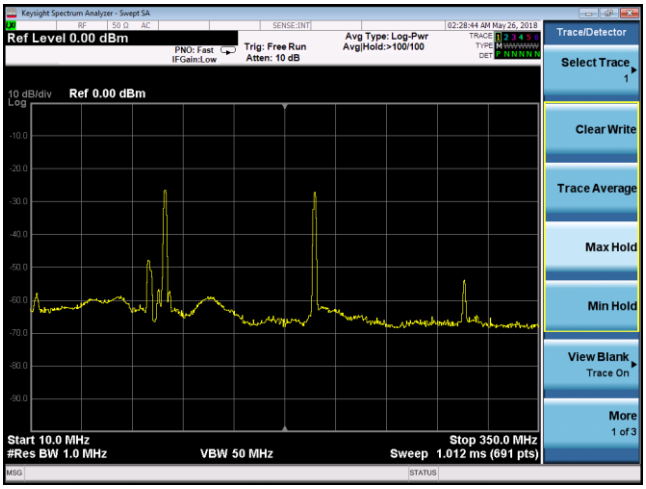


Figure 8. EMI spectrum after widening the ground plane.

VII. RC Filter on oscillator output

The idea was that the addition of low-pass filter between the oscillator and the SMA connector would reduce the narrowband EMI while slightly attenuating the crystal output. While the oscillator output was attenuated, the narrowband EMI got stronger, so, in the end, the RC filter was removed. EMI spectrum with the filtering circuit is shown on Figure 9.

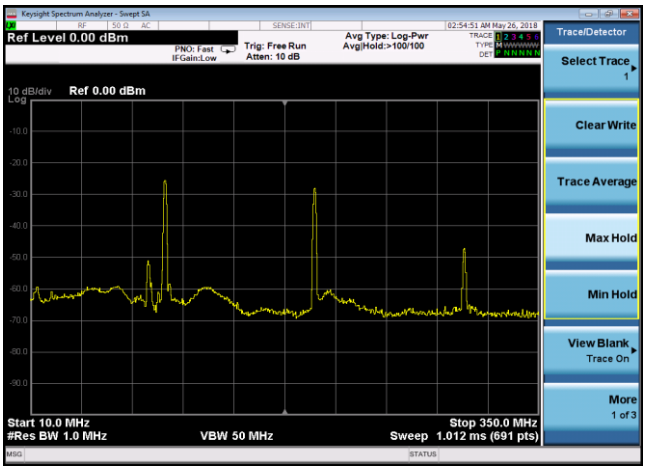
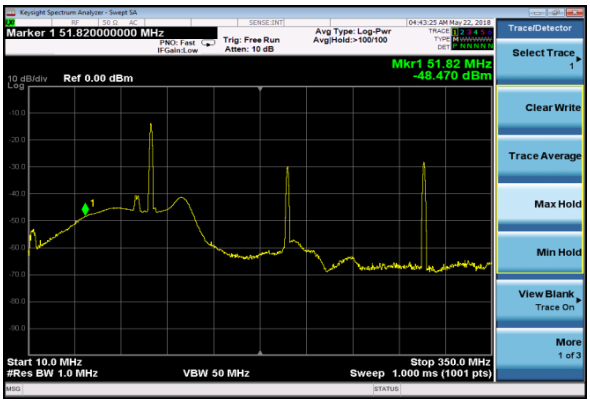


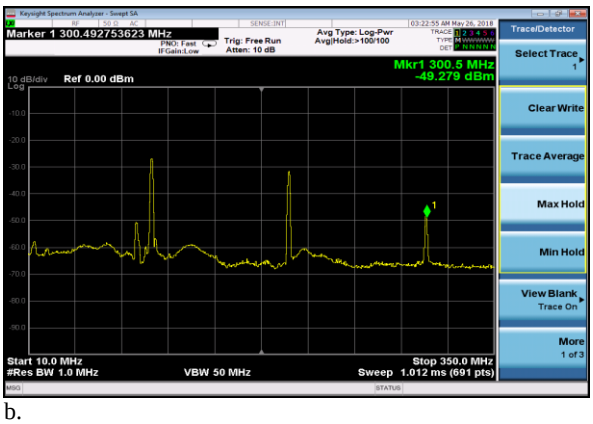
Figure 9. EMI spectrum after adding the RC filter.

VIII. Conclusion

As it can be seen in the previous figures, applying certain methods has managed to reduce the amount of EMI on the PCB. No method as one is effective as combining several, and the difference in the amount of EMI of the starting PCB and the modified one can be seen in Figure 10.



a.



b.

Figure 10. EMI signal spectrum before (a) and after (b) the applied modifications.

References

[1] C. U-Yaisom, W. Khamgern and S. Nitta, "*The Study and Analysis of The Conducted EMI Suppression on Power MOSFET Using Passive Snubber Circuits*"

[2] Ankit Bhargava, David Pommerenke, Keong W. Kam, Frederico Centola, Cheng Wei Lam "*DC-DC Buck Converter EMI Reduction Using PCB Layout Modification*"

[3] Robert Steinfeld, David Pommerenke, Keong W. Kam, Frederico Centola, Cheng Wei Lam, "*EMC Guideline for Synchronous Buck Converter Design*"

Praktična implementacija RSO filtra za smanjivanje elektromagnetne interferencije (EMI)

Đorđe Lazarević, Marko Živković

Sadržaj - Elektromagnetna kompatibilnost je grana nauke koja proučava električno nenamerno poklapanje, širenje i prijem elektromagnetnog zračenja u odnosu na neželjene efekte koje takvo zračenje može izazvati. Cilj elektromagnetne kompatibilnosti je pravilan rad različitih uređaja u istom elektromagnetnom okruženju, kao i izbegavanje bilo kakvog mešanja elektromagnetnih efekata. U ovom radu je prikazan način smanjivanja elektromagnetnih kondukcionih smetnji, odnosno interferncije korišćenjem RSO filtra. Takođe su prikazani rezultati snimanja elektromagnetnih smetnji iz EMC laboratorije i sistem sa implementiranim RSO filtrima. Na kraju je predstavljeno snimanje sistema u laboratorijskim uslovima sa ugrađenim filtrima i grafik na kome se vidi smanjenje kondukcionih smetnji.

I. UVOD

Termin elektromagnetne interferencije (EMI) odnosi se na činjenicu da električni i elektronski sistemi mogu da izazovu smetnje u bilo kom frekventnom opsegu između reda Hz i GHz. Danas, s obzirom na sve veći broj elektroenergetskih pretvarača i uređaja za komunikaciju, pitanje ublažavanja efekata elektromagnetne interferencije je naročito važno. Kada je reč o sistemu sastavljenom od više električnih kola, ako nijedno sastavno kolo ne emituje elektromagnetnu interferenciju na nivou iznad graničnog i ako je svako kolo imuno na elektromagnetnu interferenciju ispod graničnog nivoa, onda svako kolo odlikuje elektromagnetna kompatibilnost sa sistemom. Cilj elektromagnetne kompatibilnosti (EMC) je pravilan rad razčičitih uređaja u istom elektromagnetnom okruženju, kao i izbegavanje bilo kakvog uticaja elektromagnetnih efekata. Za električne i elektronske uređaje kaže se da su elektromagnetno kompatibilni ako elektromagnetne smetnje koje ti uređaji stvaraju ne ometaju njihov normalan rad, a isto tako ne ometaju ni ostale uređaje. Elektromagnetna interferencija ili mešanje je pojava smetnji u radu nekog uređaja pod delovanjem neželjenih napona i struja, odnosno elektromagnetskog polja. Smetnje mogu nastati u samom uređaju, ili poticati iz njegove okoline. Izvori smetnji su na primer varničenje na kolektorima motora, varničenje prilikom prekidanja jakih struja, visokonaponski uređaji automobila, računari, fluorescentna rasveta, radio predajnici, antene za mobilnu telefoniju, atmosferska pražnjenja, elektrostatička pražnjenja, prekidački izvori napajanja i slično. Ove smetnje mogu poremetiti rad radio i televizijskih prijemnika, displeja računara, navigacionih istrumenata i drugih elektronskih uređaja.

Đorđe Lazarević je student sa katedre za Mikroelektroniku, Elektronski fakultet, Univerzitet u Nišu, Aleksandra Medvedeva 14, 18000 Niš, Srbija, E-mail: djordjelazarevic33@yahoo.com

Marko Živković je student sa katedre za Elektroenergetiku, Elektronski fakultet, Univerzitet u Nišu, Aleksandra Medvedeva 14, 18000 Niš, Srbija, E-mail: marko.zivkovic@elfak.rs

Na slici 1. prikazan je sistem generisanja, prenosa i prijema elektromagnetnih smetnji. Razlikujemo dve vrste smetnji koje se mogu pojaviti kod elektronskih uređaja usled elektromagnetnog uticaja: Smetnje u funkcionisanju uređaja (unošenje šuma, gubitak informacija), koje nastaju nakon prestanka dejstva smetnji i kvarovi pojedinih komponenti ili kompletnog uređaja koji izaziva kraj funkcionisanja uređaja.



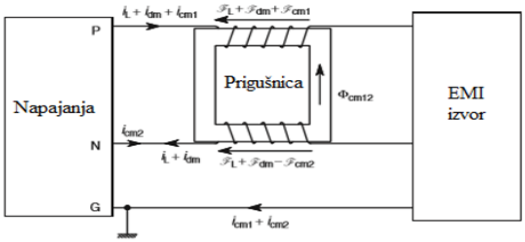
Slika 1. Sistem generisanja, prenosa i prijema elektromagnetnih smetnji.

Kada su u pitanju visokofrekventna elektromagnetna polja, tada se smetnje mogu podeliti na dva tipa: Radijacione smetnje (elektromagnetno zračenje) i Kondukcione smetnje (električno provođenje). Radijacione smetnje se prenose kroz prostor putem elektromagnetnog polja, a kondukcione putem provodnika za napajanje uređaja, žičanih veza između uređaja i putem zajedničkog uzemljenja. Na frekvencijama manjim od 10 MHz elektromagnetna interferencija se uglavnom širi provođenjem, dok se na višim frekvencijama ona širi uglavnom radijacijom. Mora se napomenuti da je pojava kondukcionih elektromagnetnih smetnji u nekom uređaju takođe zavisna od načina kabliranja samog sistema. Potrebno je kablove za prenos podataka postaviti odvojeno od napojnih kablova da ne bi došlo do pojave šuma u naponskim kablovima a samim tim i do pojave kondukcionih smetnji. U prvom poglavlju je opisana teorijska osnova elektromagnetskog zračenja, način njegovog prenosa i delovanja kroz različite elektronske sisteme, i smanjivanje njegovog uticaja na rad električnih i elektronskih uređaja. U narednom poglavlju rada predstavljene su vrste EMI filtera za redukovanje kondukcionih smetnji. U trećem delu rada je prikazan sistem i napajanje kod koga je primenjena metoda za redukciju elektromagnetne interferencije. U sledećem

poglavlju rada je prikazano laboratorijsko ispitivanje sistema kod koga je potrebno ukloniti nastalu interferenciju i snimanje rada elektronskog sistema korišćenjem analizatora spetktra. Peto poglavlje prikazuje praktičnu primenu RSO filtra za eliminaciju smetnji i grafičke rezultate kreirane u laboratoriji za elektromagnetnu kompatibilnost koji pokazuju redukovani nivo elektromagnetnih kondukcionih smetnji u sistemu.

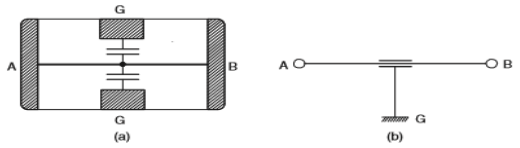
II. VRSTE EMI FILTARA

Elektromagnetna interferencija koja se stvara u elektronskim i elektroenergetskim sistemima obično premašuje dozvoljene nivoe i mora se smanjiti. Najčešći vid smanjivanja elektromagnetne interferencije su niskopropusni filtri, koji se često nazivaju radiofrekventnim (RF) filtrima. Ovi filtri se ugrađuju na ulaznu i izlaznu stranu elektrenergerskih pretvarača. Dok se u elektronskim sistemima kao glavni izvori smetnji javljaju SMPS (Switch Mode Power Supply), pa se ovi filtri ugrađuju na samom ulazu prekidačkih izvora napajanja. Čine ih kapacitivna (C kola) ili induktivno-kapacitivna kola (LC kola). Kao induktivne komponente filtera upotrebljavaju se prigušnice (slika 2).

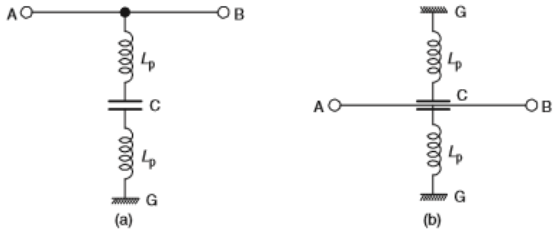


Slika 2. Jednofazna CM prigušnica.

To su obično solenoidne strukture iz jednog sloja sa relativno niskim koeficijentima induktivnosti. Kondenzatori koje koriste EMI filtri moraju imati nisku serijsku parazitnu induktivnost, niske dielektrične i omske gubitke. Prema tipu njihove električne veze, kondenzatori u filterima mogu se klasifikovati kao X-kondenzatori i Y-kondenzatori. Y-kondenzatori se tipično koriste za slabljenje CM šuma u filtrima električnog voda, ali zahtevaju strože sigurnosne standarde i veći stepen pouzdanosti nego X-kondenzatori. X-kondenzatori se postavljaju između dva provodnika, dok se Y-kondenzatori postavljaju između provodnika i uzemljenja. Da bi se smanjila parazitna induktivnost, razvijeni su takozvani „feedthrough" kondenzatori za upotrebu u EMI filtrima. Provodnik koji provodi struju opterećenja prolazi kroz strukturu kondenzatora, umesto da se kondenzator poveže između provodnika i uzemljenja. Ovo je prikazano na slikama 3 i 4.

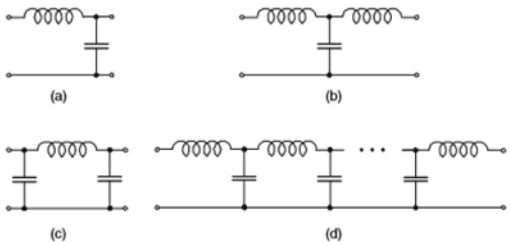


Slika 3. „Feedthrough" kondenzator: (a) struktura i (b) električni simbol.



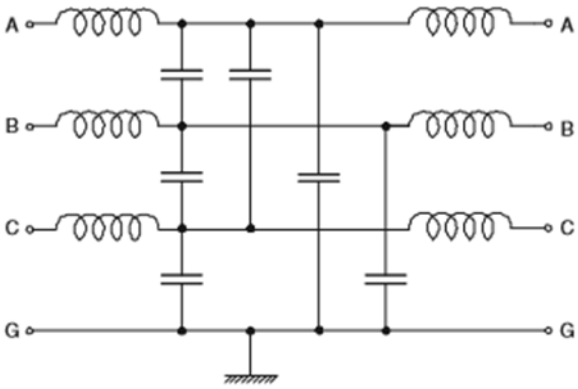
Slika 4. Parazitna induktivnost kod provodnika: (a) običan kondenzator (b) „feedthrough" kondenzator.

Osnovne topologije niskopropusnih LC filtra ilustrovane su na slici 5. Mora se naglasiti da se EMI filtri moraju postaviti u svim provodnicima elektroenergetskog i elektronskog sistema.



Slika 5. Ilustrovane su osnovne topologije niskopropusnih LC filtra: (a) obrnuto-ge (Γ); (b) Π; (c) T;i (d) višestepeni.

Na slici 6. prikazan je EMI filtar tipa-T kod trofaznih sistema snage.

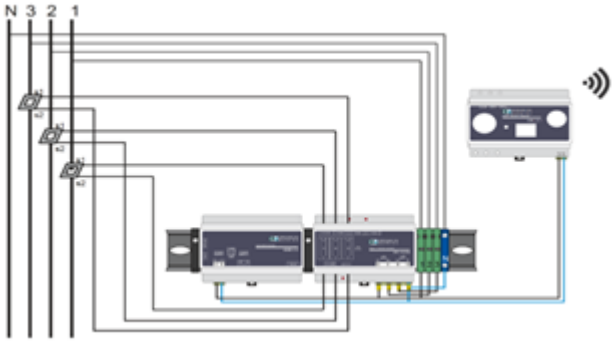


Slika 6. EMI filter tipa-T kod trofaznih sistema snage.

Zbog troškova i veličine optimalni filtar je onaj sa minimalnom ukupnom vrednošću LC, koji i dalje smanjuje elektromagnetnu interferenciju u dovoljnoj meri da zadovolji odgovarajuću normu.

III. OPIS SISTEMA

Sistem kod koga je primenjena metoda redukcije elektromagnetnih smetnji je Merno Kontrolni Modul. Merno kontrolni modul predstavlja integraciju tri nezavisna elektronska modula koja formiraju sistem za merenje, kontrolu i upravljanje u okviru okruženja pametnih zgrada. MCM (Measurement Controle Module) čine SPL (Smart Power Logger), CM (Control Module) i SSM(Smart Sensor Module). Svaki uređaj predstavlja nezavisni podsistem sa individualnim napajanjem.



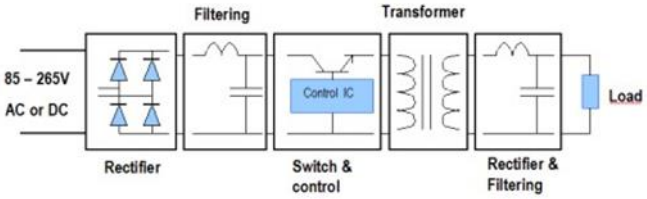
Slika 7. Blok šema merno-kontrolnog modula.

Napajanje MCM je realizovano individualno na nivou svakog modula. Svi nezavisni moduli unutar MCM-a se napajaju preko prekidačkog napajanja koje je predviđeno za montažu na štampanoj ploči proizvođača MYRRA oznake 47122 koje je prikazano na slici 8. Ovo napajanje je predviđeno za širok opseg ulaznog napona 100-240V AC i frekvencije 50-60Hz i daje konstantni izlazni napon 5V pri čemu je snaga napajanja 2.75W. Razlog zbog koga je korišćen ovaj tip napajanja je sam način projektovanja svih elektronskih uređaja a glavni razlog je ušteda prostora unutar samog kućišta koje je predviđeno za montažu na industrijskoj šini . Na slici 9 je prikazana interna arhitektura odnosno električna šema samog izvora napajanja.

Problem koji nastaje prilikom korišćenja ovog tipa PCB napajanja su konduktivne smetnje usled loše realizacije EMI filtra unutar samog prekidačkog napajanja. EMI filtar je deo prekidačkog izvora za napajanje čija je svrha eliminacija konduktivnih smetnji koje uređaj unosi u mrežu a takođe i povećanje imunosti samog napajanja na smetnje koje dolaze iz mreže.



Slika 8. Prekidačko napajanje MYRRA za PCB montažu.



Slika 9. Interna arhitektura napajanja MYRRA 47122.

Mora se napomenuti da svako napajanje pojedinačno emituje konduktivne smetnje u opsegu koji je ispod dozvljenih granica i u tom smislu svako napajanje pojedinačno prolazi testove elektromagnetne kompatibilnosti. Međutim upotrebom više ovakvih napajanja dolazi do superpozicije odnosno sabiranja smetnji koje emituje svako napajanje zasebno, što dalje rezultuje emisijom konduktivnih smetnji u mrežu preko strujnih provodnika. S toga je neophodno izvršiti minimizaciju konduktivnih smetnji kod ovakvog sistema korišćenjem odgovarajućih filtara jer je u suprotnom nemoguće dobijanje saglasnosti o elektromagnetnoj kompatibilnosti.

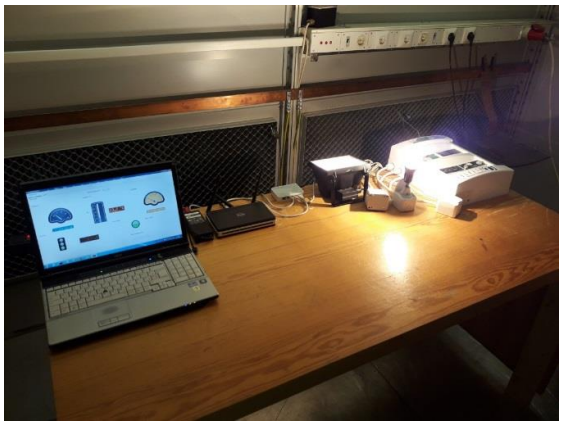
IV. ISPITIVANJE SISTEMA U LABORATORIJSKIM USLOVIMA

Ispitivanje merno-kontrolnog modula MCM na konduktivne smetnje je izvršeno u EMC laboratoriji. Merenje je vršeno na analizatoru spektra firme Rohde&Schwarz na kome su uočeni pikovi napona na višim frekvencijama. Na slici 10 je prikazan analizator spektra. Snimanje je izvršeno u komori koja je u osnovi Faradejev kavez i kod koje su i radijacione smetnje koje mogu da utiču na nepravilan rad uređaja svedene na minimum.

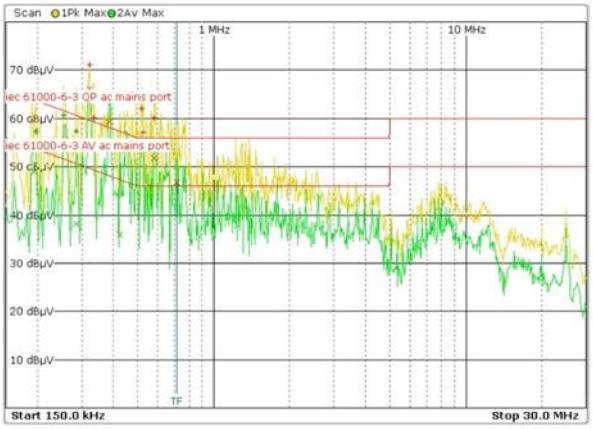


Slika 10. Rohde&Schwarz analizator spektra učestanosti.

Napajanje MCM-a u trenutku snimanja je izvedeno preko invertora napona koji omogućava zamenu nultog i faznog provodnika u bilo kom trenutku, dok je napajanje dodatne opreme (LAN Switch-a, WiFi rutera, laptopa i opterećenja) vezano za napon gradske mreže nezavisno od MCM-a. Za opterećenje MCM-a su korišćeni termogeni potrošači (reflektor snage 250W, sijalica snage 100W) kako bi konduktivne smetnje bile svedene na jos manji nivo. Na slici 11 je prikazano povezivanje sistema u laboratoriji. Na slici 12 je prikazan dijagram zavisnosti smetnji u funkciji učestanosti u opsegu od 150 KHz do 30 MHz-a. Na dijagramu je uočljivo da se naponski pikovi javljaju na frekvencijama do 1 MHz-a.



Slika 11. MCM sa pratećom opremom u laboratoriji.



Slika 12. Dijagram zavisnosti kondukcionih elektromagnetnih smetnji u funkciji učestanosti.

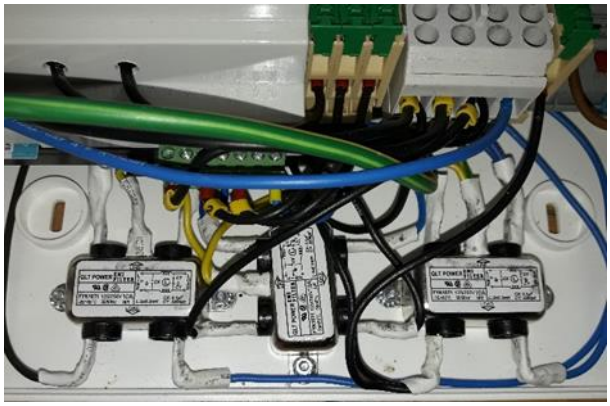
V. PRAKTIČNA REALZACIJA

Problem konduktivnih smetnji se rešava reprojektovanjem uređaja i dodavanjem LC filtara. Kako je proizvodnja novih modula, koji bi suštinski bili štampana ploča sa kondenzatorima i prigušnicom dosta skupa i neekonomična pribeglo se rešavanju problema dodavanjem već gotovih RSO filtara predviđenih za različite električne aparate. Primer takvog filtra je prikazan na slici 13.



Slika 13. RSO filtar.

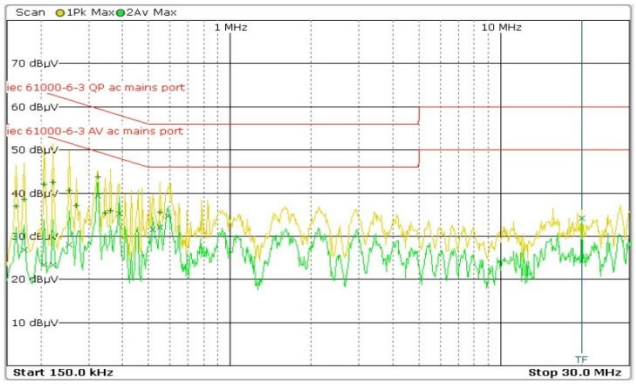
RSO (EMI) filter koji je korišćen za eliminaciju smetnji sadrzi dve prigušnice induktivnosti 0,3mH, X kondenzator kapacitivnosti 0,1µF i dva Y kondenzatora od 3300pF od kojih je jedan povezan od faze na uzemljenje a drugi od nule na uzemljenje. Filter je predviđen za radni napon od 250V i struju od 10A. Sve komponente su smestene u metalnom kućištu koje je pogodno za ugradnju u kućište samog uređaja i koje pored priključka za fazu i nulu sadrži i priključak za uzemljenje. Za svaku fazu je korišćen po jedan RSO filter. Na slici 14 je prikazan MCM sa ugrađenim filtrima.



Slika 14. MCM sa ugrađenim filtrima.

Svaki RSO filtar je prema električnoj šemi uređaja priključivan u kolo tako da on otklanja isključivo smetnje koje unose SPL, CM i SSM, tako da je on nezavisan u odnosu na potrošače različitih tipova koji se priključuju na izlazu uređaja. Uključivanje potrošača se inače vrši preko kontrolnog modula koji na svom izlazu sadrži releje kojima preko tranzistora upravlja mikrokontroler PIC18F2520. Kako su releji u kontrolnom modulu isključivo prekidači, smetnje koje unose uređaji vezani na MCM nemaju međusobnu povezanost sa radom samog MCM-a. Razlog

zbog čega su RSO filtra nezavisni od izlaznih opterećenja (potrošača) je taj što je vrednost struje RSO filtra ograničena na 10A pa bi eventualno povezivanje potrošača koji zahteva veću vrednost struje izazvalo pregorevanje (otkazivanje) istih. Nakon ugradnje RSO filtara vidi se da su smetnje eliminisane i da je vrednost šuma koji uređaj unosi u mrežu ispod i na granici dozvoljenih vrednosti što je i prikazano na slici 15.



Slika 15. Elektromagnetne konduktivne smetnje nakon ugradnje RSO filtera.

VI. ZAKLJUČAK

Elektromagnetne smetnje su neizbežna pojava prilikom projektovanja elektronskih uređaja. Kondukcione smetnje jednim delom moguće otkloniti, dok je za minimizaciju radijacionih smetnji potrebno poštovati određena pravila za projektovanje elektronskih uređaja. Zbog široke upotrebe prekidačkih izvora napajanja u zavisnosti od kvaliteta proizvodnje samog napajanja zavisiće i količina unetih smetnji u mreži. Rešavanja ovog problema je upotreba linearnih izvora za napajanje. Zbog samog načina rada uređaj sa linearnim izvorom za napajanje ne unosi nikakve ili minimalne konduktivne smetnje tako da je kod njih potrebno obratiti pažnju na radijacione smetnje. Inače se uređaji sa linearnim izvorima napajanja pri priključivanju na mrežu ponašaju kao uređaji bele tehnike koji su predviđeni za rad na mrežni napon od 230V koji unose minimalne konduktivne smetnje.

ZAHVALNICA

Autori rada izrazavaju zahvalnost kolegama sa katedre za Mikroelektroniku, dipl.inž. Milošu Marjanoviću na korisnim sugestijama prilikom izrade ovog rada.

LITERATURA

[1] M. Rashid, “Power electronics handbook”, pp.1229-1239, 2011. Dostupno na: http://bank.engzenon.com/download/560c0234-3918-44f3-ad36-4dfec0feb99b/Power_Electronics_Handbook_3rd_Edition_M_Rashid.pdf

[2] Ivan L. Spano, Electromagnetic Compatibility Issues of Electrical and Electronic Devices. Dostupno na: http://veprints.unica.it/1085/1/PhD_Thesis_Spano.pdf

[3] D. A. Weston, Electromagnetic Compatibility: Principles and Applications. Njujork: Marcel Dekker, 2001. Dostupno na: https://books.google.rs/books?id=DM6jcvOLZyoC&pg=A

[4] SISTEM ZA MERENJE, KONTROLU I UPRAVLJANJE U OKVIRU OKRUŽENJA PAMENTIH ZGRADA Measuring - Control Module V1.1 (MCM_V1.1) -TEHNIČKI OPIS -, Istraživačko Razvojni Centar „ALFATEC“, Niš, 2017.

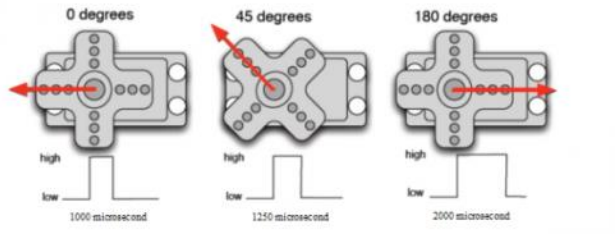
Kontrola robotske ruke

Jovana Spasić, Lazar Velinov, Pavle Ćrić, Bojan Ćirić

Sadržaj – U ovom radu biće opisan princip rada i praktična realizacija robotske ruke.

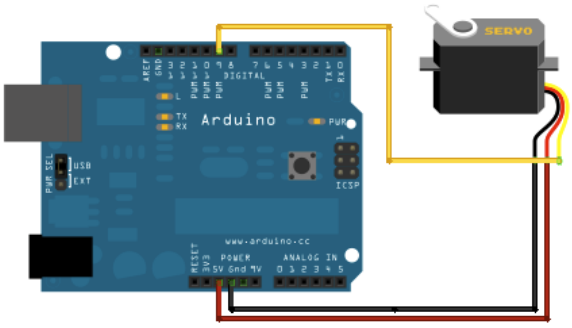
I. UVOD

Razvoj sistema za upravljanje robotskom rukom sa pet stepena slobode (five degrees of freedom) je tema ovog rada. Oni predstavljaju spojeve na robotskoj ruci, mesto gde se ona može savijati i rotirati. Uglavnom se identifikuju preko servomotor-a [1]. Ugao rotiranja servomotor-a se kreće od 0° do 180° (slika 1).



Slika 1. Ugao rotiranja servomotora.

Servomotor se kontroliše pomoću Arduino-a, vrši se povezivanje digitalnih portova (slika 2). Preko Windows aplikacije se na Arduino šalje parametar za kontrolisanje servomotor-a, preko USB porta. Aplikacija takođe ima podešavanja za port koji će biti korišćen, kao i deo za snimanje akcija koje će robot izvršavati.



Slika 2. Povezivanje Arduina i servomotra.

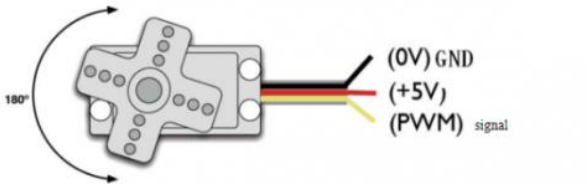
Za kontrolisanje više od jednog motora preko Arduino-a je potrebno koristiti eksterno napajanje. Uz pomoć ultrazvučnog senzora se meri udaljenost između robota i određenog predmeta. Ciljevi rada su dobijanje potpuno funkcionalne robotske ruke sa ručnim i automatskim upravljanjem kako bi ona mogla da se koristi na časovima robotike.

Jovana Spasić, Lazar Velinov, Pavle Ćrić, Bojan Ćirić su učenici Tehničke škole Pirot, Takovska 22, 18300 Pirot, Srbija. E-mail: jovana.spasic@outlook.com, pavle.ciric@hotmail.com, ciric84@gmail.com

II. PRINCIP RADA I PRAKTIČNA REALIZACIJA

Mogućnost ručnog i automatskog upravljanja preko džojstika ili aplikacije. Windows aplikacija šalje na serijski port Arduino-a parametar. Preko Arduino-a se kontroliše servomotor. Računanje udaljenosti nekog objekta, snimanje se vrši pomoću ultrazvučnog senzora.

Komponente korišćene za izradu rada su: Arduino, servomotori, laser kao pokazivač i ultrazvučni senzor. Arduino se koristi za povezivanje preko serijskog porta sa Windows aplikacijom, takođe se njegovi digitalni portovi koriste za povezivanje sa servomotorima. Servomotor je rotacioni aktuator koji kontroliše položaj. Uglavnom se sastoji od kućišta, ploče, motora, senzora položaja. Prijemnik šalje signal na servomotor. Motor ima ugrađeni referentni signal, upoređuje stečeni DC napon sa naponom potenciometra i stvara razliku napona. Ima tri žice za povezivanje: smeđu, crvenu i narandžastu (smeđa je za uzemljenje, crvena za snagu, a narandžasta za signalnu liniju) (slika 3). Boje se mogu razlikovati kod proizvođača. Ugao rotiranja motora ide od 0° do 180°.



Slika 3. Žice za povezivanje servomotora.

Ultrazvučni senzor je vrlo pristupačan senzor blizine/rastojanja koji se uglavnom koristi za izbegavanje objekata u različitim projektima. Daje Arduinu „oči"/prostornu svesnost i može sprečiti da se robot sruši ili padne sa stola. Karakteristike ultrazvučnog senzora: radni napon – DC 5V, radna struja – 15mA, radna frekvencija – 40Hz, maksimalni opseg – 4m, minimalni opseg – 2cm, merni ugao - 15°.

Električna šema celog sistema data je na slici 4. Slika 5 objašnjava princip ultrazvučnog senzora. Za brzinu zvuka uzima se:

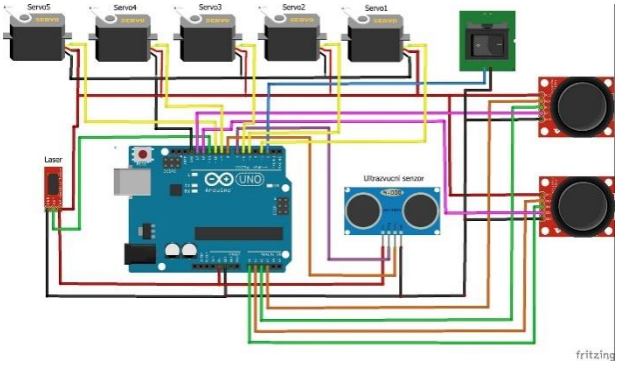
$$v = 340\,\frac{m}{s}\,v = 0{,}034\,\frac{cm}{\mu s} \tag{1}$$

Vreme je tada:

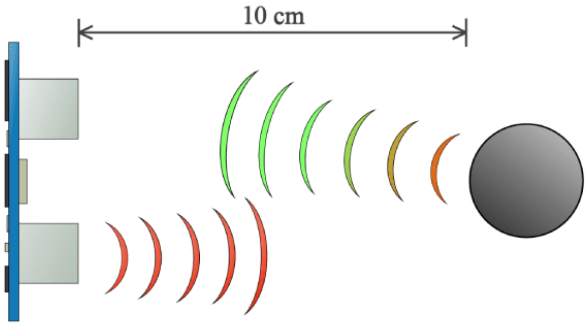
$$t = \frac{s}{v} = \frac{10}{0{,}034} = 294\,\mu s \tag{2}$$

Pa se rastojanje određuje kao:

$$s = t * \frac{0{,}034}{2} \quad (3)$$



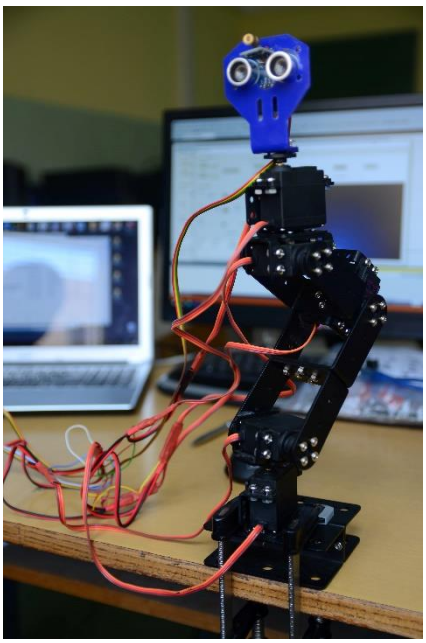
Slika 4. Električna šema sistema.



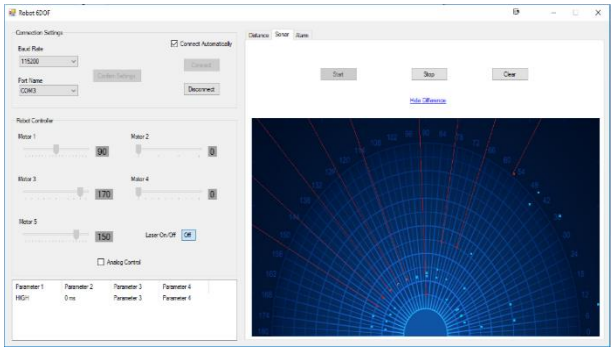
Slika 5. Princip rada ultrazvučnog senzora.

III. REZULTATI

Na slikama 6 i 7 prikazani su mehanički sklop realizovanog sistema i programski interfejts, respektivno. Ovaj sistem ima namenu korišćenja na časovima robotike. Radi se o ručnom i automatskom upravljanju robotske ruke sa pet stepena slobode. Moguće je snimanje neke akcije, koju će robot nakon toga ponoviti. Takođe postoji mogućnost snimanja nekog predmeta i prikaza informacija o udaljenosti od robota.



Slika 6. Mehanički sklop robotske ruke.



Slika 7. Programski interfejs.

IV. ZAKLJUČAK

Ovaj projekat ima više namena, neke od najbitnijih su korišćenje kao alarmni sistem, sonar sistem, kao i digitalni merač daljine sa pet stepena slobode. Planiramo dalje razvijanje projekta uz mogućnost poboljšanja i nadogradnje istog. U toku izrade projekta uočili smo da je nedostatak fizička veza između Arduino-a i računara. Rešenje tog nedostatka vidimo u slanju podataka na neki Cloud sistem pomoću čipa esp8266 sa podrškom za odgovarajući softver.

LITERATURA

[1] http://wiki.keyestudio.com/index.php/Ks0194_keyestudio_Micro_Servo
[2] http://wiki.keyestudio.com/index.php/Ks0206_Keyestudio_SR01_Ultrasonic_Sensor

Bluetooth zvučnik sa ekranom na kome se prikazuju datum i vreme i broj prijavljenih korisnika na *YouTube* kanalu

Nikola Munćan

Sadržaj - U ovom radu je prikazan gotov uređaj koji predstavlja *Bluetooth* zvučnik na kojem se nalazi ekran. Na ekranu se naizmenično prikazuju broj prijavljenih korisnika na *YouTube* kanalu i trenutni datum i vreme. Uključivanje i isključivanje ekrana i *Bluetooth* modula se kontroliše putem Android aplikacije.

I. UVOD

Uređaj je realizovan uz pomoć *NodeMCU* modula koji sadrži mikrokontroler ESP8266. Mikrokontroler kontroliše uključivanje i isključivanje uređaja kao i prikaz potrebnih informacija na ekranu. *NodeMCU* ima mogućnost povezivanja na internet uz pomoć Wi-Fi mreže. *Bluetooth* modul se bežično konektuje na željeni uređaj kao što su mobilni telefon, tablet ili računar i prosleđuje audio signal na zvučnike. Aplikacija za Android uređaj je pravljena uz pomoć *MIT App Invertor* aplikacije.

II. KORIŠĆENE KOMPONENTE I POVEZIVANJE UREĐAJA

NodeMCU [1] je modul koji se koristi za slanje i primanje podataka putem WiFi mreže, na i sa interneta. Ovaj modul je našao svoju primenu u *open source IoT* (Internet Of Things) platformama. Uključuje softver koji radi na ESP8266 Wi-Fi SoC iz *Espressif* sistema i hardver koji se bazira na ESP-12 modulu. ESP-12 modul sadrži mikrokontroler ESP8266 koji koristi 32-bitni RISC procesor Tensilica L106, koji karakteriše izuzetno nisku potrošnju energije i dostiže maksimalnu brzinu takta od 160 MHz. Projektovan je za mobilne uređaje, nosivu elektroniku i *IoT* aplikacije. Pored mikrokontrolera, ESP-12 modul sadrži i 11 GPIO (*general-purpose input/output*) pinova, analogno – digitalni konvertor, antenu, kolo za programiranje. Programira se uz pomoć ArduinoIDE [2] integrisanog razvojnog okruženja.

LCD displej koji je korišćen je displej sa 20x4 karaktera. To je displej koji može da prikaže 4 reda po 20 karaktera i poseduje pozadinsko osvetljenje koje se može uključivati i isključivati. Koristi 8-bitnu paralelnu komunikaciju.

Nikola Munćan, master student na smeru Elektronika i mikrosistemi, Elektronski fakultet, Univerzitet u Nišu, Aleksandra Medvedeva 14, 18000 Niš, Srbija. E-mail: nikola.muncan@elfak.rs

LCM1602 I2C modul [3] služi da smanji broj potrebnih linija za kontrolu LCD displeja tako što 8-bitnu paralelnu komunikaciju pretvara u I2C (*Inter-Integrated Circuit*) komunikaciju, tako da se za kontrolu koriste samo dve linije.

Bluetooth prijemnik [4] koristi *Bluetooth* 2.0 tehnologiju i podržava A2DP (*Advanced Audio Distribution Profile*) standard koji omogućava prenos stereo zvuka uz minimalne gubitke. Koristi izvor napajanja od 5 V. Ima domet od 10m i ugrađen mikrofon za obavljanje poziva.

PAM8403 [5] je audio pojačalo snage 3W i klase D. Nudi nizak THD (*total harmonic distortion*), što mu omogućava da postigne visokokvalitetnu reprodukciju zvuka.

Kao što je prikazano na slici 1, *NodeMCU* je povezan LCM1602 modul na pinovima SCL na D1 (GPIO5) mikrokontrolera i SDA sa D2 (GPIO4) mikrokontrolera. V_{CC} pin LCM1602 modula je povezan na napajanje, a GND na masu. Na samom modulu LCM1602 postoje dva pina pomoću kojih se jednostavnim kratkospajanjem uključuje pozadinsko osvetljenje displeja. Ova karakteristika modula je iskorišćena za uključivanje i isključivanje displeja putem mobilne aplikacije. LCM1602 modul je odgovarajućim pinovima povezan sa displejem.

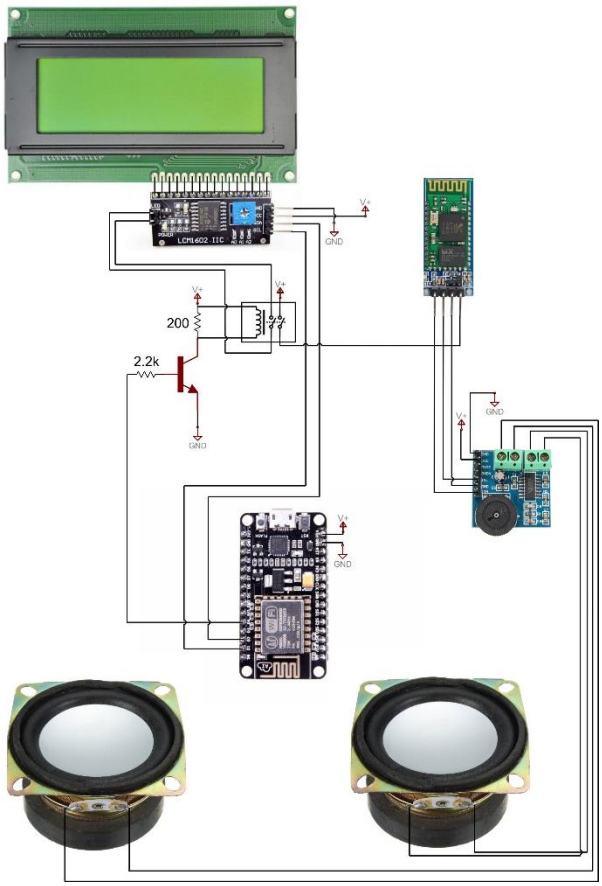
Korišćen je relej sa dva izlaza, tako što je na jedan pin povezano pozadinsko osvetljenje displeja, a na drugom napajanje za *Bluetooth* modul. Ulazni pin releja je paralelno sa otpornikom od 200Ω povezan na kolektor bipolarnog tranzistora i napajanje. Emitor tranzistora je povezan na masu, a baza preko otpornika od 2,2kΩ na pin D4 (GPIO2) mikrokontrolera. To znači da kada se dovede napon na bazu tranzistora sa mikrokontrolera tj. kada se uključi pin D4 putem mobilne aplikacije, tranzistor će da provede i time uključiti relej koji će uključiti pozadinsko osvetljenje displeja i *Bluetooth* modul.

Levi i desni izlaz *Bluetooth* modula su povezani na levi i desni ulaz pojačala. Na pojačalu su povezani levi i desni zvučnik tako da se dobija stereo zvuk na njima.

III. PRINCIP RADA

Prilikom uključenja uređaja, potrebno je da se mikrokontroler poveže na lokalnu mrežu uz pomoć SSID-a (*service set identifier*) i lozinke samog rutera koji su unapred definisani u programu. Na ekranu se ispisuje

„Connecting...“, a kada je uređaj povezan na interenet, ekran se briše i ispisuje se poruka „Connected!“. Nakon toga sledi podešavanje vremena i ako je to uspešno izvršeno u sledećem redu će biti ispisano „Time OK“. Ovaj uređaj je potrebno kontrolisati putem lokalnog servera tako da je potrebno pokrenuti server nakon čega će se u sledećem redu ekrana ispisati poruka „Server started!“ i odmah ispod toga IP adresa koja je dodeljena samom mikrokontroleru. Nakon ovoga program prelazi u takozvanu *loop* funkciju gde proverava da li je klijent povezan na server i u skladu sa time izvršava komandu koju klijent zadaje. Ukoliko klijent nije povezan ispisuje se broj prijavljenih korisnika na *YouTube* kanalu. Ova informacija se zadržava na ekranu 10 sekundi nakon čega se ekran briše i ispisuje se datum i vreme. Nakon ovoga se program ponavlja odnosno ponovo proverava se da li je klijent povezan na server.



Slika 1. Kompletna šema uređaja.

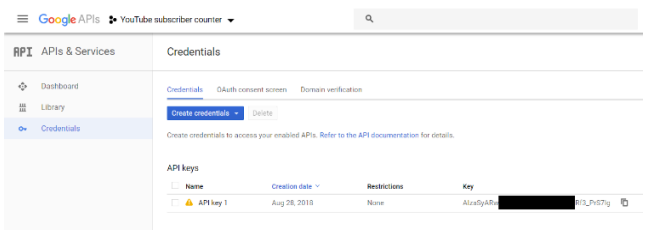
Web server je poseban računar, koji je u osnovi dizajniran da sadrži podatke koji se nalaze na *web* stranici. Postoje dva načina da se realizuje *web server*, jedan može biti zatvorenog tipa na primer u kući ili kancelariji (lokalna mreža ili *intranet*) ili otvorenog tipa tj. na *Internet-u*. U ovom radu je korišćen zatvoreni tip *Web server-a* odnosno lokalni putem IP adrese. IP adresa predstavlja jedinstveni broj koji koriste mašine, najčešće računari, kako bi mogli da komuniciraju putem interneta uz korišćenje internet protokola. Kada se uređaj poveže na ruter, on dobija jedinstvenu IP adresu koju koristi da komunicira sa njime.

Putem IP adrese je moguće kontrolisati mikrokontroler putem *Web-a*, tako što se u *Search bar-u* bilo kog pretraživača upiše URL adresa:

- http://192.168.1.5/gpio/0 za isključivanje releja, i
- http://192.168.1.5/gpio/1 za uključivanje releja.

IP adresa se razlikuje za svaki uređaj.

Ispisivanje broja prijavljenih korisnika se vrši na osnovu identifikacionog ključa i šifre samog kanala tako da nije moguće pristupiti bilo kom kanalu već samo onom za koji postoji dozvola. Šifra kanala se nalazi na svakom *YouTube* nalogu u *Settings* > *Advanced settings* > *YouTube* > *Channel ID* i uglavnom predstavlja niz malih i velikih slova, brojeva i znakova (Ucji3Ydh**********3GIU-A). Za indentifikacioni ključ je potrebno podneti zahtev direktno *Google*-u na sajtu console.developers.google.com/apis/. Nakon procedure koja se sastoji iz kreiranja projekta i upisivanja podataka dobija se *APIkey (application programming interface*) koji je potreban, što se može videti na slici 2.



Slika 2. Preuzimanje identifikacionog ključa [6].

Kada mikrokontroler pošalje zahtev za preuzimanje broja prijavljenih korisnika na kanalu, kao povratnu informaciju dobija tačan broj, kao na slici 3. S obzirom da ekran na kome se prikazuje predstavalja karakter displej i nije moguće prikazivati nista drugo, napravljeni su prilagođeni brojevi kako bi bili veći i samim tim vidljiviji. Zbog toga na ekranu može da se prikaže samo petocifreni broj. Ukoliko je potrebno uvek je moguće izmeniti kod tako da se veličina brojeva smanji i time stane više cifara na ekran. Prilagođeni brojevi se sastoje iz više prilagođenih karaktera koji su predefinisani u programu.



Slika 3. Prikaz broja prijavljenih korisnika na displeju.

Kako bi se prikazalo vreme potrebno je da mikrokontroler preuzme sa sajta time.nist.gov tačno vreme i datum. Srbija se nalazi u +2 (letnje računanje vremena) tj. +1 (zimsko računanje vremena) vremenskoj zoni pa je potrebno podesiti vreme, odnosno na podatke koje su preuzeti dodati dva sata. Postavljeno je da se u prvom redu ispiše datum a u drugom tačno vreme. Za slučaj da dođe do prekida interent konekcije sat će nastaviti sa prikazivanjem tačnog vremena. Primer prikaza datuma i vremena je dat na slici 4.



Slika 4. Prikaz tačnog vremena na displeju.

IV. PROGRAMIRANJE MIKROKONTROLERA

Na početku svakog programa je potrebno izabrati biblioteke koje će se koristiti dalje u programu. Često se dešava da se u toku pisanja programa javi potreba za dodatnim bibliotekama tako da se ova lista u svakom trenutku može dopuniti. [7]

```
#include <Wire.h>
#include <ESP8266WiFi.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
#include <ArduinoJson.h>
#include <time.h>
```

Na početku je potrebno postaviti i početne parametre koji će se kasnije koristiti. S obzirom da mikrokontroler treba da se poveže na internet potrebno je postaviti parametre kao što su SSID (naziv mreže) i lozinka, identifikacioni kod i ID kanala, inicijalizacija servera, adresa i podešavanja displeja, kao i sajtovi na koje je potrebno povezati mikrokontroler radi preuzimanja potrebnih podataka.

```
const char* ssid     = "speaker";  // SSID lokalne mreže
const char* password = "nikola94";   // Lozinka mreže
String apiKey =
"AizaSyARw**********Rf3_PrS7Ig"; //API ključ
String channelId = " UCji3Ydh**********3GIU-A ";   //
YouTube channel ID
WiFiServer server(80); //Kreiranje servera
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 2, 1, 0, 4, 5, 6, 7, 3,
POSITIVE); //Adresa i podešavanja displeja
const char *host = "www.googleapis.com";
```

Svaki program u *Arduino IDE* softveru se sastoji iz setup() i loop() bloka. Setup() blok sadrži funkcije koje se izvršavaju jednom na početku i služi za početna podešavanja (inicijalizacija parametara).

Lokalni server je kreiran na početku izvršenja programa i u ovom bloku ga je potrebno pokrenuti. Takođe je potrebno deklarisati koji pin na mikrokontroleru će biti korišćen za kontrolu releja, u ovom slučaju to je pin D4 (GPIO2) i potrebno ga je postaviti ga na logičku nulu. U setup() bloku se nalaze i ostale funkcije koje su neophodne za pravilno funkcionisanje sistema.

```
server.begin(); //Pokretanje servera
pinMode(2, OUTPUT); //Postavljanje GPIO2 pina kao
izlazan
digitalWrite(2, 0); //Postavaljanje da GPIO2 bude na
logičkoj nuli

WiFi.begin(ssid, password); //Povezivanje na internet

configTime(timezone, dst, "pool.ntp.org","time.nist.gov");
//Podešavanje vremena
```

Loop() funkcija koja se nakon inicijalizacije izvršava u beskonačnoj petlji i poziva se sve dok se ne isključi napajanje mikrokontrolera, ili dok ne nastupi reset, koji dovodi do ponovnog izvršenja programa iz početka. U ovom odeljku je sve realzovano iz potprograma koji pozivaju jedan drugog.

Prvi potprogram koji se izvršava („start“) je provera da li je klijent (pametni telefon) povezan na server. Ukoliko klijent nije povezan, radi sigurnosti da će mikrokontroler da registruje prisutnost klijenta, postavljeno je da se provera vrši 10 puta. Kada brojač „i“ dostigne vrednost 10, vraća brojač na nulu i ulazi u potprogram „Sub()“. Nakon njegovog izvršenja funkcijom return se ponovo proverava da li je klijent povezan na server.

```
WiFiClient client = server.available();
start:
    if (!client) {
            i=i+1;
            if (i==10) {
                    i=0;
                    Sub();
            }
            else {
                    goto start;
            }
    return;
}
```

Ukoliko je klijent povezan potrebno je proveriti šta je poslao i u skladu sa time uključiti ili isključiti relej ili ukoliko nije poslata odgovarajuća poruka na ekranu ispisati poruku „*invalid request*“.

```
int val;
if (req.indexOf("/gpio/0") != -1)
    val = 0;
else if (req.indexOf("/gpio/1") != -1)
    val = 1;
else {
    lcd.setCursor(0,2);
    lcd.print("invalid request");
    client.stop();
    return;
  }
```

U potprogramu Sub() se vrši ispisivanje broja prijavljenih korisnika na *YouTube* kanalu, kao i datum i vreme. U string-u subscribersString se upisuje broj prijavljenih korisnika dobijen izvršenjem potprograma getSubscribers() koji se u zavisnosti od dužine i sadržaja prosleđuje na ispisivanje u potprogramu „printSubscribers“. Broj prijavljenih korisnika ostaje na ekranu 10 sekundi nakon čega sledi brisanje ekrana i prikaz datuma i vremena koji se takođe zadržava na ekranu 10 sekundi.

```
int length;
        String subscribersString = String(getSubscribers());
//getSubscribers vraća broj prijavljenih korisnika
        length = subscribersString.length();
        lcd.clear();
        printSubscribers(length,subscribersString);
//Prikazivanje na displeju
    delay(10000);

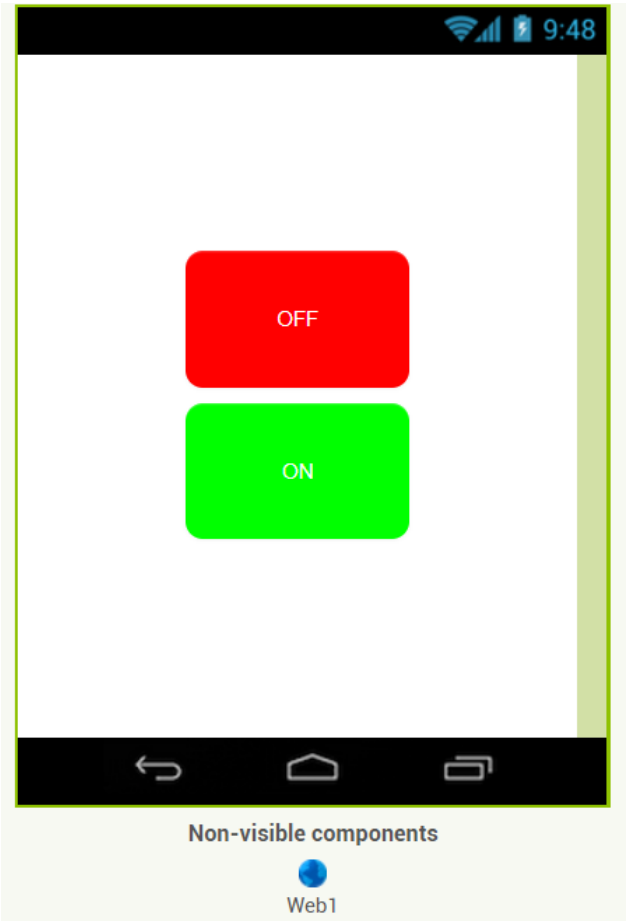
    lcd.clear();
        lcd.setCursor(7,0);
        time_t now = time(nullptr);
        struct tm* p_tm = localtime(&now);
        lcd.print(p_tm->tm_mday);
        lcd.print("/");
        lcd.print(p_tm->tm_mon + 1);
        lcd.print("/");
        lcd.print(p_tm->tm_year + 1900);
        lcd.setCursor(9,2);
        lcd.print(p_tm->tm_hour);
        lcd.print(":");
        lcd.print(p_tm->tm_min);
    delay(10000);
```

V. KREIRANJE APLIKACIJE ZA MOBILNI TELEFON

Za kreiranje Android aplikacije je korišćena *Web* aplikacija *MIT App Inventor* [8]. Ova aplikacija omogućava brzo i lako kreiranje Android aplikacija u grafičkom okruženju. U aplikaciji nije potrebno pisati kodove već se kompleksni programski jezici jednostavno zamenjuju povezivanjem blokova.

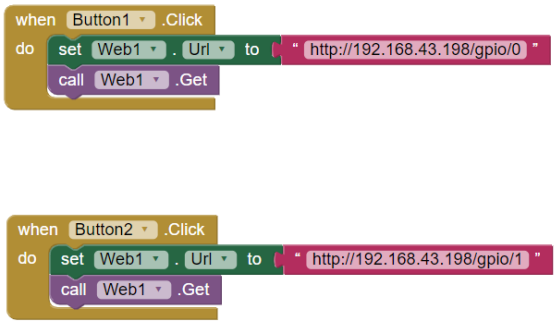
Pre pravljenja same aplikacije potrebno je osmisliti na koji način će se pametni telefon povezati na mikrokontroler. S obzirom da *NodeMCU* već poseduje mogućnost da se poveže na internet najjednostavnije je napraviti *Web server* gde će se putem aplikacije slati naredbe, a pomoću mikrokontrolera one čitati i izvršavati.

Nakon kreiranja i testiranja *Web server-a* potrebno je napraviti aplikaciju pomoću *MIT App Inventor-a*. Ova *Web* aplikacija se sastoji iz dizajnerskog i dela sa blokovima. U dizajnerskom delu je potrebno osmisliti kako će aplikacija da izgleda u zavisnosti od funkcija koje treba da obavlja. U ovom radu je bilo potrebno kreirati dva tastera (*Button*) koji služe za uključivanje i isključivanje releja tj. uređaja. Moguće je izabrati bilo koji oblik, boju, sliku i tekst za taster kao i mesto gde će se nalaziti na ekranu. Za taster za uključivanje je izabran zaobljeni pravougaonik zelene boje sa tekstom „ON“ u sredini, a za isključivanje zaobljeni pravougaonik crvene boje sa tesktom „OFF“. U dnu dizajnerskog dela se primećuje nevidljiva komponenta „Web1“ koja služi da omogući komunikaciju putem *Web-a*. Izgled aplikacije da prikazan na slici 5.



Slika 5. Izgled aplikacije.

U delu sa blokovima je potrebno dodeliti tasterima funkciju koju će obavljati, kao što je prikazano na slici 6. Pritiskom na Button1 tj. na „OFF“ taster učitava se URL adresa za isključivanje uređaja koja se putem *Get* funkcije šalje na server. Pritiskom na Button2 tj. na „ON“ taster učitava se URL adresa za uključivanje uređaja koja se putem *Get* funkcije šalje na server.



Slika 6. Izgled blokova aplikacije.

Konačno, kreiranje same aplikacije se vrši tako što se u meniju „Build“ odabere opcija app (save .apk to my computer). Nakon toga je potrebno prebaciti i instalirati aplikaciju na pametnom telefonu. Ono što je bitno napomenuti je da *NodeMCU* i pametni telefon moraju biti povezani na istu Wi-Fi mrežu kako bi komunikacija bila moguća.

VI. Zaključak

U ovom radu je predstavljen kompletno završen uređaj koji predstavlja *Bluetooth* zvučnik sa ekranom na kome se prikazuje datum i vreme i broj prijavljenih korisnika na *YouTube* kanalu. Pokriven je kompletan proces od odabira komponenti i njihovog opisa, povezivanja kompletne šeme, programiranja mikrokontrolera, dobijanja potrebnih podataka za ispravan rad uređaja, pravljenje Android aplikacije za kontrolu uređaja i na kraju smeštanja u kućište.

Ovaj uređaj je moguće unaprediti korišćenjem kvalitetnijih komponenti koji se odnose na reprodukciju zvuka kao što su pojačalo i zvučnici ili sam *Bluetooth* modul novije generacije. Na ekranu je moguće prikazivati više podataka kao što su vremenska prognoza, broj pratilaca na društvenim mrežama, trenutna temperatura itd., praktično ne postoje ograničenja kada je u pitanju raznolikost prikaza informacija na ekranu.

Zahvalnica

Autor se zahvaljuje doc. dr Danijelu Dankoviću na izdvojenom vremenu, sugestijama i pomoći pri realizaciji projekta i pisanju rada.

Literatura

[1] NodeMCU, dostupno na: http://nodemcu.com/index_en.html
[2] ArduinoIDE, dostupno na: https://www.arduino.cc/en/Main/Software
[3] LCM1602, dostupno na: https://opencircuit.nl/ProductInfo/1000061/I2C-LCD-interface.pdf (Pristupljeno 8.10.2018.)
[4] *Bluetooth* modul, dostupno na: https://www.dx.com/p/bluetooth-v2-0-edr-usb-drive-audio-receiver-w-3-5mm-audio-male-to-male-cable-black-163694 (Pristupljeno 8.10.2018.)
[5] PAM8403, dostupno na: https://www.diodes.com/assets/Datasheets/PAM8403.pdf (Pristupljeno 8.10.2018.)
[6] https://console.developers.google.com/apis/ (Pristupljeno 12.10.2018.)
[7] https://www.hackster.io/nickthegreek82/youtube-subscriber-counter-using-an-esp8266-board-550a36 (Pristupljeno 1.9.2018.)
[8] MIT App Invertor, dostupno na: http://ai2.appinventor.mit.edu/?locale=en (Pristupljeno 10.10.2018.

Realizacija LED propelera

Nikola Mitrović

Sadržaj – U ovom radu je prikazan proces projektovanja i realizacije LED propelera. Objašnjeni su osnovni principi dizajniranja kola koja treba da kod posmatrača kreiraju utisak optičke varke, a dati su i najbitniji delovi programiranja mikrokontrolera PIC16F877A za datu primenu.

I. UVOD

Za LED osvetljenja se kaže da su osvetljenja budućnosti. Iako se i dalje radi na napretku uvođenja LED svetla u svakodnevni život i zamenjivanju običnih sijalica, stiče se utisak da ova vrsta osvetljenja iako je sa strane uštede energije i radnog veka daleko ispred halogenih sijalica, još uvek ne može da isprati jačinu svetlosti koje odaje halogeno svetlo. S druge strane, LED svetla su odličan izbor kod svetlećih reklama, svetlosnih znakova u saobraćaju i drugih dekorativnih primena. Jedna od upečatljivijih primena LED svetlosti u dekoraciji ili marketingu je za realizaciju tzv. LED propelera.

II. PRINCIP RADA

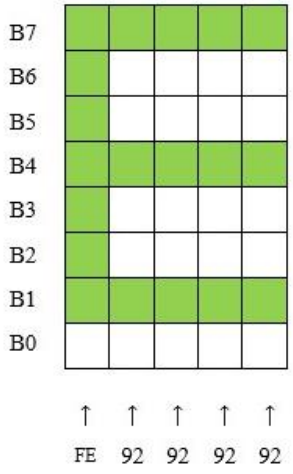
Prilikom projektovanja LED propelera, krak, ili više njih, na kome su smeštene LE (Light Emitting) diode se rotira velikom brzinom. Tokom rotacije se, u odgovarajućim vremenskim trenucima, šalju signali koji uključuju određene LE diode. Sinhronizacijom brzine rotacije rotora i brzine slanja sekvenci signala za uključivanje određenih LE dioda, kod posmatrača se stvara utisak optičke varke da se prilikom rotacije ispisuju svetleća slova. Da bi ova optička varka bila potpuna, potrebno je jako dobro proračunati dva navedena parametra, odnosno brzinu rotacije kraka i brzinu i oblik sekvence signala za uključivanje dioda.

A. Rotacija kraka

Za privid slike ispisivanja određenih slova potrebno je da brzina rotacije kraka bude jako velika. Rotacija kraka i težišta obezbeđuje se motorom. Ovde se može povući paralela sa kreiranjem animacije. Princip kreiranja animiranih slika i sadržaja sastoji se u izuzetno brzoj promeni unapred pripremljenih slika, koje se u grafici zovu frejmovi [1]. Svaki frejm se za malo razlikuje od prethodnog, pa se njihovim brzim uzastopnim prikazivanjem stvara utisak kretanja određenih delova na slici. Smatra se da je u sekundi potrebno prikazati minimum 25 uzastopnih frejmova kako bi se kod ljudskog oka stekao utisak optičke varke [2]. Naravno, ovaj podatak treba uzeti sa rezervom, jer se prag osetljivosti za ovu pojavu razlikuje kod ljudi. To znači da je za kreiranje optičke varke LED propelerom potrebno obezbediti motor koji će omogućiti da se krak propelera okrene oko težišta najmanje 25 puta u sekundi da bi ispisivanje poruke uspelo. U ovom radu, krak je načinjen od pertinaksa, koji važi za relativno lak materijal, a na kraku je povezano 8 LE dioda. Na težištu, delu koji se takođe rotira, smeštena je mala proto ploča sa mikrokontrolerom i dodatnim komponentama. Prilikom računanja napajanja koje treba dovesti do motora koji vrši rotaciju, treba uzeti u obzir i težinu ovih komponenata, odnosno njihovo suprotstavljanje rotaciji.

B. Kodiranje slova

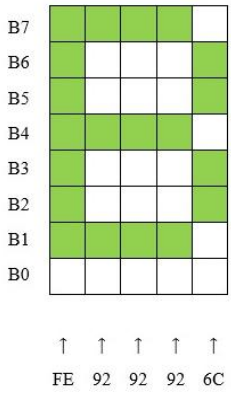
Drugi jako bitan parametar za realizaciju ovog sistema je slanje odgovarajućih signala do dioda. Svaka od dioda povezana je sa jednim pinom porta B mikrokontrolera PIC16F877A [3]. Kako bi se ispisala određena poruka, potrebno je prvo napraviti raspored uključivanja određenih dioda. Za formiranje rasporeda za ispisivanje reči potrebno je projektovati sekvence za svako slovo. Raspored se pravi tako što se napravi selekcija bitova na koje treba proslediti nivo logičke jedinice kako bi se ispisao deo po deo slova. Svako slovo će biti podeljeno na pet vertikalnih linija, a horizontalno je svako slovo već podeljeno na 8 linija, zbog 8 pinova odnosno dioda. Raspored prosleđivanja signala portu B za slovo „E” dat je na slici 1.



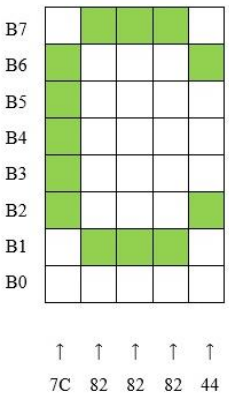
Slika 1. Kodiranje za slovo „E”.

N. Mitrović je student doktorskih studija sa Katedre za mikroelektroniku na Elektronskom fakultetu, Univerziteta u Nišu. Aleksandra Medvedeva 14, 18000 Niš, Srbija, E-mail: nikola.mitrovic.nis@gmail.com

Za prvi vertikalni red, portu B potrebno je isporučiti heksadecimalnu sekvencu signala FE, odnosno binarno 11111110 pinovima B7 – B0. Ovde treba voditi računa o tome da se u binarnom zapisu cifra najveće težine nalazi sa desne strane, pa da se ovom sekvencom napon logičke jedinice šalje redom na pinove B7 – B1, a logička nula na pin B0. Na ovaj način, sekvenca uključenih dioda će predstavljati deo slova „E”. Za ostala četiri dela, sekvenca je identična. Portu B treba isporučiti sekvencu 10010010 binarno, odnosno 92 heksadecimalno. Navedena sekvenca će uključiti diode povezane sa pinovima B7, B4 i B1. Tako su formirane ostale četiri petine prvog slova. Heksadecimalni kodovi za ostala slova koja će biti korišćena u realizaciji rada dati su na slikama 2 i 3.



Sl. 2. Kodiranje za slovo „B”.

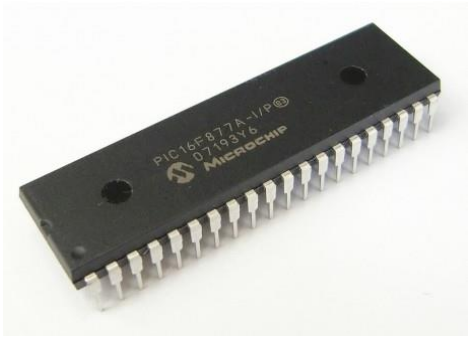


Sl. 3. Kodiranje za slovo „C”.

III. PROGRAMIRANJE MIKROKONTROLERA

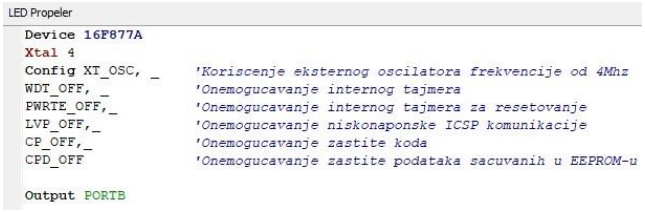
Kodiranje slova za ispisivanje reči predstavlja samo deo zadatka za formiranje drugog parametra. Drugi, možda i bitniji deo predstavlja sinhronizacija sekvence signala sa brzinom rotacije kraka.. Za programiranje mikrokontrolera biće iskorišćen softverski alat Proton IDE [4]. Prilikom rada sa ovim softverskim alatom, na početku je potrebno definisati konkretan model mikrokontrolera. Definisanjem modela, softverski alat određuje sadržaje pojedinih registara na uobičajene vrednosti, pa je sam proces programiranja znatno olakšan. Konkretan model mikrokontrolera koji je korišćen je PIC16F877A, konkretno kućište DIP 40 (Dual In-line Package, 40 pinova), prikazan na slici 4.

Glavna karakteristika prilikom odabira mikrokontrolera za ovu primenu je frekvencija rada oscilatora. Potrebno je da oscilator bude frekvencije koja je dva puta veća od optimalne frekvencije za rad. Kako odabrani model ne poseduje interni oscilator, frekvencija rada ograničena je na frekvenciju oscilatora. Stoga, biće korišćen eksterni oscilator frekvencije od 4 MHz. Pored određivanja frekvencije oscilatora, potrebno je podesiti neke standardne vrednosti.



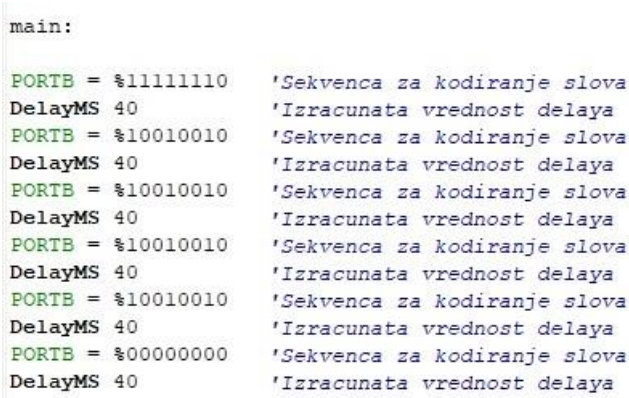
Slika 4. PIC16F877A u kućištu DIP 40.

Treba izvršiti konfiguracije simulatora tako da radi sa eksternim oscilatorom i omogućiti upis novih podataka i nakon pisanja koda. Izgled korisničkog interfejsa sa unetim komandama dat je na slici 5.



Slika 5. Konfiguracija programiranja.

Potrebno je programirati mikrokontroler tako da slanje tačno jedne sekvence (petine jednog slova) odgovara tačno jednoj rotaciji kraka Ranije u radu je navedeno da je minimalna potrebna frekvencija rotacije 25 Hz (25 puta u sekundi). To znači da period za jednu rotaciju iznosi 1/25, odnosno 40 ms. Prilikom programiranja mikrokontrolera, potrebno je kodirane sekvence isporučiti portu B sa međusobnim kašnjenjem (delay) od 40 ms. Pristup portu vrši se dodavanjem znaka „%” ispred sekvence bitova. Izgled korisničkog interfejsa sa kodiranjem za slovo „E” dat je na slici 6.



Slika 6. Programiranje za slovo „E”.

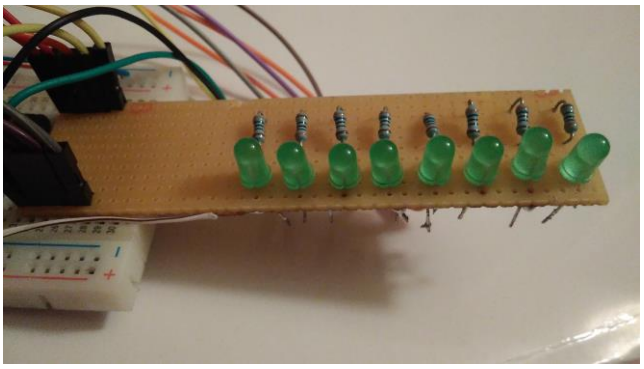
Na identičan način, izvršeno je programiranje kodiranih vrednosti za ostala slova. Na kraju glavnog dela koda, potrebno je uneti komandu koja izvršavanje instrukcija vraća na početak glavnog dela koda, kako bi se ovaj proces slanja signala do dioda stalno izvršavao. Na ovaj način završena je sinhronizacija rada mikrokontrolera sa motorom odnosno njegovom rotacijom.

IV. PRAKTIČNA REALIZACIJA

Za praktičnu realizaciju ovakvog sistema akcenat treba staviti na optimalnom povezivanju motora. Kako je za omogućavanje traženog broja rotacija potreban relativno snažan motor, treba brinuti i o stabilnosti čitave konstrukcije. U slučaju da sve komponente nisu dobro povezane, prilikom rotacije može doći do prekidanja veze između komponenata i ploče ili gubitka konekcija između spojeva, pa samim tim i do otkazivanja sistema.

Prvi korak je obezbediti odgovarajuće napajanje, kako za motor, tako i za mikrokontroler. Odabrani PIC16F877A zahteva napajanje od 5 V (4,8 V do 5,2 V), i za ovu svrhu biće iskorišćena odgovarajuća baterija.

Kako je ranije u radu navedeno, krak će biti realizovan od pertinaksa. Na krak je povezano 8 dioda, u skladu sa projektovanom idejom. Krak je prikazan na slici 7.



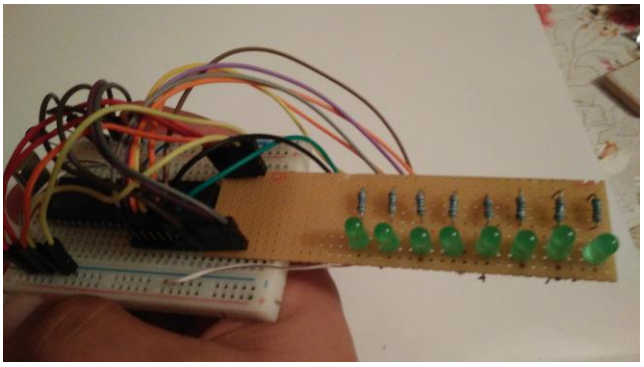
Slika 7. Realizacija kraka.

Redno sa svakom od dioda potrebno je povezati odgovarajući otpornik. Napon vođenja zelene LE dioda koje su korišćene u radu je oko 1,7 V. Struja sa izlaznih pinova odabranog mikrokontrolera iznosi 20 mA, a napon 5 V (napon logičke jedinice). Redna otpornost treba da iznosi:

$$R = (V_{CC} - V_D) / I_D = (5V - 1,7V) / 20mA = 165\Omega \qquad (1)$$

Otpornost treba da iznosi 165 Ω, ali je odabrana komercijalno dostupna najbliža veća vrednost, odnosno 180 Ω. Na kraku je potrebno zalemiti anode LE dioda sa otpornicima, katode LE dioda povezati sa masom, a otpornike povezati sa odgovarajućim pinovima (B7 – B0). Krak je onda potrebno dobro učvrstiti na više mesta na proto ploči, kako bi ceo sistem ostao stabilan tokom rotacije.

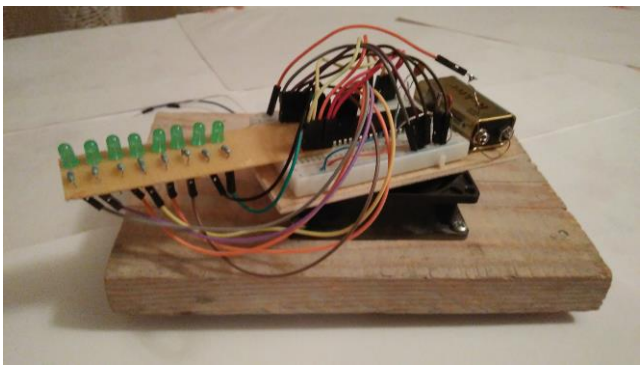
Na samoj proto ploči je potrebno povezati mikrokontroler, i obezbediti mesto za bateriju koja će napajati kolo. Pored samog mikrokontrolera, na ploči je potrebno povezati i oscilator. Na ovaj način, realizovani su svi delovi kraka.



Slika 8. Povezana proto ploča sa komponentama i krakom.

Nakon povezivanja na proto ploči, potrebno je obezbediti odgovarajući rotor. Za potrebe rotora iskorišćen je motor hladnjaka sa računara. Motor hladnjaka računara nema svoje napajanje, pa je potrebno obezbediti adapter. Pri naponu od 12 V, motor hladnjaka računara dostiže dovoljan broj rotacija u sekundi (između 25 i 30), pa je potrebno obezbediti adapter koji će prilagoditi napajanje mreže potrebama motora. Takođe, ceo motor je potrebno učvrstiti, kako bi se povećala stabilnost prilikom rotacije.

Kada je proces prilagođavanja motora završen, potrebno je proto ploču učvrstiti na motoru. Na rotirajući deo motora prvo je zalepljen odgovarajući komad plastike, dimenzija proto ploče, koji treba da predstavlja podnožje za ploču, a onda je utisnuta i sama ploča. Prilikom sklapanja sistema potrebno je voditi računa o tome da kratkospojnici ne dodiruju delove motora ili težišta, već je potrebno obezbediti otvoren luk za rotaciju. Izgled formiranog sistema dat je na slici 8.



Slika 8. Realizovan sistem.

Jako bitan faktor kod ovakvih sistema je opterećenje motora. Prilikom instaliranja proto ploče, kraka, baterije i drugih komponenata na rotirajući deo motora, težina svih tih komponenata utiče na snagu motora. Posledica je

smanjenje broja rotacije po sekundi koje može dovesti do toga da se slova ne vide najjasnije. Zbog toga, treba težiti što manjem broju komponenata, lakšoj bateriji, što kraćim žicama i ravnotežnom povezivanju. Drugi bitan faktor je aerodinamičnost sistema, pa prilikom povezivanja komponenata je jako bitno da komponente i kratkospojnici budu što bliže ploči, kako bi se smanjio otpor vazduha prilikom rotacije.

V. ZAKLJUČAK

U radu je prikazan jedan on načina za realizaciju LED propelera. Detaljno su objašnjeni procesi kodiranja slova i vremenske sinhronizacije sistema. Na kraju je data realizacija sa odabranim komponentama.

Opisani sistem se može unaprediti na dosta načina. Moguće je dodati više krakova za rotaciju kako bi se povećala stabilnost. S druge strane, projektovanjem odgovarajućeg statora, moguće je napraviti sistem koji prilikom svake rotacije kraka trigeruje senzor. Prijemom te informacije, mikrokontroler šalje narednu sekvencu signala, i ovaj proces se ponavlja svakom rotacijom. Sa estetske strane, moguće je optimizovati veličinu i motora i kraka, ali bi sa tehničke strane, u svakom od ovih slučajeva proces kodiranja slova ostao nepromenjen.

ZAHVALNICA

Ovaj rad je realizovan kao dekorativni element za potrebe međunarodnog inženjerskog takmičenja EBEC Balkan, koje je maja 2018. godine organizovala studentska organizacija BEST Niš. Autor se ovom prilikom zahvaljuje organizaciji BEST Niš na izdvojenim sredstvima za realizaciju projekta. Takođe, autor se zahvaljuje asistentu Milošu Đorđeviću na sugestijama i pomoći pri realizaciji projekta.

LITERATURA

[1] Stellenbosch University „Animation“, Chapter 9. Dostupno na: http://academic.sun.ac.za/forlang_s/ftp/old/Flash%20Chapters/animation,%20timeline,%20scenes.pdf

[2] S.K. Card, T.P. Moran, A. Newell, „ The Psychology of Human-Computer Interaction” , Chapter 2. Dostupno na: http://www-personal.umich.edu/~itm/688/wk7/CMN-ch2.PDF

[3] PIC16F877A datasheet. Dostupno na: http://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/39582b.pdf

[4] Crownhill Associates „Proton IDE Compiler Manual – Version 3.1” June 2005. dostupno na: http://www.protonbasic.co.uk/vbdownloads.php?do=download&downloadid=344

Realizacija zvučnog pojačala

Nikola Mitrović

Sadržaj – U ovom radu prikazan je proces dizajniranja i realizacije pojačala audio signala. Oblici signala su prikazani na osciloskopu. Objašnjeni su i faktori šuma.

I. UVOD

Cilj pojačavača je pojačati ulazni signal bez izobličenja. Mogućnost obrade signala danas je jako velika, i uređaji koji imaju ulogu da eliminišu šumove, ali i da unesu odgovarajuće šumove izuzetno su napredovali. Da bi bilo moguće jasno definisati kvalitet prenosa signala, potrebno je prvo definisati šta je tačno signal, a šta je tačno šum. Signal je informacija koja se prenosi određenim medijumom, dok je šum neželjena smetnja koja se preklapa sa korisnim signalom i koja ima tendenciju da prekrije sadržaj korisne informacije.

Ljudska percepcija zvuka može da bude subjektivna, ali ima neke uopštene osobine. Najopštije prihvaćena definicija zvuka je da je zvuk svaka vremenski promenljiva mehanička deformacija u elastičnoj sredini, a zvučni talas je mehaničko talasno kretanje koje nastaje oscilacijama u materijalu [1]. U svakodnevnom životu, materijal kroz koji se prostire zvučni talas je vazduh, i brzina zvuka u toj sredini iznosi oko 331 m/s [2]. Frekvencija zvuka koje ljudsko uho može da registruje nalazi se u opsegu od 20 Hz do oko 20 kHz. Šumovi su obično visokih frekvencija i ljudsko uho ih regstruje kao šuštanje koje ometa prijem audio signala. Cilj audio pojačavača je projektovati kolo koje može pojačati koristan deo audio signala, a potisnuti ili kompletno eliminisati neželjeni.

II. PRINCIP FUNKCIONISANJA

Kako bi se objasnio proces projektovanja kola za pojačanje audio signala, prvo je potrebno ukratko opisati pojačavač kao komponentu kola, a zatim objasniti ulogu pojačavača u kolu. Pojačanje signala predstavlja odnos snage izlaznog i ulaznog signala, i u osnovi je veličina koja nema svoju jedinicu. Jedinica koja se koristi za pojačanje snage u audio tehnici je dB (decibel) [3]. Jedan dB snage iznosi:

$$1\ dB_{(P)} = 10 \cdot log\ (P_i / P_u). \quad (1)$$

Decibel snage ne treba mešati sa decibelom napona ili neke druge veličine. Jedan decibel napona iznosi:

$$1\ dB_{(V)} = 20 \cdot log\ (V_i / V_u). \quad (2)$$

Razlika između pojačanja prikazanog kao jednostavni odnos snaga P_i / P_u i odnosa pojačanja prikazanog u decibelima je ta što decibel prikazuje logaritamski, a obično pojačanje dekadni odnos dve veličine, kao što je i prikazano formulama (1) i (2). Ukoliko se pretpostavi da je snaga izlaznog signala dva puta veća od snage ulaznog signala dekadno (kao odnos izlazne i ulazne snage), pojačanje u decibelima iznosiće oko 3 dB. Iako možda na ovom primeru uvođenje ove veličine za pojačanje, nije baš praktično, ukoliko pretpostavimo da je pojačanje nekog signala oko 10^5 (što nije redak primer u elektronici), pojačanje u decibelima iznosi 50 dB. Zaključak je da je skalom decibela moguće užom skalom prikazati jako širok opseg pojačanja.

A. Operacioni audio pojačavač LM386

Integrisano kolo LM386 je operacioni pojačavač namenjen za korišćenje u niskonaponskim aplikacijama [4]. Konkretan model pakovanja koji je iskorišćen u ovom radu je pakovanje DIP 8, prikazano na slici 1.

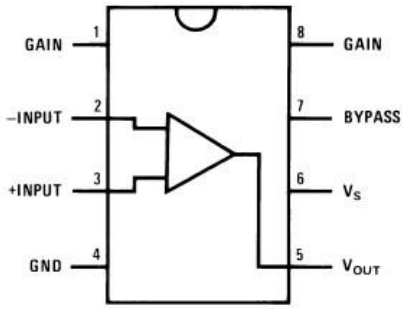


Slika 1. DIP 8 pakovanje LM386.

Pojačanje napona ovog kola je interno setovano na 20, ali dodavanjem eksternog otpornika i kondenzatora moguće je za vrednost pojačanja dobiti bilo koju vrednost iz opsega od 20 do 200. Pinout dijagram kola LM386 dat je na slici 2.

Takođe korišćena osobina ovog integrisanog kola u radu je ta što LM386 može da radi sa relativno širokim spektrom ulaznog napajanja (od 4 V do 12 V). Ovo ga čini kompatibilnim sa klasičnim baterijama od 9 V, i samim tim znatno olakšava izbor napajanja za pojačavač.

Nikola Mitrović je student doktorskih studija sa Katedre za mikroelektroniku na Elektronskom fakultetu, Univerziteta u Nišu. Aleksandra Medvedeva 14, 18000 Niš, Srbija, E-mail: nikola.mitrovic.nis@gmail.com

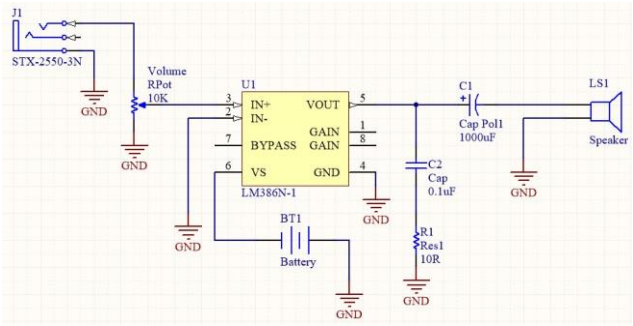


Slika 2. Pinout dijagram kola LM386.

Jedna od glavnih primena ovog operacionog pojačavača je baš u audio tehnici zbog niske distorzije signala (oko 0,2%), pa se signali prenose sa velikom tačnošću.

B. Šema jednostavnog pojačavača

Najjednostavnije povezivanje pojačavača je dato na slici 3.



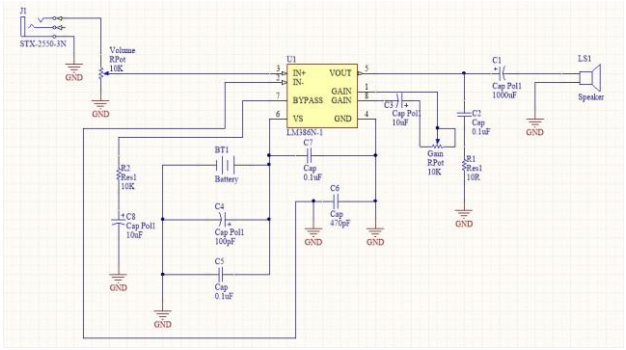
Slika 3. Šema prostog pojačavača.

Audio signal se do pojačavača dovodi preko klasičnog 3,5 mm priključka za audio signale. Okretanjem potenciometra RPot menja se jačina zvuka. Kao što je ranije navedeno, pojačavač se napaja baterijom. U zavisnosti od jačine baterije, odnosno napajanja pojačavača, moguće je pojačavati jače signale. Na pin 5 kola LM386 povezani su kondenzator C2 i otpornik R1 koji čine Zobelovu mrežu [5]. Zobelova mreža se najčešće sreće u kolima kao serijska veza otpornika i kondenzatora koji su paralelno vezani sa zvučnikom i ima ulogu da otkloni neželjene komponente izlaznog signala, odnosno da poništi induktivno opterećenje koje se nalazi u sastavu zvučnika, kako bi zvučnik funkcionisao. Kondenzator C1 ima ulogu da blokira tok jednosmernih komponenata signala do zvučnika. Za kola sa jednosmernim signalima, kondenzator predstavlja prekid, a za kola sa naizmeničnim signalima prosto opterećenje sa svojom impedansom. Zbog toga, jedna od najčešćih primena kondenzatora u pojačavačkim kolima (uz filtre) je da predstavlja prekid za jednosmerne komponente signala. Na zvučniku treba detektovati pojačani audio signal.

Mana ove konfiguracije je mala otpornost na šum. Uzrok ove osobine je povezivanje mase ulaznog audio signala i mase izlaznog zvučnika. Naravno, za rad kola je potrebno povezati ova dva dela kola, ali prilikom proticanja struje, javljaju se pikovi koji utiču na oblik signala. Na ove neželjene efekte je moguće uticati, ali je za tu konfiguraciju potrebno povezati dodatne filterske elemente.

C. Šema optimizovanog pojačavača

Povezivanje pojačavača sa dodatnim kolima za otklanjanje neželjenih komponenata izlaznog signala dato je na slici 4.



Slika 4. Šema optimizovanog pojačavača.

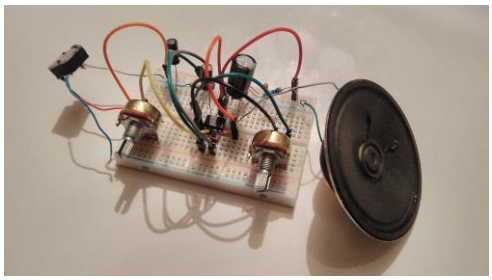
Komponente koje su navedene i objašnjene u prethodnom povezivanju imaju i sada identičnu ulogu, pa će biti objašnjeni samo dodati elementi. Paralelno sa baterijom su povezana dva kondenzatora, C4 i C5. Ova dva kondenzatora imaju ulogu da eliminišu šumove (da izvrše decoupling) u signal koji treba da predstavlja napajanje za pojačavač. Na ovaj način se otklanjaju šumovi koji su delovi signala napajanja samog pojačavača, a samim tim se utiče i na oblik izlaznog signala. Veza otpornika R2 i kondenzatora C8 predstavlja bypass vezu za ulazni signal. Ostali kondenzatori u kolu takođe imaju zadatak da eliminušu šumove, ili da blokiraju jednosmerne komponente signala. Takođe, kolu je dodat potenciometar RPot Gain, serijski vezan sa kondenzatorom C3, koji podešava bas pojačanje zvučnog signala. Ovde je potrebno napraviti razliku između pojačanja zvuka signala i pojačanja basa audio signala.

Bas pojačanje se odnosi na pojačanje samog operacionog pojačavača i ograničeno je opsegom pojačanja operacionog pojačavača (20 – 200 za kolo LM386). Pojačanje zvuka se odnosi na pojačanje nivoa signala u okviru određenog pojačanja pojačavača, i ograničeno je ostalim komponentama u kolu, najviše samim ulazom i zvučnikom, ali je ograničeno i pojačanjem operacionog pojačavača. Ovu razliku najbolje je prikazati na narednom primeru. Ukoliko se potenciometrom za pojačanje kola pojačanje podesi na minimum, odnosno 20, potenciometrom za zvuk signala može se podešavati pojačanje signala u rasponu od 0 do 20. Ukoliko se potenciometrom za pojačanje pojačavača (bas), vrednost podesi na pojačanje od 100 puta, potenciometrom za zvuk

signala može se podešavati pojačanje signala u rasponu od 0 do 100. Iako možda razlika između ove dve veličine nije ljudskom uhu primetna, tehnički ovo su dve izuzetno različite veličine. Povezivanjem dodatnih elemenata kola na navedeni način, znatno je smanjen uticaj šumova, a nije žrtvovana snaga izlaznog signala.

III. PRAKTIČNA REALIZACIJA

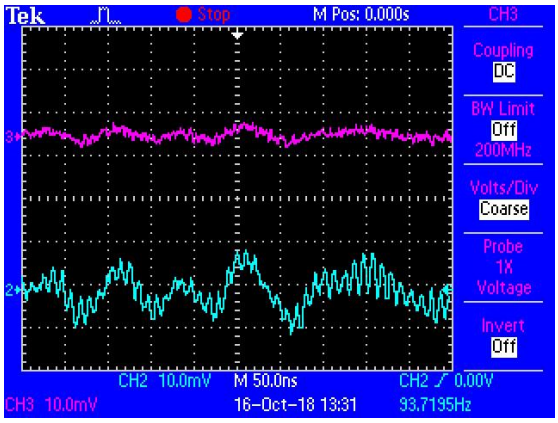
Optimizovani pojačavač audio signala realizovan je na proto ploči. Realizacija je prikazana na slici 5.



Slika 5. Praktična realizacija pojačavača.

Audio signal se dovodi do sistema preko utičnice za 3,5 mm konektor, koji predstavlja jedan od najprisutnjih audio standarda [6]. Potenciometar na slici levo predstavlja potenciometar kojim se kontroliše pojačanje zvuka, a potenciometar na slici desno se koristi za pojačanje pojačavača, odnosno bas pojačanje. Za manifestaciju izlaznog signala iskorišćen je zvučnik sa impedansom od 8 Ω, snage od 0,4 W. Raspored i vrednosti za sve ostale komponente identične su vrednostima sa šeme. Rad realizovanog pojačavača proveren je korišćenjem osciloskopa.

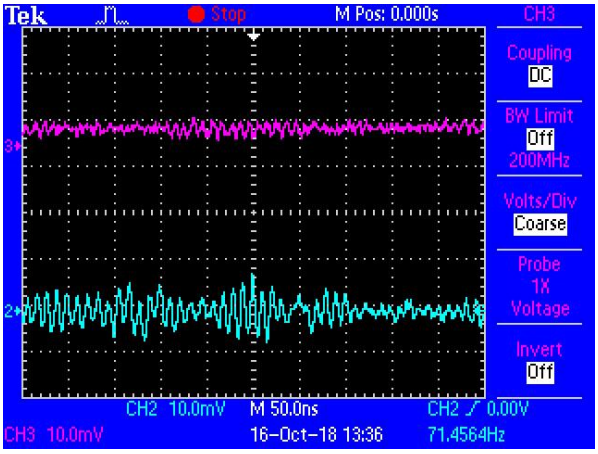
Za snimanje oblika signala iskorišćen je osciloskop Tektronix TDS2024B [7]. Na ulaz sistema biće doveden složen signal u čijem se spektru može pronaći širok raspon frekvencija (kao što je slučaj kod većine audio zapisa). Za početak, dat je oblik signala na osciloskopu kada nema dodatnog pojačanja. Ovi oblici prikazani su na slici 6.



Slika 6. Oblici signala na osciliskopu.

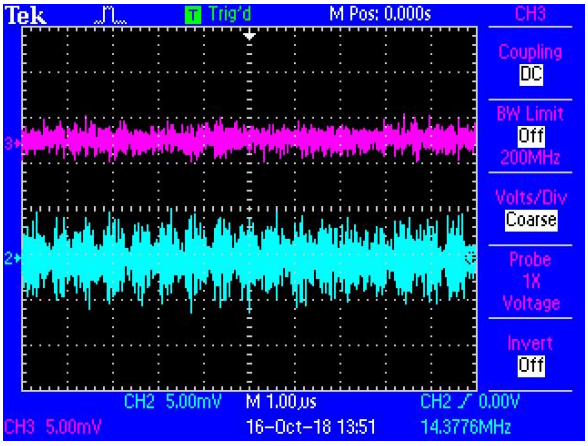
Signal koji je na osciloskopu prikazan ljubičastom bojom je ulazni signal za sistem, a signal koji je na osciloskopu prikazan plavom bojom je izlazni signal. Slika 6 prikazuje oblik signala kada su oba potenciometra u krajnjem levom položaju (i potenciometar za jačinu ulaznog signala i potenciometar za pojačanje pojačavača). Ranije u radu je navedeno da LM386 ima interno kolo za pojačanje signala. To je uzrok pojačanja signala koje se može uočiti na osciloskopu.

Prilikom okretanja potenciometra za pojačanje signala, dolazi do pojačanja jačeg signala identičnim pojačanjem. Oblik signala dat je na slici 7.



Slika 7. Pojačanje jačeg signala.

Prilikom okretanja potenciometra za pojačanje pojačavača, dolazi do jačeg pojačanja identičnog signala. Oblik signala dat je na slici 8.



Slika 8. Povećanje pojačanja i volumena signala.

Jako bitan faktor kod pojačanja signala je napon napajanja pojačava. Ulazni signal može bit pojačan samo do vrednosti napona napajanja. Ukoliko vrednost izlaznog signala bude veća od napona napajanja, dolazi do odsecanja signala koji se u audio tehnici manifestuju kao

šumovi ili nepotpuni tonovi. Ovaj faktor predstavlja dodatno ograničenje sistema.

IV. Zaključak

U radu su date osnove pojačavačke tehnike audio signala. Akcenat rada je bio na razumevanju svih delova kola pojačavača, kako uloge samog operacionog pojačavača, tako i strukture i uloge filtara i drugih pomoćnih kola.

Sam pojačavač je moguće unaprediti na dosta načina. Sa strane povezivanja, moguće je realizovati čitav sistem na proto ploči. Na ovaj način, ne bi bilo potrebe da žice spajaju izvode komponenata, i samim tim bi se povećala otpornost na šum. Sa strane snage pojačavača, korišćenjem kola sa boljim performansama ili kaskadnim vezivanjem pojačavača, moguće je znatno uticati na pojačanje audio signala, ili pak povezati izlazni signal sa više zvučnika, kako bi se stekao potpuniji muzički doživljaj

Zahvalnica

Autor rada se zahvaljuje prof. dr Zoranu Prijiću i doc. dr Danijelu Dankoviću na pomoći pri savladavanju teorije operacionih pojačavača i drugih korišćenih analognih kola.

Literatura

[1] D. Pavlović, M. Bjeliić „Akustika”, Poglavlje 1 – Uvod u Akustiku, Elektrotehnički fakultet, Univerzitet u Beogradu. Dostupno na: http://telekomunikacije.etf.bg.ac.rs/predmeti/te4e/Akustika_01_Uvod_u_akustiku.pdf

[2] V. Delić „Fizika zvuka” slajdovi, Fakultet tehničkih nauka, Univerzitet u Novom Sadu. Dostupno na: http://vtsns.edu.rs/wp-content/uploads/2013/12/MM2-1-Fizika-zvuka.pdf

[3] V. Litovski „*Osnovi elektronike*” Akademska misao, 2006.

[4] Texas Instruments, LM386 datasheet. Dostupno na: http://www.ti.com/lit/ds/symlink/lm386.pdf

[5] M. D. Filipović „Audio – pojačavači”. Dostupno na: http://www.prakticnaelektronika.com/wp-content/uploads/2017/11/PE4-Audio-pojacavaci.pdf

[6] Spectrum, 3.5 mm Specifications datasheet. Dostupno na: http://www.spectrum-et.org/new_web2/adapters/pdf/InSeries/Inseries-3.5mm.pdf

[7] Tektronix, osciloskop TDS2024B datasheet. Dostupno na: http://www.testequipmenthq.com/datasheets/TEKTRONIX-TDS2024B-Datasheet.pdf

Realizacija protivpožarnog alarma na štampanoj ploči

Nikola Mitrović

Sadržaj - Ovaj rad pruža uvid u dizajniranje jednog jednostavnijeg protivpožarnog sistema kao i u projektovanje i realizaciju sistema na štampanoj ploči. Sistem je realizovan bez mikrokontrolera, odnosno samo sa analognim komponentama.

I. UVOD

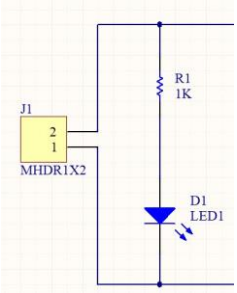
Jedna od osnovnih vrsta bezbednosnih sistema objekata je i zaštita od požara. Izučavanjem karakteristika zračenja, pogotovo zračenja koje nije vidljivo golim okom, omogućen je i razvoj odgovarajuće elektronike u toj oblasti. Otkrivanjem i izučavanjem senzora koji su kalibrisani tako da detektuju određen opseg elektromagnetnog zračenja, postalo je moguće detektovati i odrediti neke relativno opasne događaje i sredine, pogotovo u oblasti nuklearne fizike. Jedna od najprisutnijih primena infracrvenih detektora je baš u sistema za zaštitu od požara. Razvojem elektronike i globalnim padom cena komponenata na tržištu, ovi sistemi su takođe postali finansijski dostupniji.

II. PRINCIP FUNKCIONISANJA

Princip funkcionisanja čitavog sistema jednostavnije je objasniti ukoliko sistem podelimo na logičke blokove. Blokovi će biti deo koji služi kao indikator napajanja, deo kola za prepoznavanje požara, deo za zvučnu signalizaciju i ručnu kontrolu sistema.

A. Blok za indikator napajanja

Deo kola koji služi kao indikator napajanja prikazan je na slici 1. Sastoji se od otpornika R1 i LE diode D1.



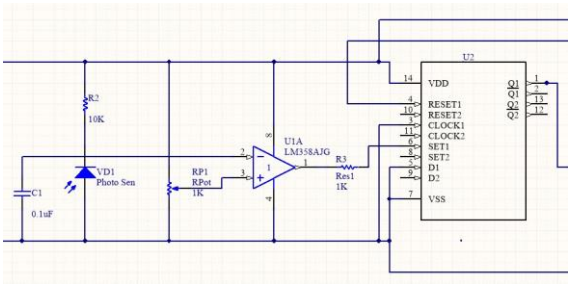
Slika 1. Blok za indikator napajanja.

Kada se preko konektora dovede napajanje od 5V, diode će krenuti da svetli. To će biti pokazatelj da je napajanje dovedeno do kola. Otpornik R1 služi kako bi se ograničila struja kroz granu kola i kako ne bi došlo do pregorevanja diode.

Nikola Mitrović je student doktorskih studija sa katedre za mikroelektroniku na Elektronskom fakultetu, Univerziteta u Nišu. Aleksandra Medvedeva 14, 18000 Niš, Srbija, E-mail: nikola.mitrovic.nis@gmail.com

B. Blok za prepoznavanje požara

Deo kola koji služi za prepoznavanje požara prikazan je na slici 2.

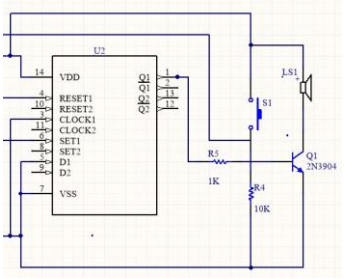


Slika 2. Blok za prepoznavanje požara.

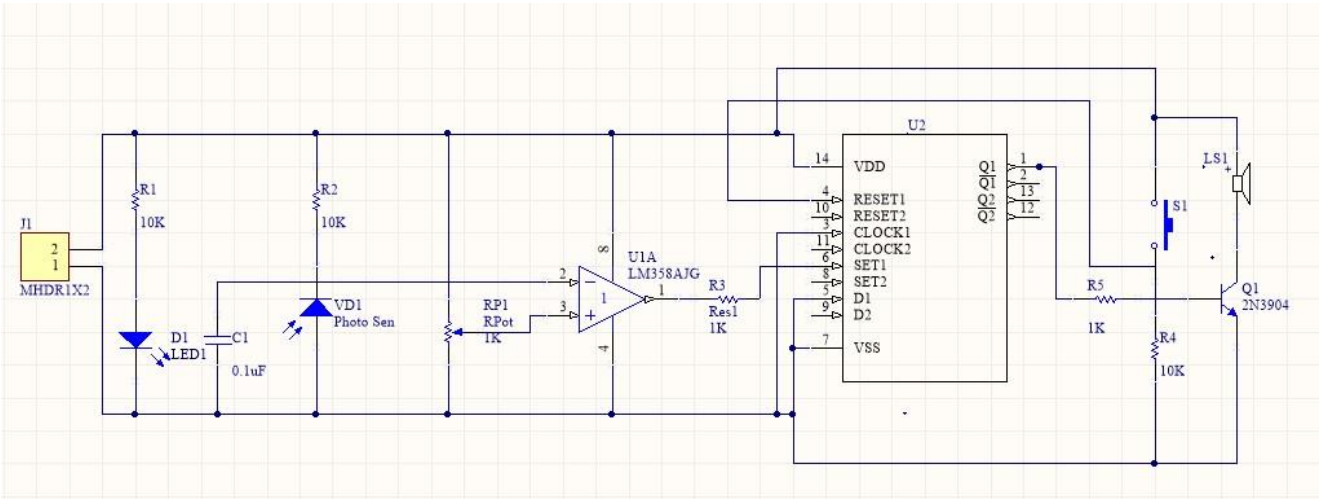
Otpornici R2 i R3, potenciometar RP1, kondenzator C1, infracrvena dioda VD1, komparatorsko kolo LM358 i kolo HEF4013BP čine deo kola koji je zadužen za prepoznavanje požara. Potenciometar RP1 se postavi na srednju vrednost tako da referentni nivo komparatorskog kola LM358 bude na oko 2,5 V. Kondenzator C1 ima ulogu blokiranja jednosmernih signala. Infracrvena dioda je iskorišćena kao detektor požara, i predstavlja glavni deo senzorskog bloka. Kada nema zračenja, odnosno radijacije, celokupni napon sa napajanja se prosleđuje na neinvertujući deo komparatora. Usled povećane radijacije prilikom stvaranja plamena, dioda kreće da vodi i formira naponski razdelnik sa otpornikom R2. Napon koji se isporučuje neinvertujućem pinu kola naponskog komparatora padne, pa se na izlazu komparatora javlja signal logičke jedinice (jer je sada $V_{IN} < V_{REF}$). Napon logičke jedinice se dovodi do pina SD kola HEF4013BP, pa se ovaj napon javlja i na izlaznom pinu stanja Q1, i prosleđuje se delu kola za zvučnu signalizaciju požara.

C. Blok za zvučnu signalizaciju i ručnu kontrolu

Deo kola koji služi za zvučnu signalizaciju i ručnu kontrolu sistema prikazan je na slici 3.



Slika 3. Blok za zvučnu signalizaciju i ručnu kontrolu.



Slika 4. Izgled kompletne šeme.

Deo kola za zvučnu signalizaciju se sastoji od od otpornika R5 koji ponovo služi da ograniči struju, a na kome dolazi do pada napona. Novonastali signal je manjeg napona od napona napajanja pa predstavlja prekidački signal za tranzistor, koji je strujno kontrolisana komponenta, pa pri prijemu ovog signala kreće da vodi. U trenutku kada tranzistor provede, dolazi do zatvaranja kola pa samim tim i do uključivanja zujalice koja simulira zvuk alarma.

Otpornik R4 i taster čine deo kola za ručnu kontrolu alarma. Pritiskom tastera, napon logičke jedinice se dovodi na pin reset kola HEF4013BP pa se sistem resetuje. Na taj način, na izlaz ovog kola se stvara napon logičke nule, pa se, dok je taster pritisnut, ostatak kola ne uključuje.

Na slici 4 dat je izgled kompletnog šematika.

III. KOMPONENTE ZA REALIZACIJU

Realizacija jednog ovakvog sistema zahteva više raznovrsnih komponenata. Redom će biti objašnjene najvažnije komponente.

A. IR Receiver

Ova komponenta ima isti princip rada kao i fotodioda. Razlika je u tome što je IR receiver osetljiv samo na svetlost određene talasne dužine, odnosno samo na infracrvenu svetlost.

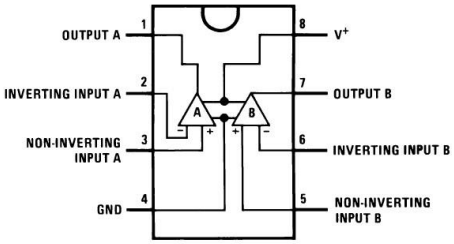


Slika 5. Izgled IR receivera

IR receiver se uvek polariše inverzno. Kada nema infracrvene svetlosti, kroz diodu teče jako mala struja, reda veličine par nA, a kada dioda detektuje ovaj vid zračenja, kreće da vodi, i struja kroz diodu raste, pa i pad napona na njoj. Najčešće se u kolima koristi kao deo naponskih razdelnika.

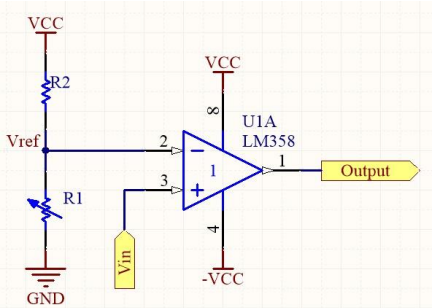
B. Integrisano kolo LM358

Ovo integrisano kolo se sastoji od dva operaciona pojačavača koji su dizajnirani tako da mogu biti povezani sa različitm vrstama napajanja [1].



Slika 6. Pinout kola LM358.

Samo kolo operacionog pojačavača ima jako širok spektar primena, a u ovom radu je konkretno iskorišćen operacioni pojačavač koji je konfigurisan da radi kao komparator [2].

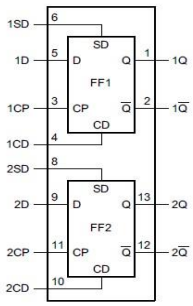


Slika 7. Kolo komparatora.

Komparator u neinvertujućoj konfiguraciji na izlazu daje napon logičke jedinice ako je $V_{IN} > V_{REF}$, a napon logičke nule ako je $V_{IN} < V_{REF}$. Konfiguracija sa naponskim razdelnikom omogućava praćenje promene napona V_{REF} u zavisnosti od elemenata kola sa promenljivom otpornošću, a samim tim i podešavanje izlaznog signala kola.

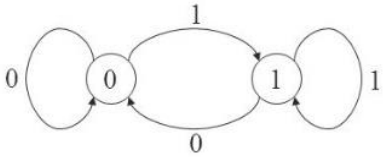
C. Integrisano kolo HEF4013BP

Ovo integrisano kolo se sastoji od dva D flip flopa. Funkcionalni dijagram ovog kola dat je na slici 8 [3].



Slika 8. Funkcionalni dijagram kola.

Takođe sadrži pinove za CP (clock), SD (set) i CD (reset). Dijagram stanja D flip flopa [4] dat je na slici 9.



Slika 9. Dijagram stanja D flip flopa.

D flip flop ili delay flip flop kako se još naziva je izuzetno zastupljeno digitalno kolo, pogotvo u memorijama. Pinovima SD (Set D) i CD (Clear D) ovog integrisanog kola se ulaz (D) setuje na logičku jedinicu (SET) odnosno logičku nulu (RESET), a samim tim se određuje i izlaz.

D. Bipolarni transistor 2N3904

Ovaj tranzistor predstavlja jedan od komercijalno najdostupnijih bipolarnih n-p-n tranzistora [5].



Slika 10. Bipolarni transistor 2N3904.

Bipolarni tranzistori u kolima mogu imati funkciju pojačavača ili prekidača [6]. U ovom radu, bipolarni tranzistor je konkretno iskorišćen kao prekidač. Kako je ovaj tip tranzistora strujno kontrolisana komponenta, struja baze omogućava da tranzistor provede, odnosno omogućava zatvaranje kola od kolektora ka emitoru i samim tim i napajanje komponenata koje su u kolu kolektora (u ovom slučaju, piezo zujalice).

E. Zujalica

Ova komponenta ima jako jednostavnu strukturu i u ovom radu biće ikorišćena za stvaranje zvučnog signala, odnosno simuliranje alarma [7].



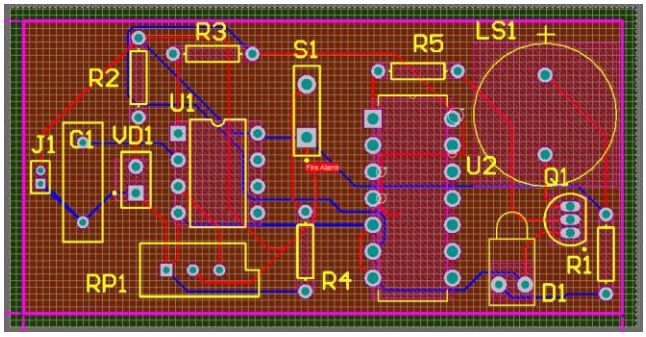
Slika 11. Korišćena zujalica.

Prilikom proticanja struje, piezoelektrični materijal kreće da osciluje određenom frekvencijom. Odgovarajućim podešavanjem elektronike (koja je najčešće unapred kalibrisana i određena unutar same enkapsulacije zujalice), dolazi do kreiranja zvučnih talasa.

Pored ovih komponenata, u radu su korišćeni i otpornici, LE diode i kondenzatori.

IV. REALIZACIJA NA ŠTAMPANOJ PLOČI

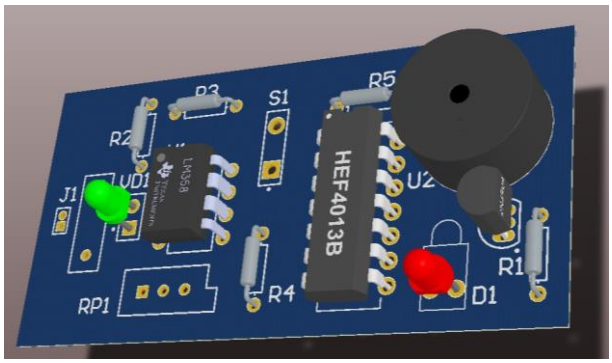
Za crtanje šema i kreiranje rasporeda komponenata na PCB-u korišćen je program Altium Designer 16 [8]. Šematik je dat ranije u radu (na slici 4), a na osnovu tog šematika potrebno je napraviti layout štampane ploče. Layout sa rasporedom komponenata prikazan je na slici 12.



Slika 12. Layout štampane ploče.

Za formiranje odgovarajućeg layouta, potrebno je da model svake korišćene komponente ima svoj otisak (footprint) [9]. Ukoliko komponenta nema svoj otisak, potrebno je nacrtati ga, ili preuzeti. Nakon toga, potrebno je

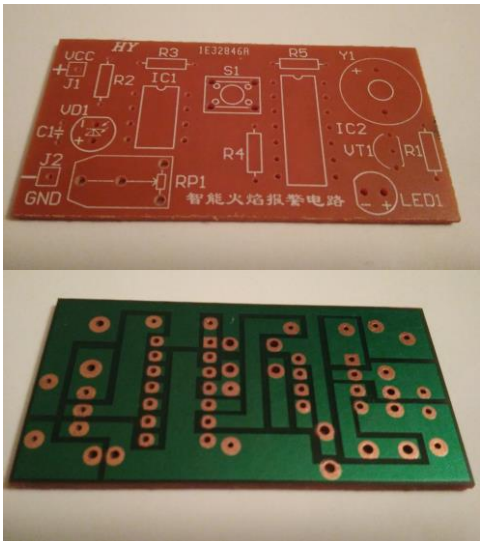
izvršiti rutiranje i nanošenje mase. Identičan pristup kao za otiske primenjen je i u vezi 3D modela komponenata. 3D model štampane ploče prikazan je na slici 13.



Slika 13. 3D model za PCB.

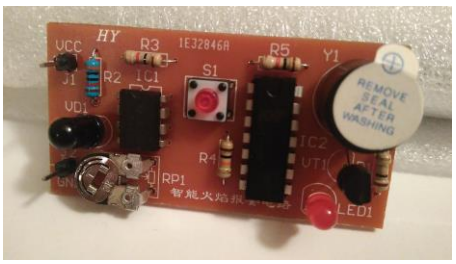
3D modeli su jako bitni kada je potrebno da komponente na ploči ne prelaze neke određene dimenzije, stanu u neku specifično odabranu kutiju ili pakovanje. Tada je potrebno proveriti da li izabrani modeli komponenata zadovoljavaju tražene specifikacije, ili je potrebno promeniti komponente. U ovom radu, 3D model je dat ilustrativno.

Proces projektovanja štampane ploče se završava kreiranjem fajlova za fabrikaciju, odnosno gerber fajlova. Korišćenjem izvezenih gerber fajlova, u fabrici se pravi štampana ploča traženog oblika. Drugi bitan oblik izlaznih fajlova je BOM (Bill of Materials) fajl, koji sadrži spisak svih korišćenih komponenata. Ovaj fajl se takođe prosleđuje proizvođaču koji dobavlja navedene komponente. Izgled kreirane štampane ploče dat je na slici 14.



Slika 14. Layout kreirane štampane ploče.

Lemljenjem komponenata na projektovana mesta, realizovana je konačna forma sistema, data na slici 15.



Slika 15. Realizovan sistem.

Povezivanjem napajanja, utvrđen je ispravni način rada sistema. Na ovaj način, proces realizacije je završen.

V. ZAKLJUČAK

U radu je prikazan proces realizacije sistema od ideje i kreiranja šeme, do projektovanja štampane ploče. Štampana ploča je fabrički proizvedena i komponente su nalemljene na ploču. Glavna ideja za unapređenje sistema je sa strane indikatora koji će obaveštavati korisnika o požaru. To može biti dodavanje dodatnog svetla, ili kreiranje sistema koji će korisnika na daljinu obavestiti o promeni. Takođe, moguće je povećati broj senzora za detekciju požara i na taj način povećati tačnost detekcije.

ZAHVALNICA

Autor rada se zahvaljuje prof. dr Zoranu Prijiću i doc. dr Danijelu Dankoviću na pomoći pri savladavanju procesa projektovanja štampanih ploča.

LITERATURA

[1] Texas Instruments, LM358 datasheet. Dostupno na: http://www.ti.com/lit/ds/symlink/lm158-n.pdf
[2] Z. Prijić „Analogna mikroelektronika" slajdovi, Elektronski Fakultet, Univerzitet u Nišu, 2017. Dostupno na: http://mikro.elfak.ni.ac.rs/wp-content/uploads/2017/10/Literatura/Analogna/Opamps.pdf
[3] Nexperia, HEF4013BP datasheet. Dostupno na: https://assets.nexperia.com/documents/data-sheet/HEF4013B.pdf
[4] D. Danković „Digitalna mikroelektronika" slajdovi, Elektronski Fakultet, Univerzitet u Nišu, 2017. Dostupno na: http://mikro.elfak.ni.ac.rs/wp-content/uploads/2017/10/Digitalna_latches.pdf
[5] ON Semiconductor, 2N3904 datasheet. Dostupno na https://www.onsemi.com/pub/Collateral/2N3903-D.PDF
[6] A. Prijić, Z. Prijić „*Uvod u poluprovodničke komponente i njihovu primenu*" Elektronski Fakultet, Univerzitet u Nišu.
[7] Farnell, buzzer datasheet. Dostupno na: http://www.farnell.com/datasheets/2171929.pdf
[8] Altium Designer 16, Altium. Dostupno na: https://www.altium.com/altium-designer/
[9] D. Danković „Projektovanje štampanih ploča" Elektronski fakultet, Univerzitet u Nišu. Dostupno na: http://mikro.elfak.ni.ac.rs/wp-content/uploads/PROJEKTOVANJE-STAMPANIH-PLOCA-2017.pdf

Uređaj za ispitivanje benzinskih dizni

Marko Manić, Vladimir Tošić, Miloš Ćirić

Sadržaj - Poterbe savrenih servisa putničkih vozila iziskuju nove vrste uređaja za dijagnosiciranje i otklanjanje kvarova. Jedan problem koji se nameće jeste neravnomeran dotok goriva po svakom cilindru. Zato je grupa srednjoškolaca dala svoj mali doprinos ka ispitivanju beznziskih dizni na Arduino platformi, razvivši svoj kod i svoju elektroniku.

I. UVOD

Uređaj za ispitivanje benzinskih dizni nastao je iz potreba Tehničke škole za servisiranjem svog voznog parka i vozila zapošljenih. Tokom godina praktične nastave, javila se potreba da se poseduje ovakav uređaj kojim se pouzdano može dijagnosticirati stanje dizni benzinskih motora. Naime, savemeni benzinski motori imaju sistem za ubrizgavanje goriva umesto zastarelih karburatora. Na kraju sistema goriva se nalaze elektomagnetni ventili – brizgaljke-dizne-injektori, čiji je zadatak da raspršе mešavinu goriva i vazduha u obliku fino raspršene magle. Koliko je raspršeni oblak goriva i vazduha dobar, tj. raspršivanje kvalitetno to će biti i rad motora bolji.

Prema tome, korišćenje pomenutog uređaja je neophodan korak u kvalitetnoj oceni rada dizni nakon njihovog pranja u ultrazvučnoj kadi koju škola poseduje. Time je omogućeno da se nastava usavrši, sa jedne strane, a sa druge vozni park kvalitetno održava. Dodatno jeste da je i ekonomska strana projekta je zadovoljena.

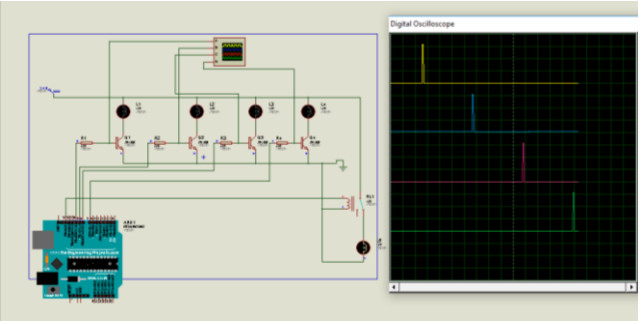
Današnja vozila usled čestog začepljenja dizni uzrokuju:

- Povećanu potrošnju,
- Gubitak snage,
- Neravnomeran rad motora i gašenje pri praznom hodu,
- Slab odziv gasa,
- Nezadovljne vlasnike vozila, itd.

Često su benzinske dizne problematične kod vozila koje kao pogonsko gorivo koriste TNG. Tada se dešava da benzinske dizne "zapeku" od slabog korišćenja ili se na njima nataloži nečistoća. Kombinacijom čišćenja u ultrazvučnoj kadi i simulatorom raspršivanja (drugačije nazivan naš uređaj) se uspešno mogu servisirati.

Dodajmo da je ceo Arduino sistem simuliran u simulatoru Proteus 7.0, što se može i videti na slici 1. Izvršena je simbioza koda za Arduino aplikacije i Proteus simulatora za digitalnu i analognu elektroniku.

Marko Manić, Vladimir Tošić, Miloš Ćirić su učenici Tehničke škole Pirot, Takovska 22, Pirot, Srbija. E-mail: markomanic99@gmail.com, milosciric22@gmail.com, vladimir.tosic23066@gmail.com



Slika 1. Simulacija rada Arduino logike i snagaške elektronike u Proteus simulatoru.

Rezimirajmo ciljeve ostvarenih projektom: Najpre, edukacija rada u Arduino okruženju, pokazna strana rada, ekonomska strana rada, nadogradnja znanja iz analogne i digitalne elektronike, praktična realizacija elektronskog kola (pravilni odabir komponenti, lemljenje i povezivanje), razvijanje društvene komunikacije i dogovora učenika, kao i odgovornosti tokom rada.

II. PRINCIP RADA I PRAKTIČNA REALIZACIJA

Arduino kodom se vrši simulacija ECU pobude brizgaljki, i to tako da korisnik može da simulira broj obrtaja radilice motora (parametar na osnovu koga ECU motra određuje takt ubrizgavanja), dok je vreme otvaranja brizgaljki podešeno na 2 ms (srednje vreme otvaranja). Sama perioda na kojoj se otvaraju dizne je proračunata prema formuli:

$$T = (2 \cdot 60 \cdot 1000)/\text{broj_obrtaja (ms)}. \quad (1)$$

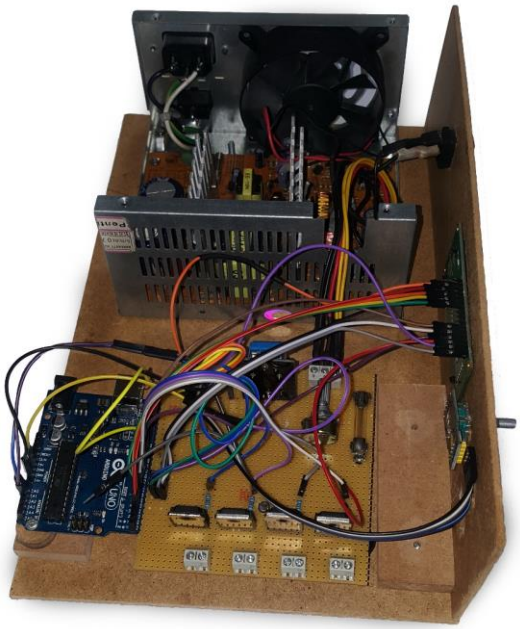
Objašnjene: Kako se kolenasto vratilo (radilica) okrene dva puta za jedan obrtaj bregastog vratila, to ćemo imati duplo manje brizganja u minuti nego li obrtaja radilice. Zato se množi sa 2, dok 60 je broj sekundi u minuti, broj 1000 u činiocu je pretvaranje periode u ms.

Što se tiče rada, on izgleda ovako: Najpre, signal iz Arduino pločice pali pumpu za gorivo preko relea. Potom, nakon odabira broja obrtaja od strane korisnika, signali iz Arduina dolaze do snažnih NPN tranzistora koji pobuđuju brizgaljke. Brizgaljke se ne pale istovremeno, već jedna za drugom čime je sprečeno preopterećivanje napajanja (koristi se kompjutersko napajanje). Enkoderom se određuje željeni broj obrtaja, dok se sve to prati na LCD displeju.

Kod Arduina se koriste digitalni i analogni portovi, digitalni za brizgaljke (impulsna pobuda), LCD i rele, dok

analogni za enkoder (pokazalo se da je tako pouzdaniji rad enkodera).

Komponente korišćene za izradu rada su: Arduino UNO R3, kompjutersko napajanje, inkrementalni enkoder, potenciometar od 20 kΩ, 4 diode, 4 NPN tranzistora jakih snage, Arduino rele, 4 otpornika od 220 Ω, prekidač, osigurač od 12 A, jedan LCD, 6 konektora, jedna raster ploča, 4 odstojnika, 4 specifična kabla za dizne, jedna pumpa za gorivo, jedno crevo za gorivo od 6mm, jedno crevo za gorivo 12 mm, jedan rezervoar, jedna slavinica (za povratni vod), jedan filter za gorivo, 4 menzure, jedno metalno postolje, jedan distributer goriva, jedno metalno kućište za osiguračku kutiju, pola kvadrata mediapana, nekoliko klemica, šrafova i šelni, kablovi i provodnici.



Slika 2. Elektronika za pobuđivanje brizgaljki.

III. REZULTATI

Ovaj sistem ima namenu korišćenja na časovima vezanih za autoelektriku, mehaniku motora, itd. Koristiće se tokom praktične nastave ali i blok nastave. U cilju smanjenja troškova škole njegova realizacija je uštedela pozamašnu sumu novca ne kupivši originalni ispitivač. Pri tom, komponente su sve dostupne, pa se uređaj može lako popraviti, ili čak umnožiti-izraditi ponovo.

IV. ZAKLJUČAK

Namena ovog uređaja je jednoznačna, izpitati kakvo raspršivanje čine dizne pod istim uslovima rada koje one imaju tokom svoje eksploatacije u motoru vozila. Dva parametra se mogu pratiti tom prilikom: Kakvu maglu prave i, koliko se razlikuje protok po svakoj brizgaljki.

Uređaj podleže modifikacijama u smislu modulisanja pritika i vremena brizganja, što se i planira da bude realizovano.

Šta ga to čini jedinstvenim: cena i pristupačnost delova, servis i održavanje su laki, pouzdanost zadovoljavajuća, kvalitet dobar! Sve je moguće naći veoma lako i jeftino.

LITERATURA

[1] W. A. SMITH, C Programiranje Za Arduino, Infoelekronika, Beograd, 2017.

[2] J. DEKANj, Enciklopedija Autoelektrike, Građevinska knjiga, Beograd, 2006.

[3] B.V. DAM, Arduino Uno: 45 projekata za početnike i stručnjake, EHO, Beograd, 2016.

[4] Osobine enkodera. Dostupno na: http://playground.arduino.cc/Main/RotaryEncoders

[5] Osobine LCD. Dostupno na: https://arduino-info.wikispaces.com/LCD-Blue-I2C

Komparativna analiza programa za Text Mining u C# i R jeziku

Miljan G. Jeremić

Sadržaj - Ovaj rad predstavlja opis aplikacije uradjene u C# programskom jeziku, i projekta uradjenog u R jeziku upotrebom novih paketa za prikazivanje mogućnosti obrade teksta iz više desetina dokumenata kreiranih u obliku tekstualnih fajlova. Koristeći R jezik, *lm* i *stringr* paket su adekvatni za vizuelno predstavljanje podataka. Rezultat pokazuju važan doprinos i značajna poboljšanja u odnosu na prethodne napore drugih programa i programskih jezika koji mogu pored ostalog statistički obrađivati podatke u obliku teksta predstavljene u različitim formatima zapisa. Rad predstavljen ovde ima duboke implikacije za buduće studije R programskog jezika i može jednog dana pomoći u rešavanju problema obrade teksta u okviru *data mining* oblasti koja je poslednjih godina sve popularnija, kao i statističkih podataka za proveru rezultata koji se dobijaju kao izlaz rada programa korišćenjem dva opisana programska jezika.

I. UVOD

U okviru ovog rada biće objašnjeni osnovni koncepti *text mining* oblasti. Opisano je pretprocesiranje tekstualnih podataka i osnovni algoritmi za istraživanje (*mining*) tekstualnih podataka.

Tekstualni podaci spadaju u kategoriju nestrukturiranih podataka – podataka koji nemaju određenu jasno definisanu strukturu. Tekstualni podaci se pojavljuju iz izvora kao što su knjige, novinski članci, e-pošta, web stranice. Oni se često nalaze u bazama podataka pored strukturiranih podataka. Ti se tekstualni podaci nazivaju polustrukturiranim tekstualnim podacima. Polustrukturirani i nestrukturirani podaci sačinjavaju 75% do 80% tekstualnih podataka na webu [1].

Text mining (rudarenje teksta) i *text analytics* (tekst analitika) je u interakciji sa sledećim oblastima [2]:

Data mining
Veštačka inteligencija i mašinsko učenje
Baze podataka
Bibliotekarstvo i informatičke nauke
Računarska lingvistika
Statistika

Za razumevanje većine algoritama potrebno je poznavanje jezičkih koncepata (sintaksa, semantika), vektorskog načina predstavljanja tekstualnih podataka kao i načina pretprocesiranja tekstulnih podataka.

Miljan G. Jeremić, Knjaževačka gimnazija, Karadjordjeva 16, 19350 Knjaževac, Serbia, E-mail: miljan.jeremic@gmail.com

Sintaksa i semantika

Sintaksa se odnosi na strukturu jezika odnosno kako se reči organiziraju da bi se formirala dobro strukturirana rečenicu ili paragraf [3].

Specifična gramatička pravila i konvencije jezika diktiraju kako se jezik koristi, što dovodi do pojavljivanja šablona u velikim količinama tekstualnih podataka.

Semantika se odnosi na značenje pojedinih reči u kontekstu rečenice odnosno samog teksta u kome se reč nalazi [3].

Sintaksa se može koristiti za izdvajanje vrednosti samog teksta bez potrebe za semantičkim razumevanjem. Mnoge metode text mininga, kao što su klasifikacija dokumenata i pronalaženje dokumenata (*information retrieval – IR*), vrše rangiranje dokumenta na osnovu sintaksne sličnosti.

Vektorski prostor

Najčešći način predstavljanja strukturiranog teksta jeste prezentacija pomoću vektorsko-prostornog modela gde se tekst predstavlja kao vektor. Elementi vektora označavaju broj pojavljivanja reči unutar teksta pa je rezultat visoko-dimenzionalni prostor.

Pri korišćenju vektorsko-prostornog modela polazi se od pretpostavke, nazvane skup reči (*bag-of-words*), da redosled reči u dokumentu nije bitan. Predstavljanje teksta u vektorskom prostoru nije pogodno kada je raspored reči bitan za analizu. To može biti kada je potrebno izvući smisao iz teksta odnosno shvatiti o čemu je reč u tekstu. Takođe, za analizu prirodnog jezika i ekstrakciju informacija redosled reči je od velike važnosti.

II. PRETPROCESIRANJE TEKSTA

Pretprocesiranje teksta se obavlja pre primene *text mining* algoritama. Osnovni koraci za pretprocesiranje teksta su [4]:

1. Izbor dela teksta za procesiranje (dokument, paragraf i sl.)
2. Tokenizacija
3. Stopping-izbacivanje pomoćnih i kratkih reči
4. *Stem* – traženja korena reči
5. Detekcija rečenica
6. Normalizacija reči – pretvaranje svih slova u velika ili mala

Izbor dela teksta za procesiranje

Ukoliko se vrši mining manjih dokumenta (ili npr. *e-mail* poruka) lako je odrediti koji će se dro podataka odnosno teksta procesirati. Na primer, e-mail ili log zapisi se najčešće prevode u jedan vektor(niz) po poruci. Međutim, za velike dokumente je potrebno doneti odluku o tome da li će se celi dokument koristiti pri analizi ili će se dokument podeliti u delove odnosno sekcije. Ukoliko se primenjuje klasifikacija ili klasterizacija najčešće se koristi celi dokument, dok se za završnu obradu dokumenta ili pronalaženje informacija (*information retrieval - IR*) koriste manji delovi dokumenta kao što su paragrafi ili sekcije.

Tokenizacija

Nakon izbora teksta za procesiranje sedeći korak pretprocesiranja teksta je rastavljanje delova teksta u individualne reči ili tokene. U zavisnosti od jezika proces tokenizacije može se vršiti na više načina. Za srpski jezik, pri implementaciji tokenizacije kao separatori se koriste razmaci i znakovi interpunkcije. Ovaj način jeste jednostavan za implementaciju ali postoje slučajevi kod kojih ovaj način tokenizacije ne daje zadovoljavajuće rezultate (legalnu skraćenicu tokenizuje). Često se procesom tzv. pametne tokenizacije otkrivaju skraćenice i izbegava se njihova tokenizacija.

Tokenizacijom su uklonjeni znakovi interpunkcije, a *tweet* razdvojen u niz tokena (reči).

Izbacivanje pomoćnih i kratkih reči

Sedeći korak u text mining pretprocesiranju jeste uklanjanje reči kao što su i, ili, ali i slično. Ove se reči nazivaju *stopwords i shortwords*, a proces uklanjanja ovih reči naziva se *stopping*. Razlog uklanjanja ovih reči jeste njihova prevelika frekvencija u dokumentima a pri tome njihov značaj u dokumentu nije veliki. Uklanjanjem ovih reči smanjuje se dimenzionalnost problema te olakšava procesiranje bez gubitka informacija.

Primer liste *stopwords* reči za engleski jezik je prikazana na slici 1. Ovu listu koristi popularna *open-source* biblioteka za pretraživanje tekstualnog sadržaja Lucene (Apache Lucene Core). U zavisnosti od skupa podataka nad kojim se primenjuju *text mining* metode, ova lista se proširuje sa *stopwords* rečima koje su specifične za taj set podataka.

Izbacivanjem ovih reči ne dolazi do gubitka informacije jer oni imaju veoma mali uticaj na mnoge *text mining* algoritme.

a, an, and, are, as, at, be, but, by, for, if, in, into, is, it, no, not, of, on, or, such, that, the, their, then, three, these, they, this, to, was, will, with

Slika 1. *Stopwords* za engleski jezik koje se koriste u open-source biblioteci Lucene.

Traženje korena reči

Nakon uklanjanja *stopwords* reči, sledeći korak u *text mining* pretprocesiranju jeste *stemming*, odnosno nalaženje korena reči. Obično *stemming* proces uključuje identifikaciju i uklanjanje prefiksa i sufiksa ili nepravilne pluralizacije (oblik množine reči). *Stemming* algoritam će, na primer, reči šetanje, šetao, šetač prevesti u reč šetnja. Ovo omogućava algoritmima klasifikacije i klasterizacije veću preciznost i bržu konvergenciju smanjujući dimenzionalnost problema.

Jedan od najpoznatijih *stemming* algoritma za engleski jezik jeste Porter *stemmer*, koji koristi heurističke metode za transformaciju tokena u njihovu *stemmed* formu (Porter, 1980) [5]. Ova pravila su poboljšana u kasnijoj verziji poznatoj kao *Snowball Stemmer* koji je dostupan za skoro 20 različitih jezika i sastavni je deo *Lucene* biblioteke (Apache Lucene Core).

Naprednija forma *stemminga* je lematizacija (*lemmatization*) koja pokušava da grupiše reči u zavisnosti od njihovog koncepta ili leme (*lemma*).

Detekcija rečenica

U zavisnosti od algoritma i prirode analize, nekad je potrebno odrediti rečenice odnosno početak i kraj rečenice. Ovaj proces poprilično jednostavan i svodi se na pronalaženje znakova interpunkcije kao što su “.”, “,”, “?” ili “!”. U nekim situacijama pogrešno se može interpretirati kraj rečenice, ako se znak interpunkcije (npr. Dr.) koristi za skraćenicu.

Pretprocesiranja tekstualnih podataka zavisno od teksta koji se analizira uključuje i normalizaciju reči – pretvaranje svih slova u velika ili mala, uklanjanje brojeva, linkova i sl.

III. PRIKAZIVANJE TEKSTA U VEKTORSKOM OBLIKU

Nakon pretprocesiranja, pre primene *text mining* algoritama, reči se predstavljaju u vektorskom obliku. kako bi se mogli primeniti algoritmi. Reči se mogu predstaviti kao [2]:

- Binarni vektori
- Celobrojni vektori
- Težinski vektori

Ovde će biti prikazan primer predstavljanja reči pomoću vektora. Neka su data tri dokumenta sa sledećim rečenicama:

- Dokument 1: Vuk je pojeo moju ovcu
- Dokument 2: Mačka je pojela miša
- Dokument 3: Kit je pojeo ribu

Prvo se izdvajaju tokeni. Tokeni su sortirani abecedno sa brojem ponavljanja unutar zagrada.

kit(1) ovca(1) je(3) jesti(3) riba(1) mačka(1) moje(1) vuk(1) miš(1)

Binarno predstavljanje omogućava da se prikaže da li se neka reč nalazi ili ne nalazi u dokumentu. Ukoliko se reč nalazi u dokumentu, u vektoru se upiše 1 dok u suprotnom 0. Binarni vektor za navedeni primer je:

- Dokument 1: 0 1 1 1 1 1 0 0 0
- Dokument 2: 0 1 1 1 1 0 0 0 0
- Dokument 3: 0 1 1 1 1 0 0 0 0

Celobrojni vektori, za razliku od binarnih, sadrži broj ponavljanja (frekvenciju) reči u nekom dokumentu. Celobrojni vektor za navedeni primer je:

- Dokument 1: 0 1 1 1 0 0 2 0 0
- Dokument 2: 0 0 1 1 1 1 0 0 0
- Dokument 3: 0 0 1 1 0 0 0 0 1

Prikazivanje teksta sa težinskim vektorom prvo zahteva izbor težinske šeme. Najpopularnija šema je TF-IDF [2]. TF-IDF je skraćenica za *term frequency (*frekvencija izraza) – inverse document frequency (inverzna frekvencija dokumenta). Frekvencija izraza (*tf*) je broj ponavljanja nekog izraza u dokumentu. Frekvencija dokumenta (*idf*) za izraz (term *t*) je broj dokumenata (*d*) u kojem se dati izraz pojavljuje [6].

Frekvencije pojavljivanja izraza u dokumentu se računa [2]:

$$tf(t,d) = \sum_{i \in d}^{|d_i|} l\{d_i = t\} \quad (1)$$

Za računanje inverzne frekvencije dokumenta koristi se sledeća formula [2]:

$$idf(t) = \log\left(\frac{|D|}{\sum_{d \in D}^{|D|} t \in D}\right) \quad (2)$$

Inverzna frekvencija dokumenta daje informaciju o tome da li se izraz pojavljuje često ili retko u dokumentima. TF-IDF omogućava da reči sa većom frekvencijom imaju veću težinu ali samo u slučaju da nemaju veliku frekvenciju pojavljivanja i u drugim dokumentima. Na primer, veznik *ali* ima manju težinu jer se pojavljuje skoro u svakom dokumentu sa velikom frekvencijom (tf–idf). TF-IDF matrice predstavljaju ulaz za algoritme klasifikacije, klasterizacije i detekciju trendova.

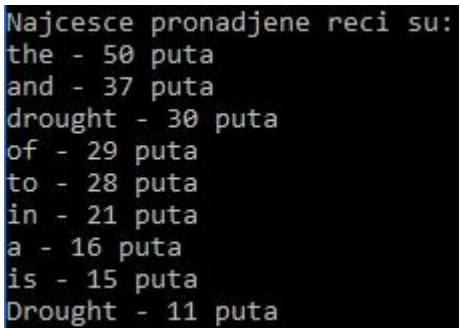
Klasterizacija tekstualnih podataka

Klastering je veoma korisna tehnika za analizu podataka. Klastering metode se koriste i za analizu i upravljanje velikim kolekcijama tekstualnih podataka kao što su web stranice. Osnovna pretpostavka, nazvana klaster hipoteza, tvrdi da relevantni dokumenti imaju tendenciju da budu slični u odnosu na nerelevantne. Ako je ova pretpostavka tačna za neku kolekciju dokumenata, klasterizacija dokumenata bazirana na sličnosti njihovog sadržaja može pomoći u poboljšanju efektivnosti pretraživanja. Dokumenti se predstavljaju u vektorskom obliku i kao takvi su pogodni za klastering algoritme. Često se koristi *k-means* algoritam. Klasterizacija može biti od velike koristi npr. pri analizi trendova na socijalnim mrežama, za detekciju emocija.

IV. PODACI ZA STUDIJU I KOLEKCIJE PODATAKA

Za implementaciju programa koji je napisan u *Microsoft Visual Studio* 2015, u C# programskom jeziku [9], korišćeni su dokumenti u programu *Microsoft Word*, čiji su sadržaji bili u vidu kratkih apstrakata sa po nekoliko rečenica, odnosno sa 300-400 karaktera, i oko 100-150 reči. Ovim se može pokazati kako iz više od nekoliko desetina dokumenata može odrediti frekventnost pojedinih reči, i kojih se recimo 50 reči najčešće javljaju obradom dokumenata u programu.

Za ovaj program je napravljena konzolna aplikacija, i od interesantnog treba pomenuti i to da je za izdvajanje reči korišćena struktura podataka u obliku stabla. U programu se izdvaja vreme izvršenja programa, kao i spisak reči, i koja se reč koliko puta javlja. Ovo može da se vidi na slici 2.



Slika 2. Prikaz rada programa u C# jeziku zapisan u konzolnom prozoru.

Poboljšanjem same aplikacije dobija se i to da se rezultat rada programa ispiše u tekstualnom fajlu, a u najnovijoj verziji podaci se zapisuju u bazi podataka kreiranoj u programu *Microsoft Access*. Zapis podataka u tekstualnoj datoteci može se videti na slici 3.

```
assessment - 6 puta
this - 6 puta
indices - 6 puta
impact - 6 puta
droughts - 5 puta
regional - 5 puta
it - 5 puta
an - 5 puta
streamflow - 5 puta
local - 5 puta
```

Slika 3. Prikaz rada programa u C# jeziku zapisan u TXT fajlu.

V. R JEZIK I NJEGOVI PAKETI ZA RAD SA TEKSTOM

R jezik [10] uglavnom koristi podatke sa web stranica koji se uvoze, a zatim se procesiraju i na kraju se vrši analiza obrađenih podataka. Podaci obrađeni korišćenjem R jezika najčešće se izvoze u Excel datoteke ili tekstualne tabele. Biblioteka koja se koristi za rad sa tekstom u R jeziku je "*stringr*".

U projektu koji je kreiran u R jeziku korišćeni su podaci koji su zapisani u tekstualnim *txt* fajlovima. Izvršena je analiza ukupno 20 tekstualnih fajlova koji su bili vrlo slične sadržine, kako bi iz njih mogla da se vidi preciznija frekvencija reči, i koje se od njih najčešće i pojavljuju.

Nakon instalacije potrebnih paketa za rad u R jeziku, kreiran je projekat kojim se dolazi do sledećih rezultata prikazanih na slici 4.

```
> head(oz.bigram.counts[order
            oz.bigrams Freq
18       assessment is    2
29  drought assessment    2
63              it is    2
72          new index    2
93            spi and    2
112            to the    2
> |
```

Slika 4. Prikaz rada programa u R jeziku.

V. ZAKLJUČAK

Podaci dobijeni iz jezika R i prikazani korišćenjem *lm*, *stringr* i drugih paketa pružaju dodatnu mogućnost za njihovo povezivanje sa drugim aplikacijama koje bi prikupljale podatke i prikazala za specifične i srodne dokumente po pitanju njihovog sadržaja.

Aplikacija programirana u C# programskom jeziku, a i projekat u R jeziku, ima primenu u delu da kada imamo više od 50 apstrakata na nekoj konferenciji, da se na jedan lakši i brži način proveri koja je oblast najviše zastupljena time što će se videti koje se to reči izdvajaju, a najčešće se gleda prvih 50 reči, i koliko se puta one javljaju.

S obzirom da nije nad istim brojem fajlova primenjena aplikacija u C# jeziku, i projekat uradjen u jeziku R, vidi se na osnovu rezultata da se frekfemcija reči na izlazu i malo razlikuje, ali ne u velikom broju. Kod R jezika je uočljvo da se neke reči nisu posmatrale kao zasebne, već kao dve reči, pa se samim tim i njihov broj i frekventnost malo razlikuju.

ZAHVALNICA

Na kraju ovoga rada autor se zahvaljuju Knjaževačkoj gimnaziji na razumevanju i pružanju potrebne podrške. Autor je zahvalan i profesorima Elektronskog fakulteta u Nišu koji su nas naučili da razmišljamo o problemima, i da ih rešavamo na jedan kreativni način, podarili nam dovoljno znanja o programiranju i primeni novih IT tehnologija.

LITERATURA

[1] Aggarwal, **C.** Charu, Zhai, ChengXiang, "*Mining Text Data"*, Cambridge University Press, 2012.

[2] Miner, Elder, Hill, Nisbet, Delen, & Fast, "*Practical Text Mining and Statistical Analysis for Non-structured Text Data Applications"*, Elsevier Inc, 2012

[3] R. Feldman, J. Sanger, "*The text mining handbook: advanced approaches in analyzing unstructured data"*. Cambridge University Press, 2007

[4] Chiwara, Al-Ayyoub, Hossain, Gupta, "*Data Mining, Concepts and Techniques Association Rule Mining"*, State University of New York, CSE 634, Chapter 8, 2006

[5] https://www.cs.odu.edu/~jbollen/IR04/readings/readings5.pdf. [Preuzeto: 24.09.2018]

[6] W.Michael, Berry and Jacob Kogan, "*Text mining: applications and theory"*, Springer, 2010

[7] Owen, Anil, Dunning, Friedman, "*Mahout in Action*", Manning Publications Co. Greenwich, CT, USA, 2012

[8] Weiss, Indurkhya, Zhang, "*Fundamentals of Predictive Text Mining*", 2010

[9] B. Watson, "*C# 4.0 kako do rešenja"*, SAMS, Mikro knjiga, 2011

[10] Mueller, Massaron, "*Machine Learning (in Python and R)*", Wiley, India, 2018

Comparison of Hybrid Electric Vehicle Operation with Different Control Strategies

Nikola Krstić

Abstract - Importance and influence of control strategies in the complex process of optimization of hybrid electric vehicle (HEV) operation is presented in this paper. Firstly, the concept of optimization and the definition of HEV as an object of optimization was presented. Then some of the control strategies are briefly explained as an important factor in the optimization of operation of HEV. After that, follows the detailed explanation and the presentation of the results of simulations done in MATLAB-Simulink, whose main goal was to measure the impact of different control strategies on the operation of HEV and the optimization of certain quantities.

I. Introduction

One of the most important problems of today is the preservation of the environment. This problem also affected the automotive industry as one of the major polluters due to the high consumption of fossil fuels and the emission of harmful gases by conventional vehicles. One of the solutions that came to be is the construction and realization of the optimal operation of HEV. In other words, it is necessary to optimize the operation of the HEV.

Optimization can be considered as a process in which the selection and adjustment of system elements is made, in order to achieve the goals as far as possible. While a HEV [1, pp. 123-149], is a vehicle that has two or more power sources, where one power source must have an electrical nature. The primary power source in a HEV is an internal combustion engine (ICE) [2, pp. 27-40], while the electric motor [3, pp. 55-227] powered by an auxiliary power source (APS) [4, pp. 167-187] is a secondary power source. The electric motor is a bidirectional power source that allows HEV far more modes of operation than conventional ehicles, which significantly increases the efficiency of the entire HEV. This is primarily due to the more efficient operation of ICE and the possibility of regenerative braking.

Optimizing the operation of HEV is a complex multi-step process that can be somewhat different depending on the goal of optimization (reducing fuel consumption, achieving better performances, cost-effectiveness, overall efficiency), but it must include the following necessary steps:

1. Choosing the most suitable architecture of a HEV.
2. Proper dimensioning of the main elements of a HEV.
3. Realizing the most optimal power flows in the HEV (adequate control strategy).

Nikola Krstić is with the Department of Power Engineering, Faculty of Electronic Engineering, University of Niš, Aleksandra Medvedeva 14, 18000 Niš, Serbia, E-mail: nikolakrstic@elfak.rs

This paper is devoted to the third step, that is, the influence of different control strategies on the operation of a HEV.

II. Control Strategies

The control strategy [1, pp. 283-290] is a set of rules contain in the vehicle controller, which controls and determines the power flows in a HEV. There are different types of control strategies depending on their primary goal and the way they achieve it. Below are presented two simpler control strategies that represent the basis of newer and more complex control strategies, and enable easier understanding of the simulation results presented at the end of the paper.

A. Control Strategy of Maximum Charge of the APS

This control strategy keeps the level of charge of the APS at the highest so that at any moment the vehicle can develop the highest possible power, in other words, electric motor will always be able to provide the power to support the ICE. This would mean that the primary goal of this control strategy is to achieve better performances. This is especially important in city driving where due to frequent use of electric drive the APS has a tendency to discharge. ICE plays the dominant role in producing power in this control strategy and is used always except in braking and at very low vehicle speeds when an electric drive is used due to the very inefficient operation of the ICE. The main concept of this control strategy is that ICE operates with optimum power if APS is not fully charged, in which case one part of the ICE power is tractive power of the vehicle and the other part is charging the APS. While the ICE is conditioned to perform power that is equal to the load power (which can be very inefficient) if the APS is fully charged, unless load power is greater than optimum power of the ICE when the electric motor gives power support independently of the level of charge of the APS.

B. Constrained On-Off Control Strategy

If most of the driving time vehicle has a load that is close to the optimum power of the ICE operation, the control strategy of maximum charge of the APS can be more efficient than control strategies which use electric drive more frequently because it does not cause unnecessary power losses due to the frequent energy

circulation from the ICE to the APS. In order to reduce energy circulation from the ICE to APS source, and also retained the share of produced energy of the electric drive in vehicle operation, a constrained On-Off control strategy is developed. The primary goal of this control strategy is efficiency, but to a certain extent it also takes into account the level of charge of APS. The concept of the operation of this control strategy is based on the discretization of the moment or power which ICE is developing depending not just on the load power but also on the level of charge of the APS. This two quantities are divided into groups with high, average and low values and based on current state the power of the ICE is determined. When power of ICE is found, power of electric motor is determined as difference of load power and the power of the ICE. This type of control strategy creates smaller losses in energy circulation because it reduces the amount of energy that is going from ICE to APS, which makes it very efficient.

III. MATLAB SIMULATION

The simulation model in Simulink captures the existence of two types of power sources, one is ICE while the other is electric motor powered by APS. This model is flexible and can be used to present series HEV [1, pp. 253-256] (HEV architecture in which the speed of ICE is independent of speed of the vehicle) and the parallel HEV [1, pp. 281-282] (the architecture in which speed of ICE in most cases depends on the speed of the vehicle). This is achieved by appropriately adjusting the if-block structure that relates to the speed of the vehicles movement (Figure 1.). Also, with adequate realization of the if-block structure related to the power and the level of charge of the APS, the realization of different control strategies can be achieved (Figure 1.). In addition to the if-block structures related to the speed, or the power and the level of charge of the APS, an important part of the model is the block of input signal which contains four signals. The first two signals represent the required speed and power of the vehicle in city driving, while the other two relate to the required speed and power of the vehicle when driving on the highway. Speed signals are obtained to mimic the speed change in urban driving and driving on the highway, while the knowledge of speed and characteristic vehicle parameters determined the power signal on the basis of the expression:

$$P_V = (Mgf_r + 0.5\rho C_D A_f V^2 + M\frac{dV}{dt})V, \qquad (1)$$

M - Total mass of the vehicle, g - Gravitational acceleration, f_r - Specific rolling resistance, ρ - Air density (1.29 kg/m^3), C_D - coefficient of aerodynamic resistance, A_f - Front surface of the vehicle, V - Speed of the vehicle.

The first member in the expression represents the necessary tractive force to overcome rolling friction, the second counts the force of air resistance, while the third is the result of dynamic resistance due to the accumulation of kinetic energy. In expression (1), the tractive power does not include a member that arises due to the inclination of the terrain, which means that the driving in simulation takes place on a flat ground. At the end of the structure of the if-blocks, the power and rotation speed of the ICE are determined which enable the calculation of other electrical and non-electrical parameters that include: power of APS, level of charge of the APS, specific fuel consumption and total fuel consumption respectively. The calculation of electrical quantities is simple because the power of an electric motor is obtained as:

$$P_M = P_L - P_{ICE} \qquad (2)$$

P_M - Power of the electric motor, P_L - Load power, P_{ICE} - Power of the ICE.

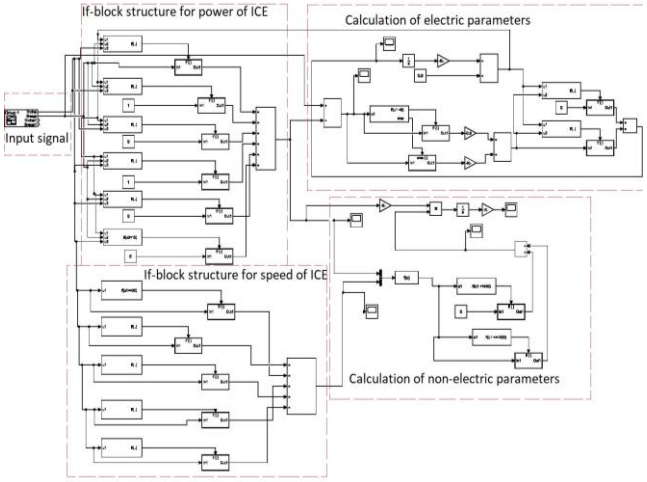


Figure 1. Block Diagram in Simulink for control strategy of maximum charge of the APS.

It is much more difficult to calculate non-electric quantities, especially the specific fuel consumption, since in this case the complex fuel consumption diagram of the ICE must be respected. In the model this diagram is approximated and it is represented by a function that respects a linear increase in specific fuel consumption as the working point moves away from optimum power and optimal craft speed of the ICE and is given by the expression:

$$f = (250 + (1 - P_{ICE}) \cdot 550) \cdot (1 + 0.0004 \cdot \sqrt{(n - 3000)^2}) \qquad (3)$$

Where specific fuel consumption, f, is expressed in grams per kilowatt-hour (g/kwh), while power of ICE, P_{ICE}, is expressed in relative units and its speed, n, is in rotations per minute (rpm).

In the simulation, a vehicle with the following characteristic parameters was used:

$$M = 1500kg,\ f_r = 0.01,\ C_D = 0.3,\ A_f = 2m^2$$

For a base power, a value of 30kW is taken, which is also the traction power on the wheels when the ICE performs optimum power.

The total energy capacity of the APS is 2.5kWh, with a permissible level of charge of APS ranging from 0.4 to 0.6, with an initial value of 0.5. The simulation results were obtained in accordance with the Simulink model that was adapted to the parallel architecture of HEV. In other words, a five-gear transmission mechanism [1, pp. 32—38] was used that can be described with expressions:

$$n = 2500 + (V - 30 \cdot (i-1)) \cdot 33.334(\text{rpm}) \quad (4)$$

for *i*=2, 3, 4, 5; n=116.667·V (rpm), for *i*=1. For vehicle speed V (km/h), gear number is determine from expression:

$$(i-1) \cdot 30 < V \le i \cdot 30 \quad (5)$$

In this way, the speed of the vehicle's movement between 21.43km/h and 150km/h will be reflected in rotation speed of ICE in range of 2500rpm to 3500rpm which is in its efficient working range.

The links between drive sources and wheels, as well as between the drive sources themselves, are recognized through a coefficient of efficiency of 0.9. In this simulations, the impact of three different types of control strategies on operation of the HEV in city driving and highway driving is considered, and these control strategies are:

1. Classic control strategy (HEV acts as a conventional vehicle with the possibility of hybrid traction mode and regenerative braking).
2. Control strategy of maximum charge of the APS.
3. Constrained On-Off control strategy.

For fuel density value of 750 kg/m3 is used.

A. Results

Measurements of characteristic parameters of HEV in time in urban and highway driving done in simulations include two electric and three non-electrical sizes. Power of APS, level of charge of APS, power of ICE, specific fuel consumption and total fuel consumption. But the most important parameters for optimization are level (state) of charge (SOC) of APS and total fuel consumption (measured in liters), which are going to be presented below.

On Figure 2. it can be noticed that the control strategy of max. SOC of APS is convincingly the best in terms of keeping the level of charge of APS. It can also be noted that the classical control strategy gradually raises the level of charge, primarily due to the frequent appearance of regenerative braking, rather than hybrid traction modes due to not so high loads in this type of drive. While the constrained On-Off control strategy has the worst performance, which is primarily due to the very frequent use of electric drive as a traction drive in order to avoid inefficient operations of ICE due to relative small load.

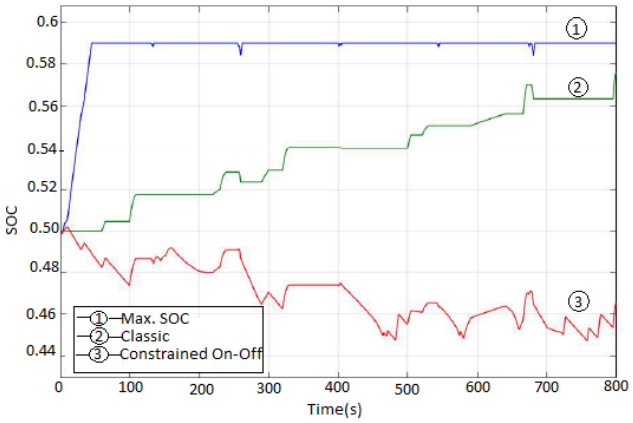


Figure 2. SOC of APS for three different control strategies in urban driving.

Figure 3. shows that the best control strategy for reducing fuel consumption is constrained On-Off control strategy that achieves almost three times less fuel consumption compared to the other two strategies. Due to the dominant charging of the APS by the ICE and not because of regenerative braking as in classic control strategy, control strategy of max. SOC of APS has the highest fuel consumption. The extremely low fuel consumption of a constrained On-Off control strategy can be explained by switching the power sources and using energy not from the fuel tank but from the APS, what is confirmed by the low SOC of APS at the end of the drive.

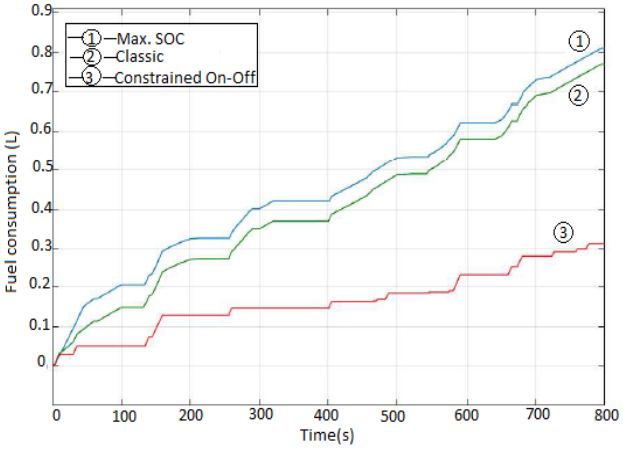


Figure 3. Fuel consumption for three different control strategies in urban driving.

On Figure 4. it can be noticed that when driving on the highway the best control strategy regarding the SOC of APS is the control strategy of max. SOC of APS. But it is

interesting to note that in this type of driving, where loads are high and ICE is a dominant power source in all three control strategies, constrained On-Off control strategy achieves a higher level of charge of APS than classic control, due to the discretization of the power of ICE which in part also enables charging APS, unlike the classic control strategy that charges APS only with regenerative braking.

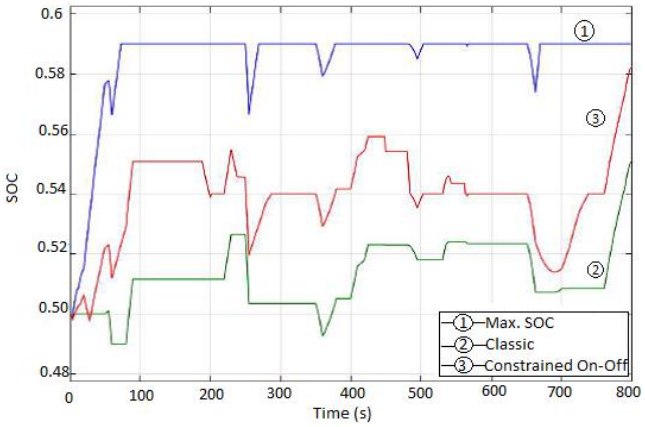


Figure 4. Fuel consumption for three different control strategies in urban driving.

As for the fuel consumption when driving on the highway, shown in Figure 5. it can be said that it is roughly the same for all control strategies. This is due to the dominant use of ICE in all three control strategies, because in this type of drive due to high speeds there is a high load power that is close to the optimum power of the ICE operation. In these operating conditions, the control strategy of max. SOC of APS shows a high level of efficiency, which would be even greater if there was no relatively fast charging of the APS and the disruption of efficient operation of ICE and the achievement of regenerative braking.

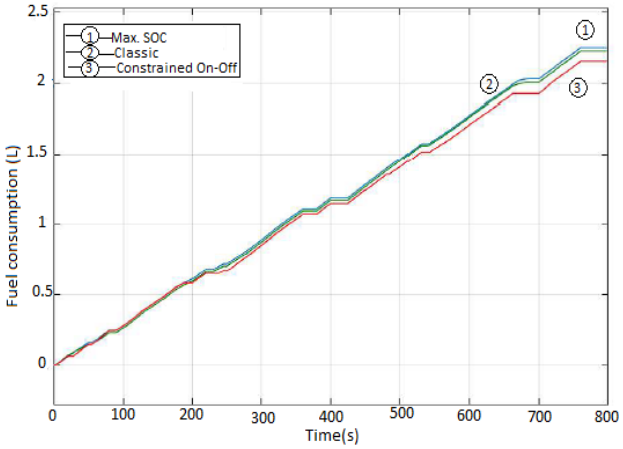


Figure 5. Fuel consumption for three different control strategies in urban driving.

IV. Conclusion

Based on the results obtained, it can be concluded that the best control strategy for minimal fuel consumption of HEV is a constrained On-Off control strategy, while the control strategy of max. SOC of APS is most appropriate for achieving the best performance of HEV. The classic control strategy in which ICE works as it does in a conventional vehicles has achieved the worst performance compared to the other two control strategies, what confirms the importance of adequate management of ICE in HEV.

References

[1] Eshani, M.; Gao, Y.; Emadi, A., "Modern electric, Hybrid electric and Fuel Cell Vehicles: Fundamentals, Theory and Design, Second Edition", CRC Press, 2004.
[2] Emadi, A., "Advanced Electric Drive Vehicles", CRC Press, 2014.
[3] Vučković, V., "Električni Pogoni, II izdanje", Akademska misao, Beograd, 2002.
[4] Mijailović, V., "Distribuirani izvori energije: Principi rada i eksploatacioni aspekti", Akademska misao, Beograd, 2011.

Realizacija binarnog sata korišćenjem Arduino Uno okruženja

Anđela Jovanović, Aleksandar Ivković, Miloš Ljubenović, Miljana Milić

Sadržaj – U ovom radu će biti predstavljeno jednostavno kolo za prikaz vremena u binarnom formatu. Kolo je realizovano tako da omogućava jednostavno čitanje vremena prikazanom na satu u binarnom brojnom sistemu. Faze projektovanja štampane pločice su rađene u okviru *Diptrace* okruženja. Za realizaciju kola iskorišćene su LED diode, otpornici, kao i *Arduino Uno* mikrokontroler. Na kraju je izrađena pločica korišćenjem transfer metode za izradu štampanih pločica.

I. UVOD

Binarni sat predstavlja običan digitalan sat koji umesto decimalnih cifara prikazuje vreme u vidu binarnih brojeva.

Korišćenjem pasivnih i aktivnih komponenti moguće je realizovati kolo koje će interpretirati vreme u binarnom formatu[1]. Kolo je zasnovano na LED diodama koje emituju svetlost za razliku od 7-segmentnih displeja koji se često viđaju na digitalnim satovima. LED diode ne prikazuju same binarne brojeve već se oni prikazuju u vidu samog osvetljaja diode, što znači da se vreme ne čita u vidu binarnog broja već se taj binarni broj određuje na osnovu samog niza osvetljenih LED dioda. Sve što treba uraditi jeste da se konvertuje binarni u decimalni format i da se utvrdi koji red LED dioda prikazuje sate, a koji minute. U kolu postoje 3 reda sa setom od po 4 LED diode (jedan red prikazuje časove, drugi red cifru desetice minuta i treći red cifru jedinice minuta) što čini ukupno 12 LED dioda, pored njih postoji još jedna 13. LED dioda koja prikazuje da li je u pitanju AM/PM reprezentacija vremena. Brojevi za svaki red su izvedeni iz stepena 2. U četvorobitnom binarnom broju, brojevi su predstavljeni sledećim stepenima redom s leva na desno: $2^3\ 2^2\ 2^1\ 2^0$. Ako su u jednom redu osvetljene zadnje 2 LED diode a prve dve ugašene to znači da je prikazan sledeći binarni broj 0011, koji konvertujemo u decimalni format na sledeći način: $0\cdot2^{3+}\ 0\cdot2^{2+}\ 1\cdot2^1 + 1\cdot2^0 = 3$.

Za implementaciju ovog kola moguće je koristiti okruženje sa *Arudino Uno* mikrokontrolerom i razvojnom pločom[2]. Kolo binarnog sata se koristi tako što se putem *Arduino* okruženja na računara postavlja početno vreme, a zatim se nakon podešavanja poveže na napajanje baterijom i radiće sve dok se baterija ne isprazni u potpunosti[3],[4].

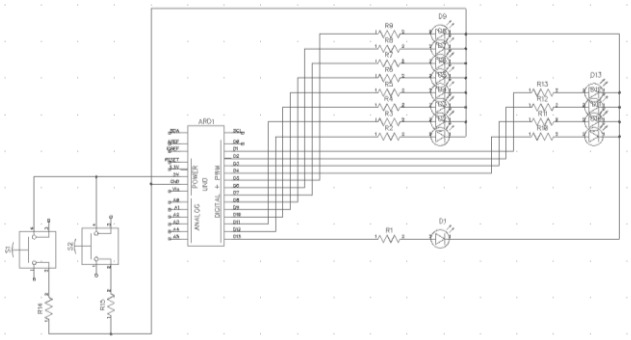
Anđela Jovanović, Aleksandar Ivković, Miloš Ljubenović i Miljana Milić, Katedra za elektroniku, Univerzitet u Nišu, Elektronski fakultet Niš, Aleksandra Medvedeva 14, Niš, Srbija, E-mail: andjela.andjix@elfak.rs, aca.ivkovic@elfak.rs, traputopia@elfak.rs, miljana.milic@elfak.ni.ac.rs .

II. FAZE RAZVOJA KOLA BINARNOG SATA

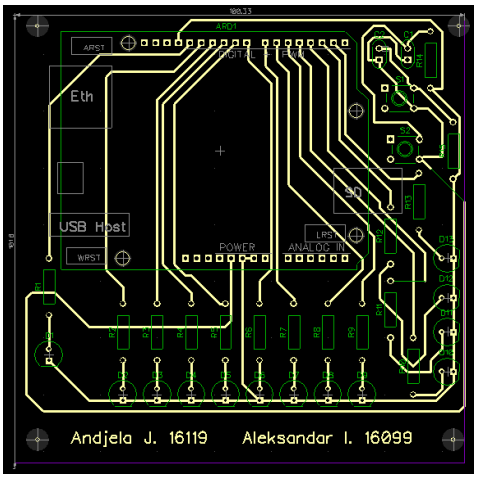
Za realizaciju ovog kola potrebno je pregledno I tačno rasporediti i povezati komponente na štampanoj pločici, koja će se kasnije povezati zajedno sa *Arduino shield*-om, kako bi se omogućilo jednostavno i korektno očitavanje vremena. Zatim je potrebno programirati *Arduino Uno* mikrokontroler[2].

A. Projektovanje kola

Za projektovanje štampane ploče(*PCB*), korišćen je programski paket Diptrace koji je besplatan, jednostavan za korišćenje i omogućava verifikaciju projekta[5]. *PCB* se u *Diptrace*-u realizuje tako što se komponente rasporede na radnom okruženju, a potom povežu. Na slici 1 je prikazan potpuni izgled šeme koju treba realizovati.



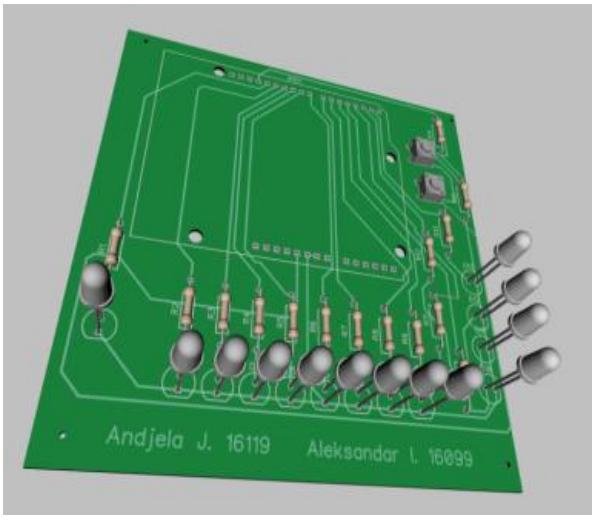
Slika 1. Šema kola binarnog sata realizovana u *Diptrace*-u.



Slika 2. *Layout* šeme kola binarnog sata realizovan u *Diptrace*-u.

Sada je potrebno iscrtati linije između komponenata koje će predstavljati provodne veze na štampanoj ploči. Ove linije će nakon procesa nagrizanja činiti bakarne veze između komponenata na pločici. Konačan *layout* pločice je prikazan na slici 2 i spreman je za štampu.

Programski paket *Diptrace* daje mogućnost 3D prikaza rasporeda komponenti na štampanoj pločici zajedno sa vezama izmedju njih, slika 3.

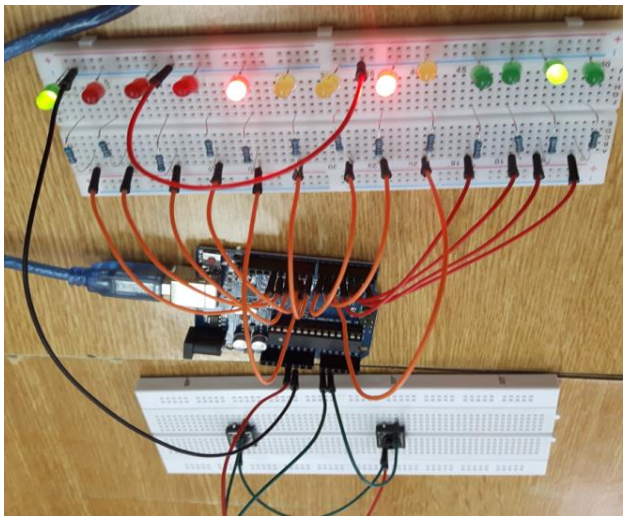


Slika 3. 3D prikaz PCB kola binarnog sata.

Pre samog procesa fizičke realizacije štampane pločice potrebno je testirati da li projektovano kolo ispravno funkcioniše.

B. Testiranje kola

Testiranje kola se radi upotrebom *protoboard* pločice, potrebnih komponenti i *Arduino* mikrokontrolera na kome se nalazi odgovarajući kod. Realizacije šeme kola data je na slici 4.



Slika 4. Testiranje rada kola binarnog sata.

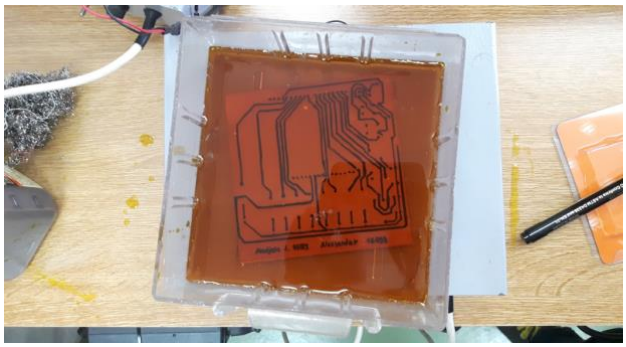
Očitavanjem stanja LED dioda sa desna na levo dobijena je sledeća vrednost vremena u binarnom formatu: 1 0001 0010 0010, što u decimalnom formatu predstavlja sledeće: PM, 1 sat, 2 viša bita minuta i 2 niža bita minuta tj. trenutno vreme je 13:22h.

Kada se *PCB* uspešno dizajnira i testira, potrebno ju je fizički realizovati kao štampanu pločicu. Za to je korišćena metoda transfera štampe na ploču.

C. Realizacija štampane ploče

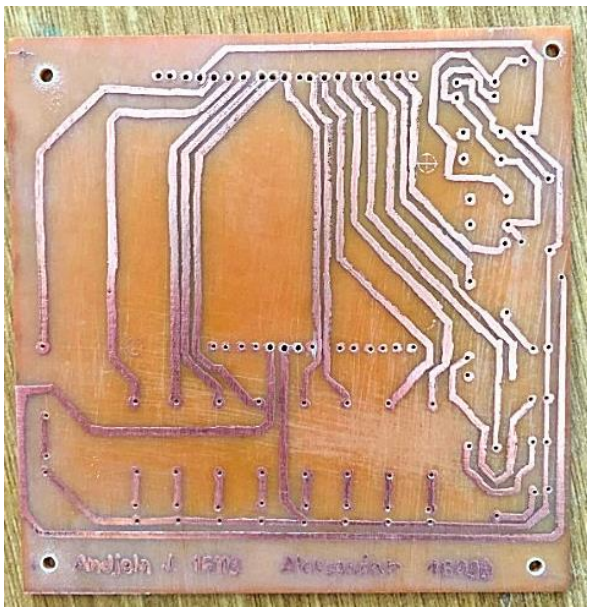
Proces izrade pločice korišćenjem ove metode u laboratorijskom okruženju je sledeći:

- Metalnom žicom očistiti oksidirali sloj na površini bakarne pločice
- Preneti odštampani layout pločice napravljen u Diptrace-u na bakarnu pločicu korišćenjem pegle. Pritisnuti štampu na pločicu i držati tako 5 min
- Nakon pet minuta odvojiti papir od pločice. Trebalo bi da postoje vidljivi tragovi štampe na bakarnoj površini.
- Ukoliko se neki delovi štampe nisu lepo preneli, potrebno ih je docrtati i to isključivo upotrebom alkoholnog markera
- Sada je potrebno potopiti pločicu u rastvor ferihloride kiseline kao na slici 5. Zadržati pločicu u kiselini sve dok se bakar u potpunosti ne nagrize. Ovaj deo postupka naziva se ecovanje.

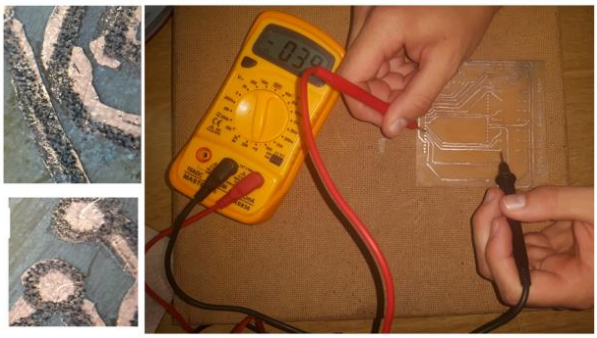


Slika 5. Proces ecovanja pločice.

- Nakon procesa ecovanja potrebno je ukloniti ostatak štampe na pločici upotrebom acetona.
- Potrebno je izbušiti rupe na pločici na kojima će se komponente zalemiti. Štampana pločica dobija izgled kao na slici 6.
- Potrebno je vizuelno upotrebom lupe, kao i funkcionalno - upotrebom multimetra testirati da li su bakarne veze između komponenata ispravno realizovane. Proces je prikazan na slici 7.
- Sledeći korak je lemljenje komponenata upotrebom kalaja.

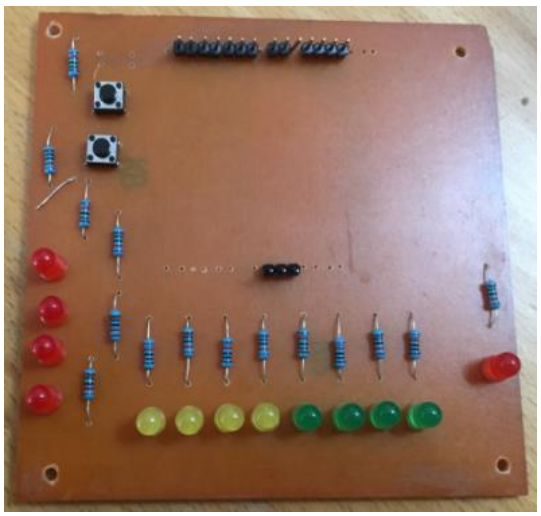


Slika 6. Izgled pločice nakon procesa ecovanja i bušenja rupa.



Slika 7. Testiranje bakarnih veza između komponenata.

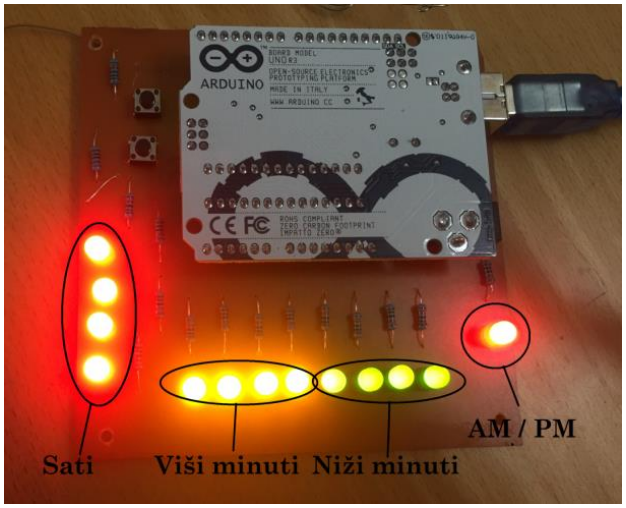
Nakon lemljenja komponenti, štampana pločica dobija izgled kao na slici 8.



Slika 8. Gotov izgled pločice nakon lemljenja komponenti.

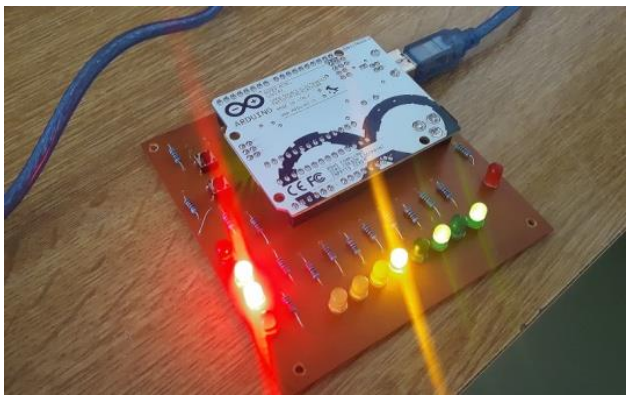
III. DEMONSTRACIJA

Ispravnost realizovanog kola utvrđena je iscrpnim mnogobrojnim testiranjima. Pre same demonstracije rada realizovanog kola binarnog sata, potrebno je utvrditi šta koja LED dioda prikazuje, slika 9.



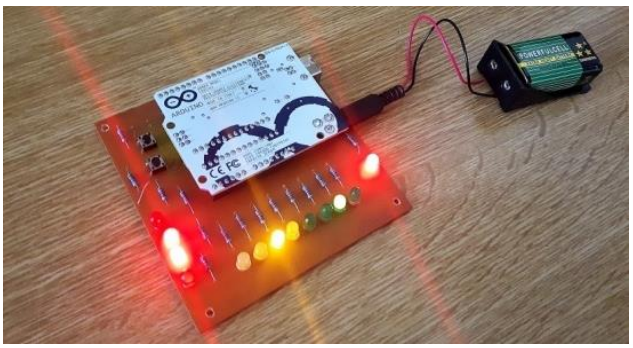
Slika 9. Prikaz rasporeda dioda na štampanoj plocici povezanoj sa Arduino shieldom.

Na sledećim slikama će biti prikazana dva primera rada, jedan u AM, a drugi u PM prezentaciji vremena. Na slici 10 prikazan je primer binarne AM prezentacije vremena. Prikazano je, s leva na desno, u binarnom formatu sledeće: 0110 0001 0101 0, što u decimalnom formatu znači: 6 sati, 1 viši minut, 5 nižih minuta i AM indicator. Trenutno očitano vreme je 06:15h.



Slika 10. Primer AM prezentacije vremena.

Na slici 11 prikazan je primer binarne PM prezentacije vremena. Prikazano, s leva na desno, u binarnom formatu sledeće: 0110 0010 0010 1, što u decimalnom formatu znači: 6 sati, 2 viša minuta, 2 niža minuta i PM indicator. Trenutno očitano vreme je 18:22h.



Slika 11. Primer PM prezentacije vremena.

IV. ZAKLJUČAK

U radu je opisan postupak projektovanja kola za binarni sat. Štampano kolo je zasnovano na korišćenju pasivnih i aktivnih komponenti, kao i *Arduino* mikrokontrolera. Kolo je realizovano u vidu štampane pločice, i testiranjima je potvrđena njegova ispravnost.

ZAHVALNICA

Rezultati prikazani u ovom radu ostvareni su u okviru projekta TR32004, čiju realizaciju finansira Ministarstvo prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije.

LITERATURA

[1] Upustvo za korišćenje binarnog sata. Dostupno na: https://www.exploringbinary.com/how-to-read-a-binary-clock/

[2] M. Kosanović, S. Stošović: "*The Concept for the "Smarthome" Controlled by a "Smartwatch"* " , Facta Universitatis, Series: Electronics and Energetics, Vol. 31, No.3, 2018, pp. 389-400

[3] Povezivanje *Arduino* mikrokontrolera sa realizovanim kolom binarnog sata. Dostupno na: https://circuitdigest.com/microcontroller-projects/ledbinary-clock-using-arduino

[4] Povezivanje *Arduino* mikrokontrolera sa realizovanim kolom binarnog sata. Dostupno na: https://www.danielandrade.net/2008/07/15/binary-clock-with-arduino/

[5] Programski paket Diptrace. Dostupno na: https://diptrace.com

LED indikator jačine zvuka ralizovan korišćenjem Arduino Uno mikrokontrolera

Novak Radivojević, Miloš Đokić, Miloš Ljubenović, Miljana Milić

Sadržaj – U ovom radu će biti predstavljeno kolo sa svetlećim diodama pomoću koga je moguće vizuelizovati zvučni signal, tzv. *equalizer*. Funkcija kola biće obavljena na dva načina i to tako da sa porastom jačine zvuka raste broj uključenih dioda, odnosno jačina svetlosti dioda. Kolo je opisano u Arduino razvojnom okruženju, potom testirano na proto ploči i projektovano pomoću softvera za dizajn štampanih kola – *dipTrace*. Štampana ploča je izrađena foto postupkom.

I. UVOD

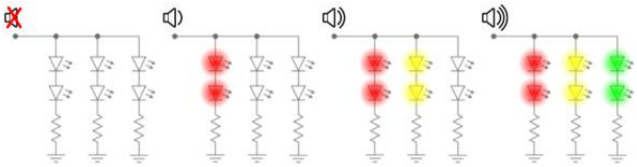
Tokom druge polovine prošlog veka, elektronika je svojim razvojem doprinela ne samo napretku u industriji i procesima industrijske proizvodnje, već i u umetnosti, zabavi, muzici i sl. [1]. Svetleće (LED) diode su ovde našle veoma široku primenu, jer se najčešće pomoću njih može izvršiti vizuelizacija jačine električnog signala. Ako se na ulaz kola dovede neki električni signal, pomoću raznih konfiguracija tj. rasporeda LED traka ili matrica može se na slikovit način predstaviti vrednost tog signala.

Ovakva kola najčešće se koriste za vizeulizaciju zvučnih signala tj. muzike. Dobar primer su analizatori spektra (*equalizers*) koji se koriste u muzičkim uređajima. Kao i svaki složeni signal u prirodi, muzika se sastoji iz osnovnih tonova različitih frekvencija. Ceo spektralni sadržaj jedne muzičke kompozicije može se izdeliti na više frekvencijskih opsega gde neki od njih obuhvataju više (*treble*), neki srednje, a neki niže (*bass*) frekvencije. Za svaki frekventni opseg, analizator spektra generiše električni signal koji je utoliko jači, ukoliko je veća prisutnost osnovnih tonova na frekvencijama iz pojedinačnih opsega. Jačina ovih električnih signala može se očitati sa LED traka [4]. Što je više osnovnih tonova u jednom frekventnom opsegu, to više dioda zasvetli u LED traci koja predstavlja taj opseg. Ovo je samo jedan od mnogobrojnih primera kako se pomoću LED dioda može vizuelizovati ponašanje neke fizičke veličine.

II. PRINCIP RADA

Po prijemu zvučnog signala, kolo treba da „odredi" njegovu jačinu, a onda na osnovu izmerene vrednosti treba da uključi/isključi određene diode tako da što je zvuk „jači", to se više dioda uključi.

Indikator će imati tri nivoa sa po dve diode, gde su pri vrlo slabom zvuku (tišina) sve diode isključene, za slabije zvukove uključuju se samo crvene diode, za nešto jače žute, a za najjače i zelene. Ovo je prikazano na Slici 1.



Slika 1. Princip rada kola.

Za realizaciju ovog kola potrebno je:
- mikrofonski modul
- LED diode, 6 kom. (po dve crvene, žute i zelene)
- otpornici otpornosti 220Ω, 3 kom.
- Arduino *Uno* mikrokontrolerska ploča
- proto ploča
- pertinaks ploča
- pribor i alati za izradu štampane ploče

III. ŠEMA I ELEMENTI KOLA

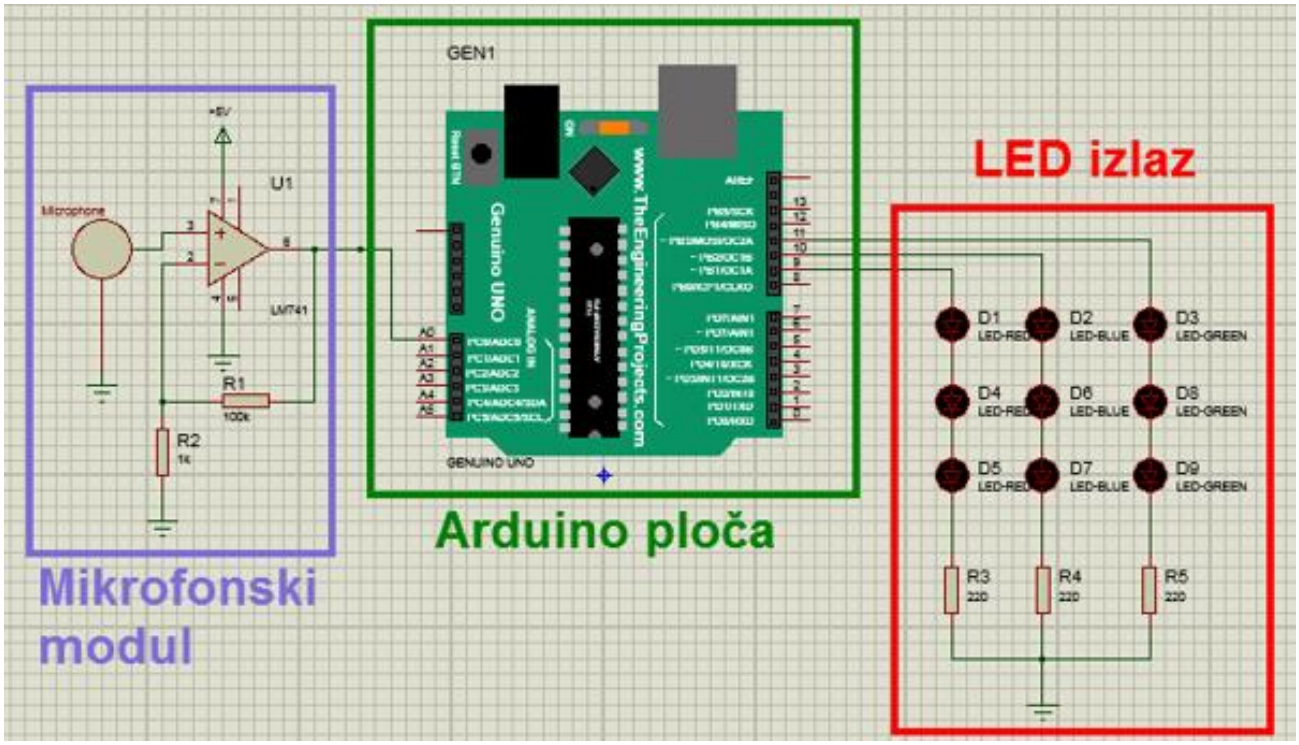
Električna šema indikatora data je na Slici 2. Sastoji se iz tri bloka: Mikrofonski modul koga čine mikrofon i pojačavač, Arduino mikrokontrolerska ploča i izlazno kolo sa LED diodama.

A. Mikrofonski modul

Ovaj blok vrši prijem zvuka preko mikrofona i pretvara ga u električni signal koji se šalje Arduino ploči na dalju obradu. Pošto je električni signal dobijen iz mikrofona veoma slab, potrebno je pojačati ga pre nego što se pošalje na sledeći blok da bi Arduino mogao da ga detektuje. Na sl. 3 prikazan je zvučni senzor koji je dizajniran specijalno za Arduino.

Ovo kolo sadrži analogni i digitalni izlaz, potenciometar kojim se može podešavati osetljivost senzora, kao i LED indikaciju prisustva napajanja. Ovaj senzor se vrlo lako može montirati na štampanu ploču i obavlja sve funkcije mikrofonskog modula potrebne za realizaciju indikatora.

Novak Radivojević, Miloš Đokić, Miloš Ljubenović i Miljana Milić, Katedra za elektroniku, Univerzitet u Nišu, Elektronski fakultet, Aleksandra Medvedeva 14, Niš, Srbija, E-mail: thenovak97@gmail.com, milos.djokic@elfak.rs, traputopia@elfak.rs, miljana.milic@elfak.ni.ac.rs.



Slika 2. Šema kola sa označenim funkcionalnim blokovima.



Slika 3. Arduino mikrofon-zvučni senzor.

B. Arduino

Arduino je mikrokontrolerska platforma koja se može programirati tako da na osnovu signala datih na svojim ulazima, generiše razne oblike signala na izlazima [5]. Ploča upotrebljena u svhru izrade indikatora - Arduino *Uno*, ima 6 analognih ulaznih i 14 digitalnih ulazno-izlaznih pinova. Program po kome će Arduino raditi dovodi se sa računara preko USB kabla. Ulazni signal je analogni signal iz mikrofona i dovodi se na analogni ulaz A0. Tim signalom se kontrolišu naponi na tri pina označena brojevima 9, 10 i 11 koji se koriste kao izlazi.

C. Izlazno kolo sa LED diodama

Na ulaz ovog bloka se dovode signali sa izlaznih pinova Arduino ploče koji kontrolišu svaki od tri nivoa. Otpornici su dodati da bi se ograničila struja kroz diode, inače bi došlo proboja i nepovratnog oštećenja dioda.

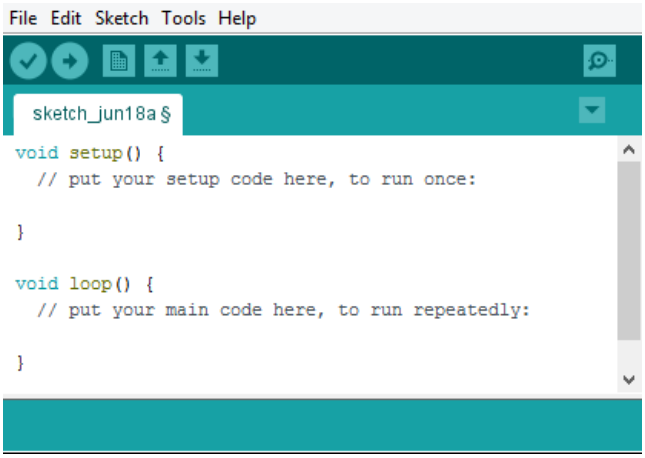


Slika 4. Arduino mikrokontrolerska ploča.

IV. PROGRAMIRANJE I TESTIRANJE

Na Slici 5. prikazano je okruženje za razvoj Arduino softvera gde su navedene dve njegove glavne funkcije – *setup* i *loop*. Funkcija *setup* će se izvršiti samo jednom i to pri pokretanju programa na Arduino ploči. U *setup* funkciji se navode početni uslovi rada ploče, kao što je određivanje koji pinovi će se koristiti kao ulazi, odnosno izlazi. Takođe, ovde se može napisati i kod koji će izvršiti početni test funkcionalnosti kola, npr. ispitivanje ispravnosti svih dioda i sl.

Loop funkcija se izvršava u svakom trenutku, iznova i iznova nakon izvršenja *setup*-a. U *loop* segmentu treba opisati rad kola. Funkiconalnost indikatora opisana je pomoću dva programa:



Slika 5. Arduino softversko okruženje.

Program br. 1

```
void setup() {
  pinMode(A0, INPUT);
  pinMode(9, OUTPUT);
  pinMode(10, OUTPUT);
  pinMode(11, OUTPUT);
}

void loop() {
  Serial.begin(9600);
  int level = analogRead(A0);

  if(level > 41)
  digitalWrite(9, HIGH);
  else
  digitalWrite(9, LOW);

  if(level > 43)
  digitalWrite(10, HIGH);
  else
  digitalWrite(10, LOW);

  if(level > 45)
  digitalWrite(11, HIGH);
  else
  digitalWrite(11, LOW);

  Serial.println(A0);
  delay(32);
}
```

U *setup* funkciji, pomoću funkcije pinMode, pin A0 je podešen da bude ulazni pin (što je određeno ključnom rečju INPUT), a pinovi 9, 10 i 11 su izalzni pinovi (OUTPUT).

Komanda Serial.begin(9600) inicijalizuje serijski port - uspostavlja se komunikacija između računara i Arduina, brzinom prenosa podataka od 9600 bitova po sekundi. Funkcijom analogRead(A0) očitava se vrednost analognog signala iz mikrofona dovedenog na ulaz A0. Očitana vrednost se čuva u promenljivoj level koja je celobrojnog tipa (int). Sve učitane vrednosti sa analognog ulaza se u Arduinu konvertuju u binarni signal. Arduino Uno sadrži 10-bitni A/D konvertor, što znači da će se sve vrednosti kontinualnog ulaznog napona u opsegu od 0 do 5V preslikati u neku diskretnu celobrojnu vrednost između 0 i 2^{10} - 1 tj. 0 i 1023 i ove vrednosti se koriste u programu. To znači da naponu iz mikrofona od 5V odgovara vrednost 1023, a naponu od npr. 2V odgovara vrednost 410. Prilikom pisanja programa treba voditi računa o ovoj proporciji.

U projektovanom kolu postoje tri naponska praga sa kojima se ulazni signal upoređuje, na osnovu čega se određuje koliko dioda će se uključiti. Kolo je podešeno tako da ako napon pređe prvi prag, upale se samo crvene diode, ako pređe drugi prag, žute i slično za zelene. Ovo se može izvršiti jednostavnim upoređivanjem vrednosti promenljive level sa ručno zadatim pragovima, a to su 41 za crvene, 43 za žute i 45 za crvene diode. Do ovih vrednosti došlo se višestrukim merenjima. Ovako mala naponska razlika između svaka dva susedna praga posledica je visoke osetljivosti mikrofonskog modula koja zahteva kompleksnija podešavanja za postizanje željenih rezultata.

Za svaki od tri nivoa važi: Ako je ulazni signal veći od praga (if(level > 41)), postavljanjem izlaznog signala na visok nivo (digitalWrite(9, HIGH)), zasvetle sve diode vezane za određen izlaz. U slučaju da signal padne ispod praga (else), ugasiti diode (digitalWrite(9, LOW)).

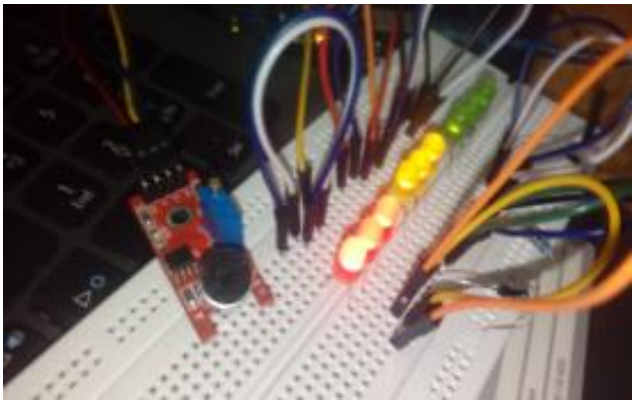
Na kraju je potrebno definisati funkciju Serial.println(A0) kojom će se u odeljku *Serial Monitor* Arduinovog softverskog okruženja ispisivati vrednosti koje ima analogni ulaz u svakom trenutku izvršenja *loop* funkcije. Drugim rečima, pomoću ove funkcije moguće je pratiti promenu vrednosti ulaznog signala, i otkrivati i otklanjati greške u radu kola. Druga funkcija, delay(32) odlaže sledeću iteraciju loop funkcije za 32 ms, što je bitno zato što bi se bez ove funkcije program izvršavo velikom brzinom što može biti štetno po diode.

Program br. 2

```
int _read=0;
void setup() {
 Serial.begin (9600);
 pinMode(A0,INPUT);
 pinMode(9,OUTPUT);
 pinMode(10,OUTPUT);
 pinMode(11,OUTPUT);
for (int i=0;i<6;i++){
 for (int i=9;i<12;i++)
 {
  digitalWrite(i,HIGH);
  delay(200);
 }
 for (int i=9;i<12;i++)
 {
```

```
  digitalWrite(i,LOW);
  delay(200);
 }
}
}
void loop() {
_read=analogRead(A0);
if (_read >= 380){
  analogWrite(9,_read-120);
  analogWrite(10,_read-120);
analogWrite(11,_read-120);
}
else
{
 digitalWrite(9,LOW);
 digitalWrite(10,LOW);
 digitalWrite(11,LOW);
}
}
```

U ovoj verziji programa, u *setup* delu je dodata petlja kojom se izvršava ispitivanje ispravnosti dioda (sve diode se ukupno 6 puta naizmenično pale i gase na po 200 ms). U *loop* funkciji, izlazni signal se postavlja na nizak nivo ako ulaz ne dostigne određeni prag (380), a ako je prag dostignut, diodama se prosleđuje signal čija jačina linearno zavisi od ulaznog signala. Na taj način postiže se da diode utoliko jače svetle ukoliko je ulazni signal jači.

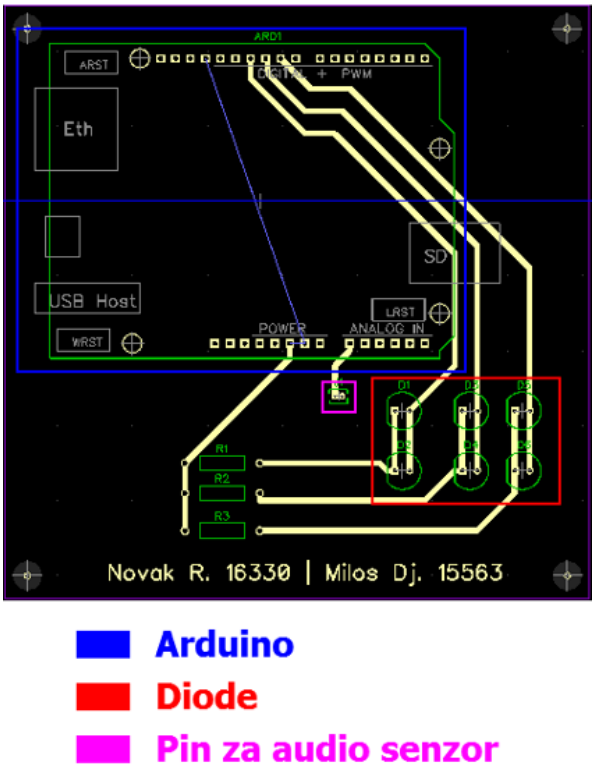


Slika 6. Provera ispravnosti projekta na proto ploči.

Nakon unošenja i kompajliranja programa, svi potrebni elementi se vezuju na proto ploču i vrši se ispitivanje ispravnosti programa i kompletnog projekta.

IV. Projektovanje i izrada PCB-a

Pomoću softverskog alata *DipTrace* [6] i prema navedenoj električnoj šemi, uz nekoliko izmena u detaljima, realizovan je projekat štampane ploče. Prilikom dizajna vođeno je računa i o efektu refleksije, pa su zbog toga vodovi svuda zakrenuti za 45° umesto za po 90°. *DipTrace* takođe ima opciju da se kompletan projekat štampane ploče odštampa na papiru, što značajno olakšava posao pri izradi ploče foto postupkom.



Slika 7. PCB dizajn kola u DipTrace-u.

Izrada PCB vrši na sledeći način:

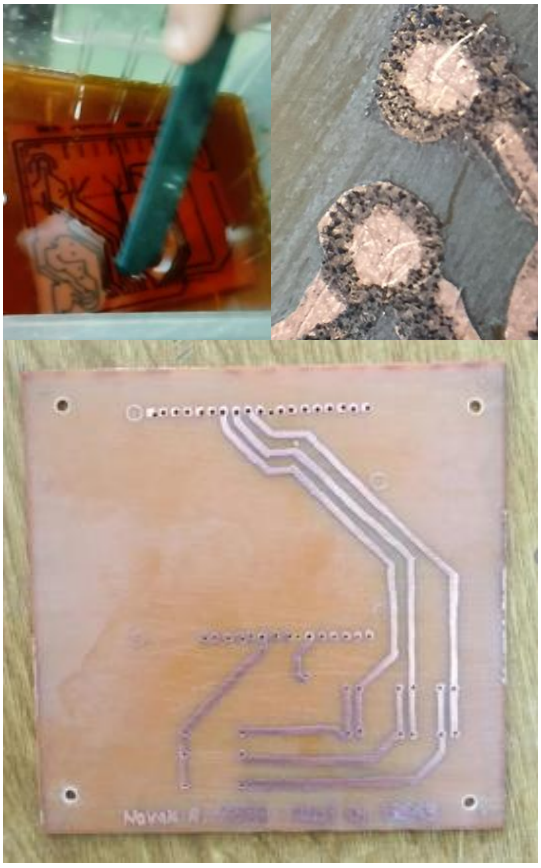
- U slučaju da je pertinaks ploča oksidirala ili je omašćena, treba je očistiti od slojeva oksida i masti.
- Nanosi se foto lak.
- Odštampana šema se lepi selotejpom za štampanu ploču. Prilikom lepljenja, šema mora biti okrenuta licem na dole.
- Nakon lepljenja šeme, ploču treba pritisnuti zagrejanom peglom. Dovoljno je držati peglu na ploči nekoliko minuta da bi se vodovi sa štampe potpuno preslikali sa papira na ploču.
- Nakon peglanja, papir se skida sa ploče. Ako se vodovi nisu dobro preslikali, potrebno je docrtati ih alkoholnim markerom.
- Neželjeni sloj bakra skida se ecovanjem (nagrizanjem).
- Kada je sve spremno, potrebne komponente zalemiti za ploču.

V. Zaključak

Kolo zvučnog equalizer-a ralizovano je korišćenjem Arduino Uno mikrokontrolera i posebno razvijene štampane pločice. Ono u potpunosti zadovoljava

postavljene projektantske zahteve. Ovim se otvara mnogo novih mogućnosti za realizaciju sličnih kola, kao na primer:

- dodavanje ne samo 3, već i mnogo više dioda
- korišćenje LED matrice za lepše vizuelizacije
- realizacija kola koje radi na sličan način, ali npr. meri temperaturu
- kod za Arduino može se napisati na razne načine tako da diode različito svetle(npr. sve diode se brzo upale kada se začuje jak zvuk, a polako se gase kad nastane tišina itd.)



Slika 8. Tok izrade i konačni izgled štampane ploče.



Slika 9. Realizovan sistem.

ZAHVALNICA

Rezultati prikazani u ovom radu ostvareni su u okviru projekta TR32004, čiju realizaciju finansira Ministarstvo prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije. Za podršku u realizaciji ovog projekta se zahvaljujemo Elektronskom fakultetu iz Niša.

LITERATURA

[1] V. Litovski, *Osnovi elektronike*, Akademska misao, 2006.
[2] P. Petković, *Projektovanje CMOS integrisanih kola sa mešovitim signalima, Uvodno poglavlje*, Elektrosnki fakultet Niš
[3] V. Litovski, *Projektovanje elektronskih kola*
[4] Princip rada za *Spectrum Analyzer*. Dostupno na: https://www.radio-electronics.com/info/t_and_m/spectrum_analyser/spectrum_analyzer.php
[5] M. Kosanović, S Stošović: "The Concept for the "Smarthome" Controlled by a Smartwatch", Facta Universitatis, Series: Electronics and Energetics, Vol. 31, No. 3, 2018, pp. 389-400.
[6] Programski paket Diptrace: https://diptrace.com

Blockchain tehnologija i njena primena u skladu sa Ciljevima održivog razvoja Ujedinjenih nacija

Aleksandar Gavrić

Sadržaj – Blockchain tehnologija kao koncept koji omogućava veći nivo poverenja u rad informacionih sistema i decentralizovanu mrežu ujedinjene računarske snage uspešno doprinosi razvoju raznih industrija. Obrađuju se teme o decentralizovanim aplikacijama, Ethereum lancu, kriptovalutama, kriptotokenima i dosadašnje primene u cilju širenja svesti o mogućim narednim primenama blockchaina uz nagoveštavanje primene u projektima koji teže ka ostvarenju međunarodno priznatih Ciljeva održivog razvoja.

I. UVOD

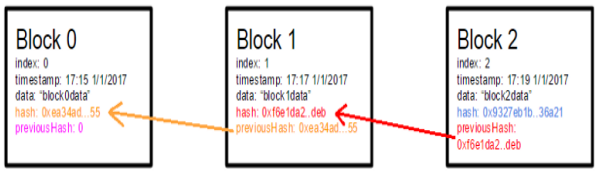
Oduvek je bilo lako umnožiti digitalni materijal. Sadržaj bušene kartice, kasete, diska, preuzetog materijala sa web stranice i slično lakše je umnožiti nego recimo zlatni novčić. Intuitivno, sadržaj se zarad bezbednosti kriptovatj. šifrirao. Tada iako je sadržaj lako dostupan – nije razumljiv bilo kome. Međutim, teško je tradicionalnim konceptima zaštite garantovati dokaze o neizmenjenosti podataka, o tačnosti nekih „automatski“ generisanih činjenica i slično. Ideja o ulančavanju podataka i njihovoj decentralizovanoj obradi nastoji da obezbedi korisnicima podataka veći nivo poverenja u trajnost i postojanost podataka. Za ilustrovanje kroz primer možemo uzeti podatke o vlasništvu nad nekom imovinom. Katastar nepokretnosti skladišti informacije o vlasnicima tih nepokretnosti. Verujemo da je informacija da smo primera radi mi vlasnici svoje imovine bezbedno skladištena i da neće biti izmenjena bez našeg znanja iz prostog razloga što državni organ kao što je Katastar poseduje ogroman kredibilitet proistekao od autoriteta jedne države. Informaciju o našem stanju na bankovnom računu poseduje sama banka i verovaćemo da će se naša prava poštovati jer se oslanjamo na sistem pravde i sistem nadzora rada institucija kao što je banka. Tradicionalno se oslanjamo na autoritete koji nam garantuju postojanost u poštovanju dogovora i pravila.

II. BLOCKCHAIN TEHNOLOGIJA

Primena blockchain tehnologije nastoji da obezbedi postojanost skladištenih podataka. U osnovi predstavlja strogo rastuću listu zapisa koje nazivamo blokovima povezanih upotrebom kriptografije. Nad podacima se primenjuje hash funkcija koja preslikava podatke na hash vrednost. Poželjno je da sa promenom barem jednog bita tih digitalnih podataka hash funkcija više ne preslikava te podatke u istu hash vrednost. Na hash vrednost možemo gledati kao na relativno kratki niz karaktera koji reprezentuje podatke u celosti ali i rerazumjiv samo programu.

$$\varphi\,(podaci) \rightarrow hash \tag{1}$$

Svaki blok u lancu sadrži podatke od značaja korisniku enkapsulirane u tom bloku ali i hash vrednost celokupnog prethodno dodatog bloka formirajući lanac. Prvi dodat blok (*genesis block*) očigledno nema prethodnika i to je jedini izuzetak. Sledeći blok potvrđuje integritet prethodnog bloka – jer ukoliko se sadržaj prethodnog bloka promeni, neće se sadržaj tog prethodnog bloka preslikavati primenom funkcije u onaj isti hash koji se i dalje čuva u ovom sledećem bloku. Ukoliko dodamo novi blok u lanac on će čuvati hash vrednost prethodnika u kome je već hash vrednost njegovog prethodnika itd. Ovakvim iterativnim procesom garantujemo integritet svih prethodno dodatih blokova. Ukoliko se u bilo kome od njih izmeni podatak – nastavak tog lanca više neće biti validan. Lanac se čuva u više kopija i na svaki kvant vremena se pokreće automatski proces koji procenjuje da li je neki lanac nevalidan i po principu konsenzusa ispravlja nevalidne tako što prepiše preko njih ono što je u većini ostalih kopija lanaca. Dakle, ukoliko neko zlonamerno želi da neprimetno izmeni podatke iz jednog bloka mora da ih izmenii iz onog sledećeg i tako dalje sve do kraja lanca a onda zatim to sve isto u barem 50% kopija lanaca koje su distribuirane čvorovima mreže širom sveta i to sve između dve uzastopne automatske validacije lanca gde prilkom svake izmene treba da probije zaštitu pomoću javnog i privatnog ključa. Ovakav se postupak za sada smatra nemogućim pa se garantuje integritet skladištenih podataka.



Slika 1. Ilustracija blokova i veza.

Prve radove iz kriptografije na temu ulančavanja blokova pamtimo još od 1991. godine. Pisane od strane Stjuarta Habera (Stuart Haber) i Skota Stornete (Scott Stornetta). Naredne godine već sa Bajerom dodaju implementaciji da se za podatke od značaja koristi Marklovo stablo pri čemu će se u bloku čuvati koren tog

Aleksandar Gavrić, student 3. godine Računarstva i informatike. Elektronski fakultet, Niš. E-mail: agavric@elfak.rs.

stabla. Sam koncept pod nazivom Blockchain je ustanovila osoba ili grupa ljudi poznata kao Satoši Nakamoto (Satoshi Nakamoto) 2008. godine. Tehnički gledano bockchain predstavlja Peer to peer mrežu koja kolektivno koristi protokol za komunikaciju i validaciju blokova.

Svi čvorovi u mreži su ravnopravni – ne postoji glavna, zvanična kopija i nijednom se čvoru ne veruje više nego drugom.

III. PRIMENA BLOCKCHAIN TEHNOLOGIJE

Primarno, blockchain je primenjen za realizaciju transakcija digitalnog novca. Iz toga su proistekle brojne kriptovalute počevši sa kriptovalutom Bitcoin. Ovakvim konceptom sprečen je problem poznat pod nazivom *Duplo trošenje* koji je bio ključna prepreka u pouzdanosti digitalnog novca. Standardne primene su takođe sistemi za raznovrsna glasanja koji uključuju glasanja za izbore, referendume, ankete, predloge za raspodelu javnog budžeta i slično. Kao što je nagovešteno primerom u uvodnom delu blockchain se koristi kao sistem za evidenciju vlasništva nad imovinama. Blockchain se uspešno primenjuje i u sistemima kao što su sistem za uvid pojedinaca u podatke o sopstvenom zdravlju, sistem za evidentiranje redova za čekanje na transplataciju organa, sistemi koji omogučavaju povećanu transparentnost u konkursima za zapošljavanje itd. Interesantna je primena blockchain-a sprovedena od strane državnog organa SAD-a (*The US Department of Homeland Security*) koji sve snimke sa ličnih bezbednosnih kamera čuva distribuirano putem blockchain-a kako bi se osigurao da neko ko ima pristup tim snimcima nebi zloslutno neki deo tih zapisa izbrisao nezavisno koliki autoritet poseduje. Start-up Chronicled svojom idejom nastoji da obezbedi pouzdanost informacija o prikupljenim dokazima tokom policijske istrage u cilju sprečavanja situacija naknadno dodatih lažnih dokaza i sličnih prevara.
Jedna od najuticajnih primena blockchaina su pametni ugovori (*Smart Contacts*). Ukoliko se ispunjenje ugovornih uslova može automatski zaključiti onda pametni ugovor može pouzdano da garantuje da će se i ugovorne automatske obaveze izvršiti gotovo bez mogućnosti da neko spreči u međuvremenu rad takvog programa. Ethereum je platforma koja omogućava kreiranje pametnih ugovora upotrebom specijalizovanog programskog jezika *Solidity* i predstavlja veliku i važnu inovaciju čiji je idejni tvorac Vitalik Buterin. Ethereum pored omogućava da se programski kod aplikacije izvršava decentralizovano pri metodama Dokaza o radu (Proof of Work). Decentralizovane aplikacijesu nepromenljive, kriptografski sigurne, zaštićene od hakerskih napada, rade stalno i funkcionišu na osnovu konsenzusa. Veliku pažnju zaslužuju posebno primene koje nam omogućavaju da raspolažemo informacijama koje su nečija privatnost, da donosimo zaključke na osnovu njih i da tek nakon što dobijemo analizu koliko su nam od koristi možemo da zatražimo prava na njih. Takav je primer naprava kojim se nadograđuju medicinske sprave koje prikupljaju informacije o pacijentima. Svi prikupljeni podaci se šifrovani dodaju u lanac. Algoritam pomoću veštačke inteligencije klasteruje podatke i traži obrasce koji su od značaja za registrovana naučna istraživanja. Ukoliko primeti zavisnost za koju veruje da je od značaja ponudiće još uvek anonimnim korisnicima da razmene takav podatak pri čemu blockchain garantuje da korisnici ukoliko žele mogu da ostanu anonimni i mogu da odbiju da se koriste njihove privatne informacije bez sumnje u pouzdanost programa. Rezultat toga je da je moguće veštačkom inteligencijom obrađivati podatke o svim pacijentima sveta pristupajući apsolutno svi zabeleženim informacijama o njima a pritom ne narušiti njihovu privatnost. U cilju razvitka nauke, omogućava se partnerstvo dveju strana za razmenu korisnih informacija.

IV. ZAKLJUČAK

Blockchain tehnologija je obećavajuća tehnoogija koja je već primenjena u više od 40 industrija. Predpostavlja se i predlaže se dalja primena ove tehnoloije u svrhu ostvarenja Ciljeva održivog razvoja koje su propisale Ujedinjene Nacije. Ciljevi održivog razvoja predstavljaju skup ciljeva koji se odnose na budući društveni i ekonomski razvoj u skladu sa principima održivosti i promovišu se kao Globalni ciljevi za održivi razvoj.



Slika 2. Cijevi održivog razvoja.

ZAHVALNOST

Zahvaljujem se doc. dr Emiiji Živanović na pruženom usmeravanju, motivisanju, podršci i podsticaju.

LITERATURA

[1] https://en.wikipedia.org/wiki/Blockchain (23.09.2018.)
[2] https://medium.com/@matteozago/50-examples-of-how-blockchains-are-taking-over-the-world-4276bf488a4b (23.09.2018.)
[3] https://www.cbinsights.com/research/industries-disrupted-blockchain/
[4] https://www.forbes.com/sites/bernardmarr/2018/05/14/30-real-examples-of-blockchai (23.09.2018.)
[5] https://www.entrepreneur.com/article/310373 (23.09.2018.)
[6] https://en.wikipedia.org/wiki/Sustainable_Development_Goals

Prikupljanje podataka putem mobilne meteorološke stanice i njihova klasifikacija putem ID3 algoritma

Lazar Jovanović, Leonid Stoimenov

Sadržaj –U ovom radu realizovan je sistem koji obezbeđuje prikupljanje podataka sa mobilne meteorološke stanice, upisuje ih u bazu podataka, a nakon toga vrši njihovu klasifikaciju putem ID3 algoritma. Projekat je realizovan kroz tri celine: embedded dela sa specijalnom PCB (*Printed Circuit Board*) pločom na kojoj se nalaze mikrokontroler i senzori, baze podataka koja služi za skladištenje pribavljenih podataka i desktop aplikacije putem koje korisnik obrađuje generisane podatke i klasifikujeih u jednu od dve klase "može napolje" ili "ne može napolje".

I. BAZE PODATAKA

A. Relacione baze podataka

Predlog relacionih baza podataka dao je inženjer IBM-a, Edgar Codd 1970. godine. Relacione baze, bazirane su na *relacionom modelu podataka*, pri čemu se podaci skladište u tabelama (relacijama) koje sadrže vrste i kolone. Kolone relacije predstavljaju atribute koji opisuju podatke, dok vrste predstavljaju kolekcije vrednosti podataka koji se nalaze u nekom odnosu (torke) [2]. Šema relacije predstavlja glavni način predstavljanja jedne relacije, i ona definiše opis torke date relacije. Parametri šeme relacije su *primarni ključ* koji jedinstveno identifikuje torku u relaciji, *atributi* koji opisuju odgovarajuću torku i *strani ključevi* koji predstavljaju reference ka drugim relacijama. Skup svih šema relacija u bazi čini *šemu relacione baze podataka* (slika 1.).

PREDUZEĆE ({RADNIK, SEKTOR,PROJEKAT};IC)
RADNIK(MBR, LIME, LD, **SBR**)
SEKTOR(SBR, SNAZIV, **SLOK**)
PROJEKAT(PBR, PNAZIV, **SBR, PRUK**)

Slika 1. Primer šeme relacione baze podataka.

Manipulacija podacima u relacionoj bazi vrši se putem *upitnih jezika* (SQL – Structured Query Language). Razlikujemo sedam tipova naredbi za manipulaciju podacima, i to naredbe: za šemu baze podataka, za podatke, za transakcije, za kontrolu, za konekcije, za sesije i za dijagnositku.

Lazar Jovanović, diplomirani inženjer elektrotehnike i računarstva na modulu računarstvo i informatika Elektronskog fakulteta Univerziteta u Nišu, Aleksandra Medvedeva 14, 18000 Niš, Srbija, E-mail: lazar.jovanovic@elfak.rs

Leonid Stoimenov, redovni profesor na Katedri za računarstvo, Elektronskog fakulteta Univerziteta u Nišu, Aleksandra Medvedeva 14, 18000 Niš, Srbija, E-mail: leonid.stoimenov@elfak.ni.ac.rs

B. WeatherStation baza podataka

WeatherStation baza podataka, korišćena u ovom radu, realizovana je u Microsoft SQL Serveru 2014. U bazi se razlikuju *merenja* i *podaci*, pri čemu merenja predstavljaju očitane vrednosti sa senzora u numeričkom formatu, dok podaci predstavljaju očitane vrednosti sa konkretnom vrednošću iz definisanog skupa atributa za datu vrednost. U bazi se, takođe, razlikuje i trening skup, na osnovu koga se generišu indukciona pravila za klasifikaciju podataka, kao i skup za evaluaciju nad kojim se generisana indukciona pravila primenjuju.

Za svaku od očitanih vrednosti definisani su sledeći skupovi atributa očitanih vrednosti:

1. Vetar – slab (0-4.4 m/s), umeren (4.4-9.3 m/s), jak (preko 9.3 m/s)
2. Kiša – slaba (0-1 mm), umerena (1-2 mm), jaka (preko 2 mm)
3. Pritisak – normalan (775-1070 mbar), nizak (ispod 885 mbar), visok (iznad 1070 mbar)
4. Temperatura – visoka (preko 35 ºC), povišena (27-35 ºC), idealna (18-27 ºC), niža (4-18 ºC), niska (ispod 4 ºC)
5. Vlažnost vazduha – veoma niska (0-20 %), niska (20-40 %), srednja (40-60 %), visoka (60-80 %), veoma visoka (80-100 %).

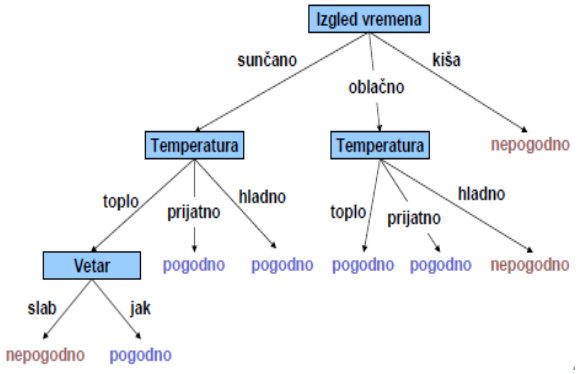
C. Entity Framework 6.0

Entity Framework 6.0 predstavlja objektno – relacioni maper za ADO.NET framework, i omogoćava komunikaciju između relacionih i nerelacionih sistema. Aplikacija za klasifikaciju realizovana je u programskom jeziku C#, koji podržava objektno - orijentisanu paradigmu, te je pre korišćenja podataka, neophodna njihova transformacija iz relacionog modela u objekte. Ovaj proces poznat je pod nazivom *mapiranje*. Povezivanje SQL Servera sa Visual Studijom vrši se dodavanjem *ADO.NET Entity Data Modela*, kome se definišu neophodni parametri za povezivanje sa odgovarajućom bazom, kao i relacije koje je neophodno mapirati. Ovaj model omogućava mapranje izabranih relacija, kao i skup osnovnih funkcija za pristup podacima u bazi.

II. WEATHERSTATION APLIKACIJA

A. *ID3 algoritam za klasifikaciju*

Predlog ID3 algoritma za klasifikaciju dao je Ross Quinlan 1975. godine [6]. Glavna namena ovog algoritma je indukovanje stabla odluke na osnovu skupa atributa u cilju klasifikacije novih uzoraka. Strukturu stabla odluke čine *čvorovi* koji predstavljaju atribute, *grane* koje predstavljaju vrednosti atributa čvora iz koga vode i *listovi* koji predstavljaju atribute klase [4]. Cilj ovog algoritma je pronalazak najjednostavnijeg stabla, ali ne i najoptimalnijeg. Stablo odluke (slika 2.) se osim grafički može predstaviti i putem indukcionih pravila (slika 3.).



Slika 2. Grafički prikaz stabla odluke.

1. **IF** izgled-vremena = sunčano **AND** temperatura = toplo **AND** vetar = slab **THEN** vreme-za-košarku = nepogodno
2. **IF** izgled-vremena = sunčano **AND** temperatura = prijatno **THEN** vreme-za-košarku = pogodno
3. **IF** izgled-vremena = sunčano **AND** temperatura = hladno **THEN** vreme-za-košarku = pogodno
4. **IF** izgled-vremena = oblačno **AND** temperatura = toplo **THEN** vreme-za-košarku = pogodno
5. **IF** izgled-vremena = oblačno **AND** temperatura = prijatno **THEN** vreme-za-košarku = pogodno
6. **IF** izgled-vremena = oblačno **AND** temperatura = hladno **THEN** vreme-za-košarku = nepogodno
7. **IF** izgled-vremena = kiša **THEN** vreme-za-košarku = nepogodno

Slika 3. Prikaz stabla odluke putem indukcionih pravila.

Mera jednostavnosti ID3 algoritma naziva se *entropija* [3]. Entropija se obeležava sa *H* i izračunava se po sledećoj formuli:

$$H(S) = \sum_{i=1,\dots k} (-p(C_i) * \log_k(p(C_i)))$$

pri čemu, $p(C_i)$ predstavlja procenat broja elemenata iz skupa svih elemenata S koji pripadaju klasi C_i, dok $\log_k$ predstavlja logaritam sa osnovom *k*, pri čemu *k* predstavlja broj različitih klasa za dati atribut. Vrednost entropije kreće se u opsegu od 0 do 1, pri čemu vrednost 0 predstavlja perfektno klasifikovan skup, dok vrednost 1 predstavlja stohastički skup.

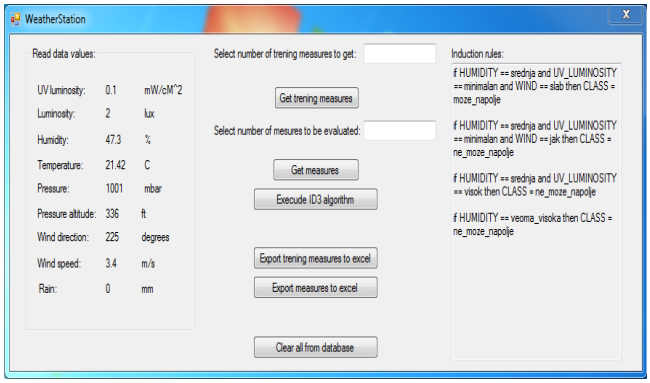
Redosled čvorova u stablu određuje se na osnovu parametra koji se naziva *korist atributa* [3]. Obeležava se sa *G* i izračunava se po formuli:

$$G(S,A) = H(S) - \sum_{i=1,\dots m} (\frac{|S_{Ai}|}{|S|} * H(S_{Ai}))$$

pri čemu *H(S)* predstavlja, entropiju celog sistema, $|S_{Ai}|/|S|$ predstavlja procenat broja elemenata podskupa S_{Ai} u skupu *S*, gde atribut *A* ima vrednost A_i, a $H(S_{Ai})$ predstavlja entropiju procenta podskupa S_{Ai} u skupu *S*.

B. *Implementacija ID3 algoritma u aplikaciji*

Implementacija ID3 algoritma izvršena je u C# Windows forms desktop aplikaciji. Izgled aplikacije prikazan je na slici 4.



Slika 4. Izgled desktop aplikacije.

Prikupljanje podataka vrši se putem tastera *Get trening measures* i *Get measures*, pri čemu se vrši prikupljanje trening skupa podataka, odnosno skupa podataka za evaluaciju. Podaci se najpre parsiraju iz UDP paketa koji se prosleđuje sa mikrokontrolera, a zatim se kreiraju odgovarajući objekti. Trening podacima se dodeljuje i atribut klase pozivom unapred definisane funkcije, dok atribut klase podataka za evaluaciju ostaje nedefinisan, i biće određen primenom ID3 algoritma nad datim podatkom. Vrednosti pristiglih podataka prikazuju se korisniku u levom delu aplikacije.

Klasifikacija podataka za evaluaciju vrši se pritiskom na taster Execute ID3 algorithm, pri čemu se definiše redosled čvorova u stablu odluke, i generišu odgovarajuća indukciona pravila. Po završetku algoritma, u desnom delu aplikacije ispisuju se generisana indukciona pravila, a podaci za evaluaciju u bazi dobijaju atribut klase. U zavisnosti od veličine trening skupa, moguće je da pojedini podaci ostanu neklasifikovani.

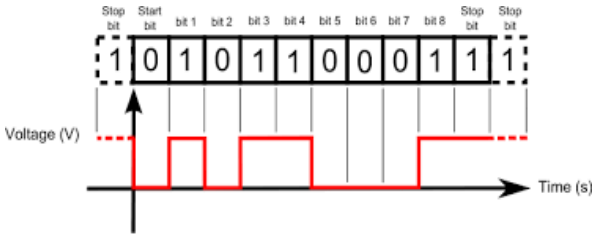
Po završetku klasifikacije, korisnik ima mogućnost da generisane vrednosti eksportuje u Excel format pritiskom na tastere *Export trening measures to excel* i *Export*

measures to excel. Takođe, ukoliko želi da ponovi proces klasifikacije nad drugim skupovima podataka, korisnik ima mogućnost brisanja svih podataka iz baze pritiskom na taster *Clear all from database*.

III. HARDVERSKI INTERFEJSI

A. *UART*

UART (*Universal Asynchronus Receiver-Transmitter*) je hardverski asinhroni interfejs za serijsku komunikaciju. Razmena podataka vrši se na nivou bajtova, pri čemu se bajt deli na bitove koji se serijski prosleđuju i reasembliraju na odredištu. Razlikujemo tri tipa komunikacije: *Simplex* koji predstavlja jednosmernu komunikaciju bez potvrde odredišta o prijemu podatka, *Half duplex* koji predstavlja naizmeničnu obostranu komunikaciju i *Full duplex* koji predstavlja istovremenu obostranu komunikaciju. Parametri UART interfejsa (slika 5.) su baud rate (definiše brzinu prenosa podataka), Transmit i Receive pinovi, broj bitova podataka i broj bitova stop signala.



Slika 5. Format podatka na UART inferfejsu.

Podaci se prosleđuju po FIFO principu. Pre korišćenja ovog interfejsa, neophodno je definisati RS232 serijski komunikacioni standard koji podržava mikrokontroler. Slanje podataka vrši se pozivom bibliotečke funkcije *printf*.

B. *ADC*

ADC (*Analog to Digital Converter*) je sinhrono elektronsko kolo za konverziju ulaznog analognog signala u digitalni signal na izlazu. Razlikujemo više vrsta ADC konvertora u zavisnosti od rezolucije digitalnih vrednosti u koje se vrši prevođenje, a najčešći su 8b, 10b i 16b konvertori. Izračunavanje digitalne vrednosti na izlazu vrši se putem formule:

$$\frac{Resolution\ of\ the\ ADC}{System\ Voltage} = \frac{ADC\ Reading}{Analog\ Voltage\ Measured}$$

pri čemu *Resolution of the ADC* predstavlja rezoluciju konvertora, *System Voltage* predstavlja napon na kome se ADC konvertor napaja, *Analog Voltage Measured* predstavlja izmerenu analognu vrednost dok *ADC Reading* predstavlja digitalnu vrednost na izlazu.

Pre korišćenja ovog interfejsa, neophodno je definisati njegovu rezoluciju, analogne pinove sa kojih se vrše očitavanja, kao i klok na osnovu koga se vrši konverzija. Pre samog očitavanja vrednosti, neophodno je selektovati odgovarajući analogni pin.

C. *CCP moduli*

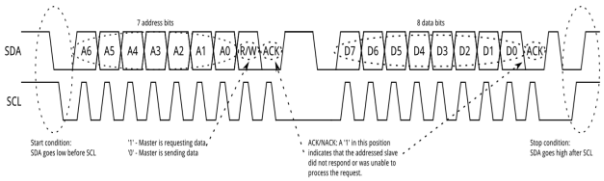
CCP (*Capture / Compare / Pulse Width Modulation*) moduli služe za hvatanje signala, poređenje očitane vrednosti sa unapred definisanom vrednošću i generisanje signala promenljive frekvencije u određenoj jedinici vremena (slika 6.). U radu je korišćen Capture modul za hvatanje analognog signala na silaznim ivicama generisanog takta na senzorima za količinu padavina i brzinu vetra. Svaki generisan impuls inicira izvršenje prekidne procedure u kojoj se broje impulsi, a presek se radi u unapred definisanom vremenskom periodu.

```
void cc2_isr()
{
   brojac_impulsa++;
}
```

Slika 6. Prekidna procedura za izračunavanje broja impulsa.

D. *I²C*

I²C (*Inter – Integrated Circut*) je sinhroni interfejs za razmenu podataka između sporih periferija sa brzim mikrokontrolerom (slika 7.). Radi u *Master* i *Slave* modu rada, pri čemu *Master* generiše klok signal i izdaje naredbe, dok *Slave* sluša naredbe izdate sa *Mastera*. Komunikacija se vrši preko SDA (*Serial Data Line*) i SCL (*Serial Clock Line*) linija za razmenu podataka. Strukutu podatka čine *adresni deo* koji čini 7b adrese periferije i 1b koji definiše da li se vrši upis ili čitanje (0 – upis, 1 - čitanje), i deo podataka koji čini sekvencu od 8b.



Slika 7. Sekvenca podataka kod I²C interfejsa.

IV. MIKROKONTROLER I SENZORI

A. *PIC 18F26K20*

PIC 18F26K20 (slika 8.) je high performance RISC (Reduced Instruction Set Computer) mikroprocesor čija brzina dostiže 16 MIPS (Millions of Instructions Per Second). Programabilna memorija sačinjena je od 64 kB fleš memorije i 1 kB EEPROM (Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory). Sadrži 28 pinova i podržava rad sa I²C, ADC, SPI, UART i CCP hardverskim interfejsom. Takođe, sadrži i interni oscilator za generisanje klok signala brzine do 16 MHz.



Slika 8. PIC 18F26K20.

Ovaj mikrokontroler povezan je na specijalnu PCB (Printet Circuit Board) ploču i njegovo programiranje vrši se u programskom jeziku C. Omogućava očitavanje podataka sa senzora na 5 do 7 sekundi.

B. MikroE WiFi 5 Click

MikroE WiFi 5 Click sadrži GS1500M modul za bežičnu mrežnu konekciju, i omogućava brzinu prenosa do 72.2 Mbps (Mega Bits Per Second). Pruža podršku za osnovne mrežne protokole kao što su UDP, TCP/IP, DHCP, ARP, DNS i HTTP/HTTPS. Komunikacija sa mikrokontrolerom vrši se putem UART interfejsa. Konfiguracija samog kontrolera vrši se putem AT komandi, pri čemu se najpre definišu parametri za povezivanje na odgovarajuću mrežu, zatim se zahtevaju neophodni parametri za uspostavljanje konekcije, a nakon toga vrši i sama komunikacija. U radu, ovaj modul omogućava komunikaciju mikrokontrolera sa aplikacijom putem UDP protokola.

C. SparkFun UV Sensor Breakout – ML 8511

Za očitavanje UV zračenja iskorišćen je SparkFun UV Sensor. Ovaj senzor komunicira sa mikrokontrolerom putem ADC konvertora, i meri UV zračenje u talasnom opsegu od 280 nm do 390 nm. Kao rezultat senzor vraća intenzitet UV zračenja po jedinici površine u mW/cm^2 [1].

D. SparkFun Luminosity Sensor Breakout – TSL 2561

Za merenje vidljivog spektra svetlosti iskorišćen je SparkFun Luminosity Sensor. Ovaj senzor komunicira sa mikrokontrolerom putem I^2C protokola, i uz pomoć dve fotodiode naizmenično čita vrednosti vidljivog i infracrvenog spektra svetlosti. Opseg svetlosti koji se detektuje uz pomoć ovog senzora kreće se od 0.1 lx do 40 klx [1].

E. SparkFun Atmospheric Sensor Breakout – BME 280

Za merenje atmosferskog pritiska, temperature i relativne vlažnosti vazduha iskorišćen je SparkFun Atmospheric Sensor. Ovaj senzor komunicira sa mikrokontrolerom putem I^2C protokola. Opseg merenja temperature kreće se od -40 ºC do 85 ºC, dok se opseg merenja vazdušnog pritiska kreće od 30 kPa do 110 kPa. Relativna vlažnost vazduha meri se u procentima u opsegu od 0 do 100 [1]. Takođe, uz pomoć ovog senzora je moguće i izračunavanje nadmorske visine na osnovu vazdušnog pritiska u opsegu do 9.2 km sa relativnom greškom od 2 m.

F. SparkFun Weather Meters

Za merenje brzine vetra, smera vetra i količine padavina iskorišćen je SparkFun Weather Meters senzor. Ovaj senzor komunicira sa mikrokontrolerom putem ADC interfejsa i CCP modula. Senzori za brzinu vetra i količinu padavina generišu odgovarajuće impulse, pri čemu svaki impuls senzora za brzinu vetra predstavlja brzinu od 2.4 km/h, dok svaki impuls senzora za količinu padavina predstavlja količinu od 0.2794 mm. Smer vetra meri se u opsegu od 0º do 360º sa korakom od 22.5º [1].

V. ZAKLJUČAK

Po završetku rada aplikacije, prikupljeni podaci bivaju klasifikovani u jednoj od dve definisane klase.

Opisan je rad svakog senzora koji omogućava prikupljanje podataka i način njihovog povezivanja sa mikrokontrolerom. Definisan je i način komunikacije mikrokontrolera sa aplikacijom, a opisana je i baza podataka u koju se podaci smeštaju.Takođe, detaljno je opisan i ID3 algoritam koji vrši klasifikaciju podataka i generiše indukciona pravila po kojima se klasifikacija vrši.

Obzirom da trenutna verzija aplikacije predstavlja prototip, moguće je njeno poboljšanje u vidu definisanja optimalne veličine trening skupa podataka, smanjenja broja pristupa bazi podataka, pobošljanja u hardverskom delu korišćenjem preciznijih senzora i korišćenjem TCP umesto UDP protokola.

ZAHVALNOST

Zahvaljujem se doc. dr Emiliji Živanović na pruženom usmeravanju, motivisanju, podršci i podsticaju za učešće na ovoj Konferenciji.

LITERATURA

[1] https://www.sparkfun.com
[2] L. Stoimenov, *Relacioni model podataka*; Niš, 2014.
[3] A. Milosavljević, V. Mihajlović; *Mašinsko učenje – ID3 algoritam*; Niš, 2016.
[4] A. Stanimirović, *Skladištenje podataka i otkrivanje znanja* – Klasifikacija; Niš, 2018.
[5] E. Codd, *A Relational Model of Data for Large Shared Data Bank*, San Jose, California, 1970.
[6] J.R. Quinlan, *Induction of Decision Trees*, 1975.

SUMS – Sistem za unapređivanje motoričkih sposobnosti

Nikola Krstić, Luka Zdravković, Mihailo Stojković

Sadržaj – U ovom radu opisan je proizvod koji omogućava merenje i poboljšavanje motoričkih sposobnosti kao i refleksa kod dece, studenata ali i široj populaciji. Funkcionalnost je bazirana na igri pa je zato i sam način korišćenja veoma zabavan i zanimljiv.

I. UVOD

Tokom našeg detinjstva uvek smo bili fascinirani arkadnim igrama sa kraja 20. veka. Odatle je nastala naša ideja da jednu klasičnu igru, koja je bila prisutna u svakom arkadnom centru, digitalizujemo. Naša ideja je bazirana na popularnoj igri *„WHAC-A-MOLE“* [1]. Nagli napredak tehnologije, pored mnogih prednosti donosi i nove probleme. Glavni problem savremenog čoveka jeste znatno smanjenje fizičke aktivnosti. Stručnjaci stalno apeluju na značaj razgibavanja, ali većina ljudi razgibavanje smatra dosadnim ili nema naviku da ga radi. Ovim projektom nudimo potencijalno rešenje ovog problema tako što bi na veoma zabavan način podstakli pre svega mlade ljude, ali i široku masu, na fizičku aktivnost. Zapravo, igrač bi u cilju da postigne što veći rezultat, brzim reagovanjem i pritiskom tastera na različitim pozicijama, nesvesno, radio vežbe istezanja. Ovaj projekat bi takođe doprineo unapređivanju motoričkih sposobnosti kao i merenje trenutnih.

II. RAZVOJ UREĐAJA

1. Princip rada - Uređaj predstavlja interaktivan sistem kojeg čine niz tastera pojedinačno povezanih na arduino mikrokontroler. Pri pokretanju primarne funkcionalnosti sistema, uključuje se svetlosna dioda na nasumično izabranom tasteru koji određuje pozadinska logika sistema.

Korisnik ima zadatak, da u što kraćem vremenskom periodu, uoči svetlosni signal i pritisne odgovarajući taster. Ukoliko korisnik to uspešno učini, sistem dobija povratnu informaciju u vidu digitalnog signala koji pozadinska logika obrađuje i nasumično uključuje svetlo u sledećem tasteru. Jedna partija igre je ograničena vremenskim intervalom i nakon njegovog isteka korisniku se onemogućuje dalja interakcija sa sistemom. Na vrhu uređaja je ugrađen „7 segment Display“ koji je specijalno napravljen za potrebe projekta. Na displeju se prikazuje trenutni i krajnji rezultat u dvocifrenom formatu.(Slika 1)

Luka Zdravković, student softverskog inženjerstva na Univerzitetu Metropolitan u Beogradu, Tadeuša Košćuška 63, e-mail: lukazd99@outlook.com

Mihailo Stojković, student elektrotehnike i računarstva na Elektrotehničkom fakultetu, Univerzitet u Beogradu, Bulevar Kralja Aleksandra 73. e-mail: mihailostojkovic@protonmail.com

Nikola Krstić, student elektrotehnike i računarstva na Elektronskom fakultetu, Univerzitet u Nišu, Aleksandra Medvedeva 14, e-mail: krsticnikola1999@gmail.com



Slika 1. Izgled displeja.

2. Konstrukcija – Osnova konstrukcije je sastavljena iz dva dela. Korisnički deo je sastavljen od metalne konstrukcije na kojoj su postavljeni tasteri. Svaki taster je ručno pravljen kombinacijom različitih predmeta, neki od njih su plastične činije, opruge, grlići plastičnih flaša. (Slika 2)



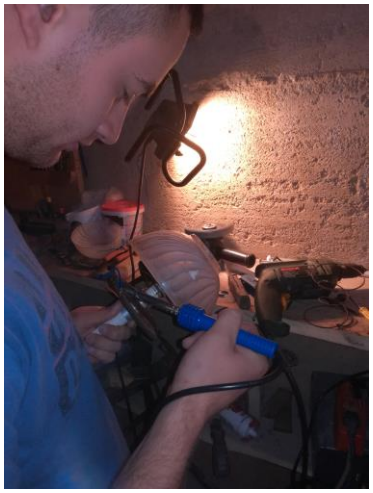
Slika 2. Resursi za rad.

Sve ove elemente smo doradili i uklopili da funkcionišu u celini kao taster. Na primer, u početku smo se susreli sa problemom lošeg raspoređivanja svetlosti na površini činija. Ovaj problem smo rešili šmirglanjem unutrašnjeg dela činije. (Slika 3)



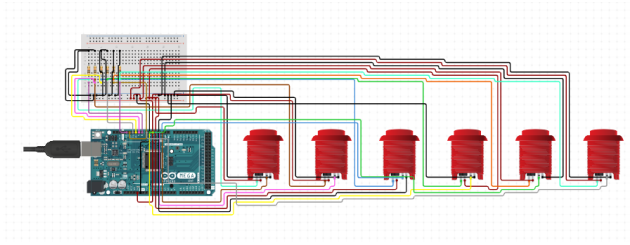
Slika 3. Izrada tastera.

Sistem unutar tastera se sastoji od jedne vodovodne cevi koja služi kao osnova. Na cevi su postavljena LED osvetljenja, opruga čija je namena da vrati taster u početni položaj, kao i kontakti koji služe za prenos električnog signala pri pritisku tastera. Kontakti su napravljeni od grlića plastičnih flaša na koje je postavljena bakarna žica. (Slika 4)



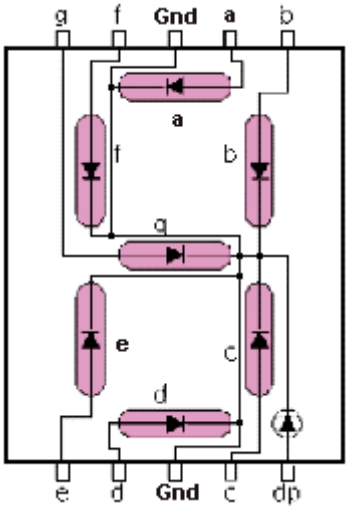
Slika 4. Izrada kontakata.

Za učvršćivanje komponenti je korišćen topli lepak. Svaki taster ima po dve parice, jedna se koristi za dovod napona na LED svetla, a druga je zalemljena na kontaktima koji detektuju pritisak tastera. Pozadinska logika se izvršava na Arduino mikrokontroleru. Tasteri kao i LED svetla su povezani kablovima na kontroler. Svaki taster ili LED svetlo ima zaseban pin putem kojeg komunicira sa kontrolerom, tj. šalje signal ili prima. Primer šeme za 6 tastera i LED svetla (Slika 5)



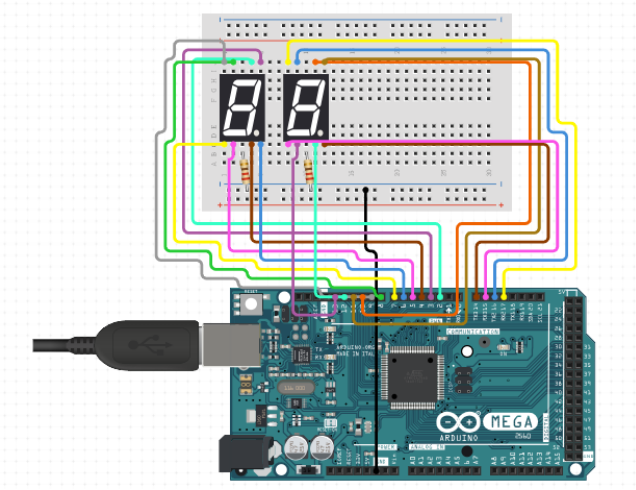
Slika 5. Povezivanje tastera.

Nakon startovanja programa kontroler uključuje svetlo u nasumično izabranom tasteru, zatim očekuje ulazni signal na pinu koji je predhodno određen za taj taster. Kada se dobije očekivani signal kontroler detektuje pritisak i izvršava dalju logiku. U programu su definisani brojač i tajmer. Brojač je zadužen da pamti trenutno stanje i povećava se nakon uspešne interakcije igrača, a tajmer odbrojava preostalo vreme do kraja igre. Ovi parametri će biti dostupni igraču u vizuelnom obliku na 7-mo segmentnom displeju. Ovaj displej radi na principu osvetljavanja određenih segmenata za formiranje potrebnih cifara. Šema za povezivanje segmenata (Slika 6). Za potrebe projekta su korišćena dva displeja zbog prikaza dvocifrenih brojeva.



Slika 6. Princip rada displeja.

Arduino kontroler će cifre trenutnog rezultata obraditi i uključiti LED svetla u određene segmente, pa tako formirati cifre vizuelno. Povezivanje prikazano u circuito.io simulatoru (Slika 7)



Slika 7. Povezivanje displeja.

3. Konačan proizvod – Svi, predhodno navedeni, delovi i njihove funkcije čine jednu celinu koja se može tretirati kao proizvod (Slika 8).

III. ZAKLJUČAK

U prethodnom tekstu je opisana funkcionalnost i sam rad SUMS projekta. Projekat je osmišljen tako da se može koristiti u različite svrhe. Osnovna namena je poboljšanje, odnosno unapređenje motoričkih sposobnosti kod đaka ili

studenata. Naravno, ovaj projekat se ne ograničava samo na određenu populaciju, već ga mogu koristiti razne grupe ljudi. Uređaj se može koristiti kao jedan vid zabave i rekreacije u toku slobodnog vremena.



Slika 8. Konačan proizvod.

Potencijalne ustanove/institucije u kojima se ovaj proizvod može koristiti su škole i fakulteti. U daljem razvoju projekta planiramo da omogućimo korisnicima da zapamte ostvareni rezultat, pored toga planiramo razvoj grafičkog interfejsa za prikaz liste najbolje rangiranih.

ZAHVALNICA

Za podršku pri razvoju ideje, zahvaljujemo se Danku Dankoviću, profesoru elektrotehničke grupe predmeta i pomoćniku direktora Tehničke škole „Rade Metalac“ u Leskovcu. E-mail: ddanko@live.com

LITERATURA

[1] https://en.wikipedia.org/wiki/Whac-A-Mole

Internet of Things meteorološka stanica sa LoRa modulom

Stefan Vasiljević

Sadržaj - Internet stvari predstavlja mrežu fizičkih uređaja koji imaju sposobnost da se povežu i međusobno razmenjuju podatke. U osnovi, IoT omogućava daljinsku razmenu podataka i upravljanje različitim predmetima, a nekima od njih daje potrebne podatke neophodne da sami donose odluke. Ovim radom opisana je IoT meteorološka stanica čiji je zadatak da meri vrednosti odgovarajućih parametara i zatim da omogući korisniku uvid u dobijene rezultate.

I. IoT –KONCEPT I ARHITEKTURA

Internet stvari („Internet of things“) je sintagma koja obuhvata razne vrste objekata povezanih u mrežu kojom ti objekti mogu komunicirati. Ti objekti mogu biti razni uređaji koje koristimo u domaćinstvu, personalni uređaji ili vozila.

Jedna od glavnih pretpostavki Interneta stvari je i niska potrošnja energije. Taj zahtev posebno se odnosi na uređaje koji prikupljaju i šalju podatke. Oni prikupljaju podatke i poseduju dovoljno logike samo za slanje tih podataka u nekom dogovorenom obliku (poruka, paket) te za primanje odgovora ili zahteva od nekog drugog uređaja. Uređaji koji zahtevaju podatke trebali bi biti nešto kompleksniji. Oni obično poseduju dovoljnu količinu logike za komuniciranje s više različitih uređaja te za određivanje kojem od njih trebaju poslati poruku. Ta vrsta uređaja u arhitekturi Interneta stvari mogu biti korisnici (računari, ostali uređaji povezani na Internet ili neki Cloud servis) ili samo posrednici, koji služe kao veza između objekata koji generišu neke korisne podatke i korisnika (čoveka) koji ih zahteva [1]. U arhitekturi Interneta stvari uređaji mogu biti povezani žičano ili bežično. Najčešći način komunikacije je bežični. Ono što u ovom trenutku koči dalju integraciju IoT sistema jeste nepostojanje univerzalne mreže putem koje bi svi IoT uređaji slali podatke. Mreže koje se koriste za slanje podataka grupisane su u 3 tipa (PAN, LAN i WAN) i svaka ima svoju optimalnu upotrebu. Dobra vest je da se na univerzalnosti mreža intenzivno radi. Poruke se mogu kriptovati, mogu se uključiti mehanizmi poput generisanja sažetka poruke i slično [2].

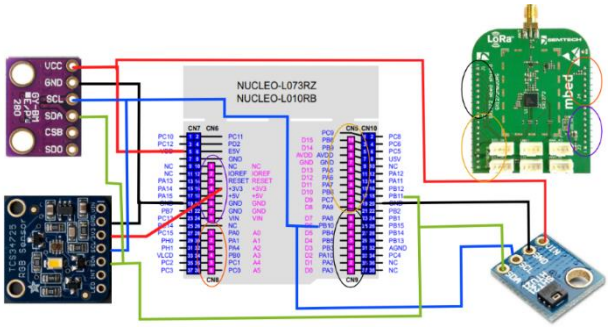
Arhitektura IoT je brzorastuća arhitektura i relativno je nepoznata prosečnom korisniku Interneta i novih tehnologija. Internet stvari se može primeniti u mnogo različitih delatnosti, ali i kao olakšavanje svakodnevnih obaveza ili čista zabava.

Stefan Vasiljević je student na modulu Elektronske komponente i mikrosistemi, Elektronski fakultet, Univerzitet u Nišu, Aleksandra Medvedeva 14, Niš, Srbija. E-mail: stefanvasiljevic1995@hotmail.com

II. IoT METEOROLOŠKA STANICA

Uređaj koji meri temperaturu, vlažnost vazduha, atmosferski pritisak i osvetljenje. Dobijeni podaci se uz pomoć LoRa Wi-Fi modula šalju na internet. Kao rezultat dobija se grafički prikaz poslatih podataka.

Kao napajanje se koristi USB port računara, koji se osim toga koristi i za programiranje mikrokontrolera. Izvor električne energije uspešno obezbeđuje neophodan nivo napona (5V) i željenu vrednost struje (300 mA). Glavni deo uređaja je STM32 Nucleo platforma na kojoj se nalazi STM32L073RZ mikrokontroler [3]. Komunikacija sa periferijama (senzorima) se vrši preko I2C protokola. U definisanim vremenskim intervalima senzori vrše merenja i dobijene podatke o vrednostima temperature, vlažnosti vazduha, atmosferskog pritiska i osvetljenja dostavlja na zahtev ka mikrokontroleru. Dostavljeni podaci se šalju do LoRa Wi-Fi modula pomoću SPI protokola. Modul ih zatim prosleđuje na internet preko posrednika, odnosno bazne stanice. Na taj način podaci postaju dostupni korisniku sve dok je i on sam povezan na internet.(Slika 1.)



Slika 1. Električna šema uređaja.

Celokupan koncept IoT arhitekture se sastoji od 3 sloja: senzorski sloj (prethodno opisan), mrežni i aplikativni sloj. Mrežni sloj je zadužen za adresiranje i rutiranje paketa podataka. Podaci dolaze do odredišta zahvaljujući IP adresiranju. IPv4 predstavlja standardni protokol u adresiranju. Problem sa IPv4 protokolom jeste u broju raspoloživih adresa. Naime adresni prostor je značajno iscrpljen i neće biti u mogućnosti da “pokrije” dalji razvoj IoT koncepta. Adresni prostor u IPv4 protokolu je ograničen na 4.3 milijarde uređaja.

Procenjuje se da će samo u toku 2020 biti registrovano 20 milijardi novih uređaja Kao rešenje se nameće IPv6 protokol. Šesta verzija internet protokola

pruža znatno veći adresni prostor, gde se za razliku od 32-bitnih adresa (IPv4) koriste 128-bitne adrese U cilju lakše obrade podataka od strane korisnika koristi se grafička vizualizacija. Postoji nekoliko servisa koji ovo omogućavaju. Najpre je neophodno registrovati uređaj na sajtu The Things Network. Njegova uloga je stvaranje manjih IoT zajednica i njihovo unapređivanje. Najpre je neophodno da uređaj pristupi mreži. Postoje dva načina aktivacije uređaja: OTAA (*Over the Air Activation*) i ABP (*Activation by Personalization*). OTAA je najčešće korišćeni način aktivacije. Glavna prednost je bezbednost uređaja i sigurnost podataka zahvaljujući dinamičkom adresiranju. Za grafičku interpretaciju podataka zadužen je servis *mydevices.* Korisnički interfejs je moguće prilagoditi odabirom odgovarajućih vidžeta.

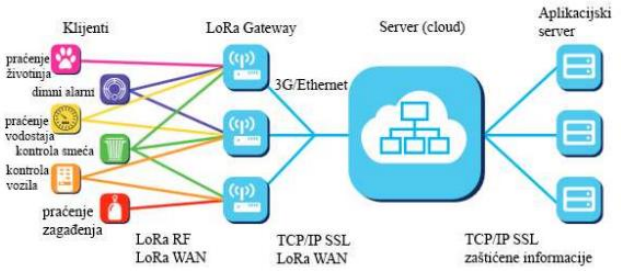
A. LoRa komunikacija

LoRa (Long Range) je fizički sloj ili bežična modulacija koja se koristi za stvaranje komunikacione veze dugog dometa. LoRa je modulacija nastala na temelju tehnika proširenog spektra i omogućava prenos podataka na velikim udaljenostima uz vrlo malu potrošnju energije pružajući velike otpornosti na smetnje iz okoline [4]. Prednost LoRa WAN-a je u dugom dometu. Jedan gateway ili bazna stanica može da pokrije cele gradove ili stotine kvadratnih kilometara. O mogućnostima ove komunikacione tehnologije najbolje govori podatak da je paket podataka uspešno poslat sa 702 km udaljenosti, što predstavlja svojevrstan svetski rekord.

LoRa ima i duboku pokrivenost unutar objekata i zaštićenost prenosa podataka. LoRa mreža se sastoji od nekoliko elemenata (Slika 2.):

- Krajnja tačka
- LoRa gateway-a
- Server

Najrasprostranjenije frekvencije/opsezi su: 868 MHz za Evropu i 915 MHz za Severnu Ameriku [5].

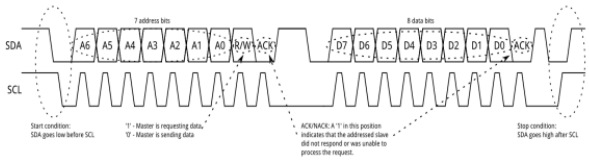


Slika 2. Dijagram LoRa mreže.

B. I2C komunikacija

I2C (Inter-Integrated Circuit – I2C) predstavlja serijski protokol razmene podataka koji se najčešće koristi između sporijih perifernih integrisanih kola i procesora na kraćim rastojanjima u sistemima gde se potreba za njihovom upotrebom javlja povremeno. I2C se bazira na master-slave odnosu između uređaja u komunikaciji. Master je uređaj koji kontroliše jedan ili više drugih uređaja. On inicira komunikaciju, generiše taktne impulse i prekida komunikaciju. Fizički I2C magistala sadrži samo dve linije signala i to: SLC (Serial Clock) koja se koristi za prenos taktnog signala i liniju SDA (Serial Data) za prenos podataka.

Signali moraju ispoštovati forme da bi uređaji na magistrali prepoznali da je to validna I2C komunikacija. Poruke se dele u dva tipa okvira: adresni okvir, gde master uređaj ukazuje kom slave uređaju se šalju podaci i jedan ili više okvira koji predstavljaju 8-bitne poruke koje se šalju između master i slave uređaja. Master šalje 7-bitnu adresu slave uređaja na I2C magistralu kao i R/W kod (bit). R/W kod može biti 0 kada master zahteva upisavanje podataka u slave uređaj i 1 kada master čita podatke iz slave uređaja. Nakon slanja Adrese + R/W koda u toku trajanja 9 taktnog impulsa nastaje stanje potvrde ACK od strane slave uređaja da je podatak primljen silaskom linije SDA na niski nivo. Nakon adrese sledi slanja podataka, a transfer se završava sa stop uslovom. (Slika 3.)



Slika 3. Izgled SDA i SCL signala u toku komunikacije.

C. Periferni uređaji

Senzor SHT21 je iskorišćen za merenje temperature i vlažnosti vazduha. Opseg temperatura koje može da meri je od –40ºC do +125ºC sa preciznošću od 0.01ºC, dok je opseg vlažnosti vazduha od 0% do 100% RH sa rezolucijom od 0.03%. Komunikacija između senzora i mikrokontrolera može da se vrši u dva režima: *hold* i *no hold* režim U *hold* režimu linija taktnog signala je blokirana – kontrolisana od strane senzora tokom procesa merenja. U *no hold* režimu rada linija klok signala ostaje slobodna za vreme procesa merenja.

Senzor Bosch BME280 je iskorišćen za merenje atmosferskog pritiska. Senzor može da meri atmosferski pritisak u opsegu od 300 do 1100 hPa. Senzor može da funkcioniše u tri različita režima: *sleep, forced* i *normal*. U *forced* režimu izvršava se jedno merenje, rezultati se pamte i senzor se vraća u sleep režim. U normal režimu rada naizmenično se smenjuju periodi merenja i neaktivnosti senzora.

Senzor TSL2561 se koristi za merenje osvetljenosti. Opseg merenja je od 0 do 40000 lux-a. Senzor poseduje dve fotodiode i dva AD konvertora. Uloga AD konvertora je da struju fotodioda konvertuje u odgovarajući niz bitova. Rezultati konvertovanja se šalju na odgovarajuće kanale registra za podatke. Kontrola senzora se vrši preko 16 registra. Njima se pristupa pomoću jednog komandnog registra kome se šalje odgovarajuća adresa. Dva najznačajnija registra za senzor su kontrolni (vrši se

kontrola osnovnih funkcija senzora) i vremenski (podešavanje vremena integracije).

D. Nucleo razvojno okruženje

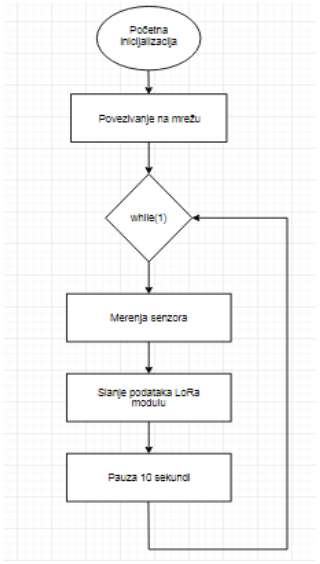
STM32 Nucleo je razvojna platforma koja služi za projektovanje i realizaciju elektronskih uređaja i kola. STM32 Nucleo ploča je podeljena na dva dela: ST- Link koji predstavlja integrisani debugger i programator i čija je uloga spuštanje koda u mikrokontroler i dela na kome se nalazi mikrokontroler (Slika 4.). Glavni deo Nucleo platforme jeste mikrokontroler. Mikrokontroleri su računarski sistemi koji su namenjeni implementaciji upravljačkih algoritama koji uz pomoć informacija sa senzora i delovanja aktuatora obavljaju određenu funkciju. Nucleo ploča poseduje STM32L073RZ mikrokontroler. Napajanje je u opsegu od 1.65V do 3.6V, radi u temperaturnom opsegu od –40ºC do +125ºC. Odlikuje ga niska potrošnja: 93µA u operativnom stanju, 41µA pri 12-bitnoj ADC konverziji. Mikrokontroler poseduje 32 registra opšte namene i 192 KB programibilne fleš memorije sa mogućnošću istovremenog čitanja i upisa. Takođe sadrži i 20 KB RAM memorije, 6 KB EEPROM-a, kao i 20 b bekap registra. Instrukcije se izvršavaju brzinom od 32 kHz do maksimalnih 32 MHz.



Slika 4. Izgled Nucleo ploče.

E. Firmver

Firmver je pisan u programskom jeziku C. Kao softverska razvojna platforma je korišćen *Keil uVision 5*. Kako bi uređaj mogao da šalje podatke najpre je neophodno registrovati ga. Prilikom registracije se bira i metod aktivacije (OTAA ili ABP). Da bi se konektovao na mrežu aktivacioni metod prilikom registracije mora da se definiše i u C kodu. Tom prilikom server dodeljuje registrovanom uređaju ključeve po kojima se vrši prepoznavanje na mreži. To su *DevEui*, *AppEui* i *AppKey*. Te ključeve je takođe potrebno ručno uneti u kod. Na taj način je u potpunosti obezbeđena komunikacija između servera i projektovanog uređaja. Podaci se sada mogu bezbedno transportovati do korisničke strane. Podešavanjem duty cycle određuje se vremenski interval slanja podataka. U ovom slučaju uređaj je podešen da šalje izmerene podatke na svakih 10 sekundi.(Slika 5).



Slika 5. Algoritam rada uređaja.

Tu je neophodno voditi računa o načinu slanja, odnosno formatu. Da bi se podaci ispravno prikazali na *mydevices.com* mora se ispoštovati njihov unapred definisani format slanja podataka Kada korisnik dobije potvrdu da su podaci uspešno poslati, tada on može pristupiti tim podacima (Slika 6.).

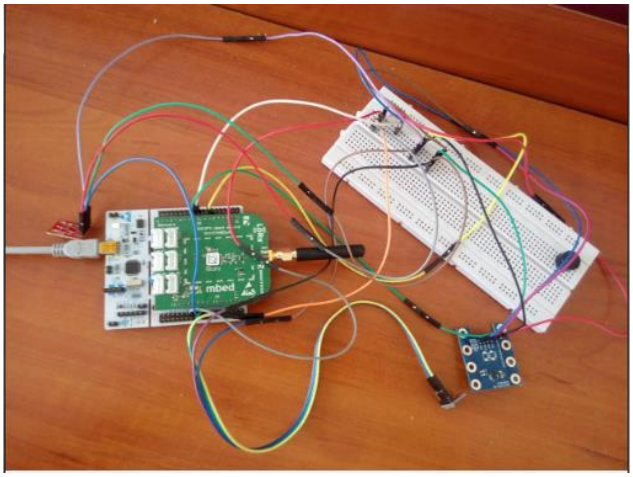


Slika 6. Grafički prikaz podataka.

III. ZAKLJUČAK

Na osnovu svega navedenog može se zaključiti da prethodno opisani uređaj svoju svrhu prevashodno može naći u sklopu pametnih kuća. Osim toga može biti deo postrojenja koji zahtevaju konstantnu kontrolu temperature, vlažnosti vazduha, osvetljenja... Sve korišćene komponente se mogu naći u komercijalnoj prodaji po relativno pristupačnim cenama.

Opisani uređaj je realizovan na nivou prototipa (Slika 7.).



Slika 7. Prototip uređaja.

Prava praktična realizacija uključuje projektovanje i realizaciju uređaja na štampanoj ploči. Takođe za potpuni proizvod potrebna je i kutija u kojoj će se nalaziti štampana ploča sa neophodnim komponentama kako bi se zaštitile od spoljašnjih uticaja. Neophodno je realizovati i baterijsko napajanje celokupnog uređaja. Mogućnost primene uređaja je izuzetno proširiva. Naime dodavanjem nekih novih senzora može se povećati opseg delovanja uređaja. Može funkcionisati kao samostalni uređaj, a može se povezati i biti deo sistema koji osim što meri može i da reaguje na osnovu dobijenih podataka.

LITERATURA

[1] Web – site: https://bib.irb.hr/datoteka/886456.Hanzek.pdf
[2] Web – site: https://scindeks-clanci.ceon.rs/data/pdf/0409-2953/2016/0409-29531603113S.pdf
[3] Web – site: https://www.st.com/content/ccc/resource/technical/document/user_manual/98/2e/fa/4b/e0/82/43/b7/DM00105823.pdf/files/DM00105823.pdf/jcr:content/translations/en.DM00105823.pdf
[4] Web – site: https://zir.nsk.hr/islandora/object/fer%3A584
[5] Web – site: http://www.ftn.kg.ac.rs/download/SIR/SIR%20Nikola%20Jovanovic% 20879_2014.pdf

Analiza „Tube Screamer“ gitarske pedale

Danilo Đorđević

Sadržaj – U ovom radu analizirana je gitarska pedala „*Tube Screamer*“ koja simulirara overdrajv cevnih pojačala pomoću mekog klipovanja. Pedala svoj karakteristični zvuk stvara asimetričnim mekim klipovanjem i favorizovanjem srednjih frekvencija.

I. GITARSKE PEDALE

Stompbox gitarski efekti ili gitarske pedale su vrste efekata koje koriste i kontrolišu muzičari sa ciljem da modifikuju zvuk svog instrumenta. Obično se nalaze na podu ispred muzičara i posebnim prekidačem na kućištu se uključuju ili isključuju nogom. Pedale su sačinjene od električnih kola malih dimenzija koja se nalaze u kućištu od metala ili plastike koje je uglavnom pravougaonog, ali može biti i kružnog oblika. Pedale uglavnom imaju jedan nožni prekidač (eng. *footswitch*), jedan ili više potenciometara za kontrolu efekta i LED diodu koja služi kao indikacija ako je pedala uključena. Složenije pedale imaju veći broj potenciometara i prekidača u zavisnosti od složenosti dizajna kola.

U praksi muzičari najčešće povezuju više pedala na red formirajući lanac efekata. Ovaj lanac se najčešće formira između gitare i pojačala ili između pretpojačavača i pojačavača u pojačalu. Kada je pedala isključena, audio signal iz gitare prolazi kroz nju i nastavlja ka drugim pedalama bez ikakvih promena.

Da bi se očuvala čistoća tona, najčešće se na početku lanca stavljaju pedale koje dinamčki obrađuju signal (utiču na nivo signala, pojačavajući ga ili menjajući mu oblik), kao što su kompresori, pojačavači i pedale za jačinu zvuka. Odmah nakon njih idu pedale koje filtriraju audio signal, propuštajući samo određene frekvencije, kao što su *wah* pedale. Zatim se vezuju overdrajvovi i distorzije koji predstavljaju efekte koji su posledica pojačanja. Nakon njih dolaze efekti kao što su *chorus*, *flanger*, *phaser* koji frekvencijski obrađuju signal (utiču na frekvencijsku karakteristiku signala menjanjem visine tona ili se neki delovi frekvencijskog opsega uklanjaju). Na kraju lanca dolaze efekti za vremensku obradu signala kao što su *delay* i *reverb*, koji utiču na fazu signala i njegovo kašnjenje. Drugi način vezivanja pedala je stavljanje pedala u petlju efekata (eng. *effects loop*) pojačala. Petlja efekata se nalazi između pretpojačavača i pojačavača u samom gitarskom pojačalu i spoljnim konektorom *Effects Send* signal se šalje u pedale, a konektorom *Effects Return* vraća se u pojačalo.

Danilo Đorđević je student master studija na studijskom programu Elektronika i mikrosistemi, Elektronski fakultet, Univerzitet u Nišu, Aleksandra Medvedeva 14, 18000 Niš, Srbija, E-mail: danilo.djordjevic@elfak.rs

Muzičari obično stavljaju *delay* i *reverb* pedale unutar ove petlje. Ovakvo postavljanje naročito pomaže kada se koriste overdrajv i distorzija pojačala umesto pedala. Ukoliko se *delay* i *reverb* nalaze ispred overdrajva i distorzije može doći do ispiranja i mutnoće zvuka.

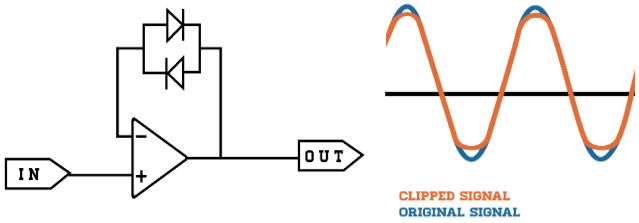
II. DISTORZIJA

Distorzijom mogu da se opišu razni procesi koji postižu isti rezultat, a to je manipulisanje audio signala instrumenta u cilju promene njegovog zvuka. Bilo koji pojačavački uređaj ima svoje granice do kojih može da pojača signal. Kada se pređe preko te granice uređaj kompresuje ivice audio signala što utiče na zvuk. U većini slučajeva distorzija se izbegava jer nije poželjna. Međutim, kada su u pitanju instrumenti kao što je gitara, distorzija je nešto što zvuči prilično dobro.

U muzičkom svetu postoje tri tipa distorzije:

1. *Overdrive*
2. *Distortion* (u užem smislu)
3. *Fuzz*

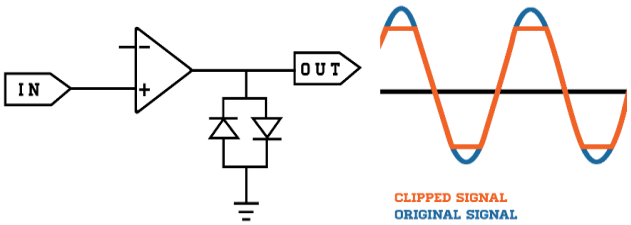
Sva tri efekta za rezultat imaju izobličenje audio signala, ali to rade na različite načine. Overdrajv je najprirodniji oblik distorzije. Da bi se ovaj oblik distorzije javio kod pedala koristi se metod mekog klipovanja (eng. *soft clipping*). Meko klipovanje se postiže stavljanjem kliperskih dioda u povratnoj sprezi operacionog pojačavača. Ovako postavljene diode proizvode zaobljen i blago isečen signal koji je veoma sličan izobličenju kod cevnih pojačala (Slika 1).



Slika 1. Meko klipovanje i oblici napona na ulazu i izlazu [1].

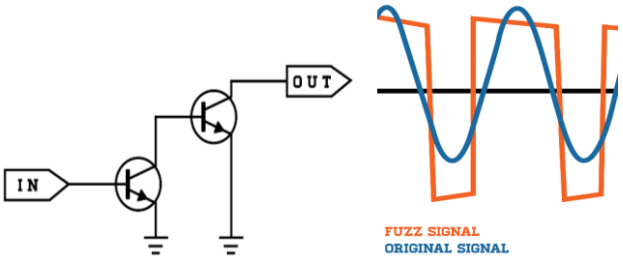
Overdrajv jednostavno nije dovoljan vid izobličenja audio signala za neke žanrove muzike. Tu se javlja potreba za potpunom i zasićenom distorzijom. Ovakav vid distorzije se može postići kaskadnim vezivanjem više overdrajv pedala dok se ne dobije određena distorzija ili jednostavnije korišćenjem tvrdog klipovanja (eng. *hard clipping*).

Tvrdo klipovanje se postiže postavljanjem kliperskih dioda posle operacionog pojačavača i njihovim povezivanjem na masu. Ovakvo povezivanje dioda seče vrhove audio signala i daje agresivniji distorzirani zvuk (Slika 2).



Slika 2. Tvrdo klipovanje i oblici napona na ulazu i izlazu [1].

U prethodna dva slučaja, pažljivo dizajniranje kola i elemenata za oblikovanje tona omogućava da overdrajv i distorzija budu prirodni i visokog kvaliteta. Međutim, sa fazom to nije slučaj. Faz je izuzetno nasilan način distorzije audio signala koji se pojačava i seče sve dok ne počne da liči na pravougaoni signal (Slika 3).



Slika 3. „*Fuzz*“ i oblici napona na ulazu i izlazu [1].

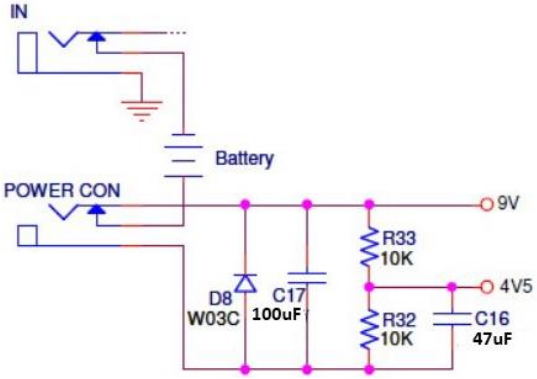
III. ELEKTRIČNA ŠEMA PEDALE

Električna šema (Slika 4) ove pedale se može podeliti na pet blokova:

1) Blok za napajanje
2) Ulazni bafer
3) Kliperski pojačavač
4) Tonska kontrola i kontrola jačine zvuka
5) Izlazni bafer

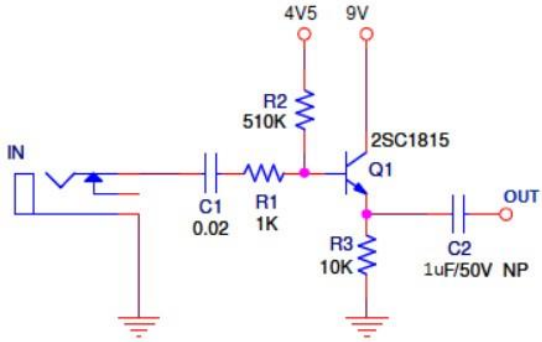
Funkcionalnost električne šeme je jednostavna. Ulazni bafer ima ulogu da izoluje pedalu od gitare i da održi punoću tona. Zatim kliperski pojačavač uključuje distorziju u signal. Tonski blok dodaje niske ili visoke frekvencije, a deo za jačinu zvuka pojačava ili smanjuje zvuk. Na kraju se nalazi izlazni bafer koji priprema signal za naredne pedale ili pojačalo.

Na slici 5. prikazan je naponski blok koji obezbeđuje napon i virtuelnu masu celom kolu. Sve komponente u kolu koriste 9 V, dok se preko naponskog razdelnika formiraju 4.5 V koje se koriste u nekim delovima kola kao virtuelna masa. Ovih 9 V i 4.5 V su odvojeni od mase elektrolitskim kondenzatorima C_{17} i C_{16} koji uklanjaju nestabilnosti iz napajanja. Dioda D_8 služi za zaštitu od inverzne polarizacije. Ulazni stereo konektor služi kao prekidač za bateriju. Minus kraj baterije se vezuje na masu tek kada je konektor ubačen u ulaz pedale.



Slika 5. Naponski blok *Tube Screamer* pedale [2].

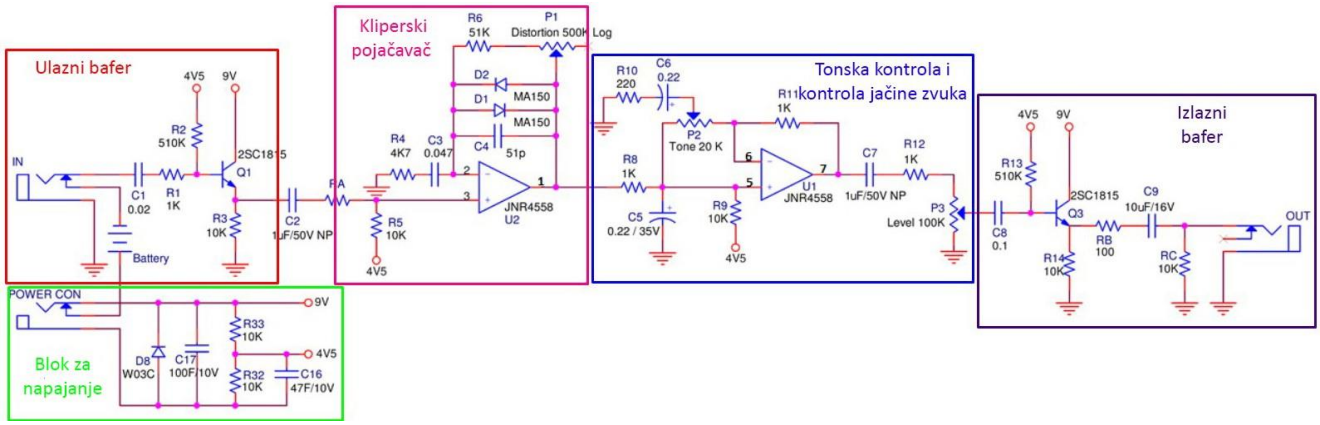
Ulazni bafer (Slika 6) ima zadatak da stvori visoku impedansu da bi se izbeglo gubljenje signala. Realizovan je pomoću tranzistora 2SC1815 u konfiguraciji zajedničkog kolektora (naponski bafer). Tranzistor 2SC1815 je jeftin niskošumni tranzistor sa pojačanjem 350. On obezbeđuje jediničnо pojačanje i veliku ulaznu impedansu od 446 kΩ. Kondenzator C_1 odvaja gitaru od bilo kakvih jednosmernih napona iz pedale, štiteći magnete ukoliko kolo otkaže i filtrira zujanje niskih frekvencija.



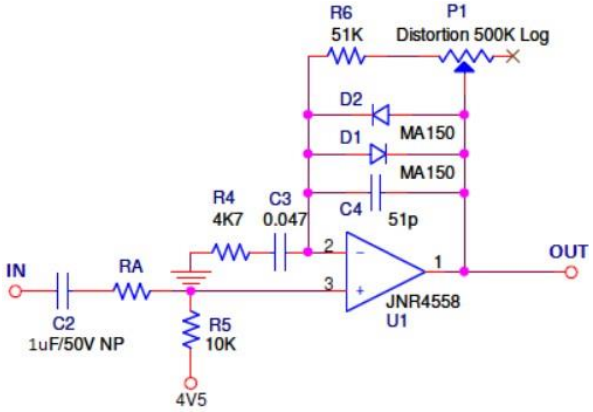
Slika 6. Ulazni bafer *Tube Screamer* pedale [2].

Kliperski pojačavač, koji je prikazan na slici 7, je srž kola. Formiran je pomoću neinvertujuće konfiguracije operacionog pojačavača sa dve diode koje klipuju signal i dva filtra (jedan niskopropusni i drugi visokopropusni) u povratnoj sprezi da bi se oblikovala količina klipovanja i propusna frekvencija. Gitarski signal koji dolazi iz ulaznog bafera prolazi kroz kondenzator C_2 koji ima kapacitivnost od 1 µF. To je dovoljno velika kapacitivnost da ne utiče na bilo koje frekvencije gitare. Na neinvertujući kraj operacionog pojačavača je dovedena virtuelna masa od 4.5 V preko otpornika R_5. Pojačanje operacionog pojačavača se može izračunati zanemarivanjem dioda D_1 i D_2 i kondenzatora C_3 i C_4. Onda se šema uprošćava na klasičnu neinvertujuću konfiguraciju (Slika 8) čije pojačanje se može izračunati pomoću formule 1:

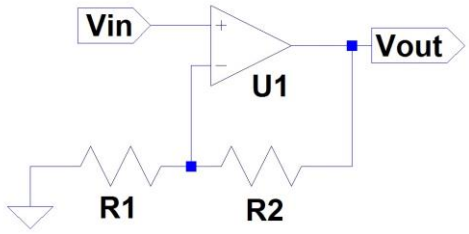
$$G_v = 1 + R_2/R_1 \quad (1)$$



Slika 4. Električna šema *Tube Screamer* pedale [2].



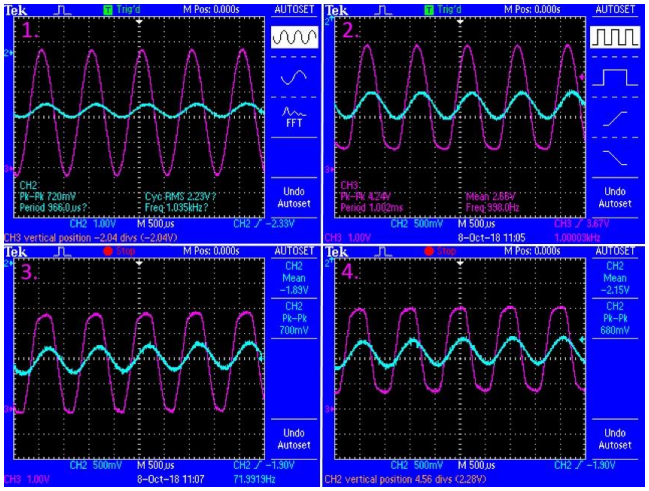
Slika 7. Električna šema kliperskog pojačavača *Tube Screamer* pedale [2].



Slika 8. Neinvertujuća konfiguracija operacionog pojačavača.

Pojačanje se menja u zavisnosti od vrednosti potenciometra R_{dist} koja može biti od 0 do 500 kΩ. Maksimalno pojačanje biće kada potenciometar ima otrpotnost 500 kΩ i iznosiće $G_{v\,max} = 118$ (41 dB) dok će minimalno pojačanje biti $G_{v\,min} = 12$ (21 dB) kada potenciometar ima otrpornost 0. Međutim, naponsko pojačanje nikad neće dostići ove vrednosti. Pojačanje i sam izlazni signal biće ograničeni naponom provođenja kliperskih dioda. Maksimalno pojačanje biće oko 12. Diode će klipovati sve preko te vrednosti pojačanja odnosno stvarati overdrajv.

Simetrično klipovanje je proizvedeno pomoću dve diode u povratnoj sprezi neinvertujućeg operacionog pojačavača. Kada postoji razlika potencijala izmedju izlaza i invertujućeg ulaza operacionog pojačavača, koja je veća od napona provođenja dioda, diode kreću da vode. Kada se diode uključe, njihova otpornost postaje veoma mala, svega nekoliko oma, menjajući pojačanje neinvertujućeg operacionog pojačavača sa visokih vrednosti na 2. Dioda D_1 odseca pozitivne, a dioda D_2 negativne poluperiode signala. Na slici 9. su prikazni talasni oblici klipovanih signala. U prvom slučaju kliperske diode nisu postavljene u povratnoj sprezi. U drugom slučaju je postavljena samo dioda D_2 dok je u trećem slučaju postavljena samo dioda D_1. U četvrtom slučaju su postavljene obe diode

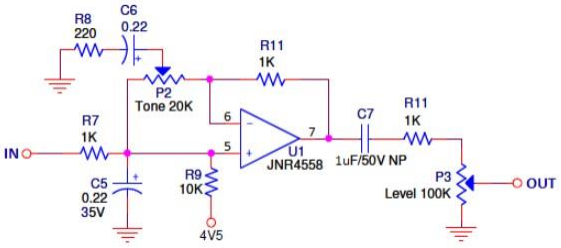


Slika 9. Uticaj kliperskih dioda na izlazni (roze) signal.

Na frekventni odziv ovog bloka utiču kondenzatori C_3 i C_4. Visokopropusni filtar u povratnoj sprezi čini kondenzator C_3 na red sa otpornikom R_4. Oni su od invertujućeg kraja operacionog pojačavača vezani na masu i oslabljuju niske frekvencije. Audio signal iznad 720 Hz biće potpuno pojačan odnosno distorziran, a sve ispod te frekvencije biće manje pojačano. Ovaj visokopropusni filtar fazno pomera signal što rezultuje asimetričnim klipovanjem signala. Niskopusni filtar koji čini kondenzator C_4 i nalazi se u paraleli sa kliperskim diodama, omekšava ivice klipovanog signala i ublažava distorziju. Potenciometar R_{dist} pomeraće graničnu

frekvenciju, tako da će uloga kondenzatora C_4 biti primetna naročito kada je distorzija najveća, spuštajući graničnu frekvenciju na čujne frekvencije i omekšavajući distorziju.

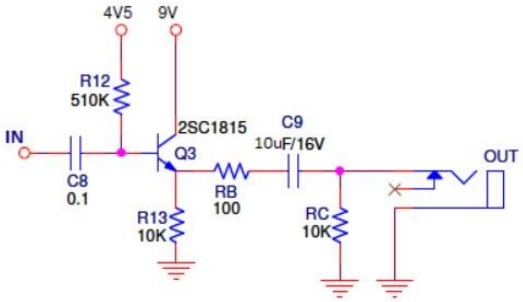
Blok za tonsku kontrolu i kontrolu jačine zvuka (Slika 10) je sastavljen od glavnog pasivnog niskopropusnog filtra, aktivnog kola za kontrolu tona i pasivnog kola za jačinu zvuka. Funkcionalnost kola je jednostavna. Pasivni niskopropusni filtar uklanja visoke frekvencije iz prethodnog kola. Zatim aktivna tonska kontrola pojačava visoke frekvencije pokušavajući da izjednači odziv kako bi nadoknadila i izjednačila prethodni pasivni filtar.



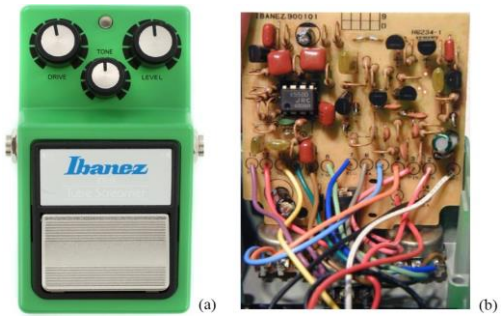
Slika 10. Blok za tonsku kontrolu i kontrolu jačine zvuka *Tube Screamer* pedale [2].

Glavni pasivni filtar čine otpornik R_7 i kondenzator C_5. Pošto oni formiraju niskopropusni filtar sve frekvencije iznad granične od 720 Hz biće uklonjene. Aktivno kolo za kontrolu tona čine kondenzator C_6 i otpornik R_8 koji su jednim krajem vezani na masu, a drugim krajem vezani za klizač potenciometra. Sam potenciometar se nalazi između neinvertujućeg i invertujućeg kraja operacionog pojačavača. Za lakše razumevanje i analizu kola treba uzeti kranje položaje klizača. Kada je klizač na strani neinvertujućeg kraja operacionog pojačavača, C_6 i R_8 biće postavljeni u paraleli sa niskopropusnim filtrom i ponašaće se kao niskopropusni filtar drugog reda. U ovom slučaju granična frekvencija biće veoma mala i ukloniće sve visoke frekvencije. Kada je klizač na strani invertujućeg kraja, C_6 i R_8 biće postavljeni kao aktivni visokopropusni filtar koji propušta visoke frekvencije, ali zbog pasivnog niskopropusnog filtra uklanjaju se frekvencije iznad 3.2 kHz. Zajedno ova dva filtra formiraju pojasno propusni filtar. Pasivna kontrola jačine zvuka je standardna konfiguracija potenciometra kao naponskog razdelnika. Na jedan kraj potenciometra dovodi se signal, klizač služi za izlaz signala i treći kraj je na masi.

Izlazni bafer (Slika 11) ima zadatak da stvori nisku izlaznu impedansu i jedinično pojačanje da bi se održala originalnost signala. Kao i u ulaznom bloku, i ovde je primenjen tranzistor u konfiguraciji zajedničkog kolektora, odnosno naponskog bafera. Izlazna impedansa od 1.2 kΩ predstavlja odličnu impedansu koja neće uticati na izlazni signal. Treba imati u vidu naponski razdelnik koji formiraju otpornik R_b i kondenzator C_9 sa otpornikom R_c, međutim taj pad napona je vrlo male vrednosti i ne utiče previše na amplitudu signala. Na slici 12 prikazan je izgled pedale *Tube Screamer*, kao i raspored komponenata na štampanoj ploči.



Slika 11. Izlazni bafer *Tube Screamer* pedale.



Slika 12. Spoljašnji izgled pedale *Tube Screamer* (a), izgled štampane ploče (b).

IV. ZAKLJUČAK

Gitarske pedale uživaju veliku popularnost među muzičarima i njihova pojava na muzičkoj sceni doprinela je razvoju novih žanrova u muzici. Pomoću pedala kojima su stvarali karakteristične boje, muzičari su ostavljali svoje tragove u istoriji. Zahvaljujući svojim malim dimenzijama i lakoći upotrebe, pedale postaju sve popularnije pa se stalno javljaju novi efekti koji pomeraju granice i doprinose kvalitetu. I ako danas živimo u digitalnoj eri, vremenu kada je prioritet razvijanje digitalnih sistema i maksimalno ulaganje u njih, ne treba zaboraviti jednostavna analogna kola poput analognih gitarskih pedala.

ZAHVALNICA

Autor rada se zahvaljuje docentu dr Danijelu Dankoviću na izdvojenom vremenu, sugestijama i značajnoj pomoći pri analiziraju i pisanju rada.

LITERATURA

[1] Overdrive vs Distortion vs Fuzz: What's The Difference? - CSGuitars. Dostupno na: http://www.csguitars.co.uk (pristupljeno oktobra 2018.)

[2] Keen, R. G. (1998) - *The Technology of the Tube Scremaer*. Dostupno na: https://www.electrosmash.com/tube-screamer-analysis (pristupljeno oktobra 2018.)

Projektovanje Bluetooth Low Energy Click pločice

Dušan Jović

Sadržaj - U ovom radu je obrađena tema funkcionisanja i primene Bluetooth Low Energy (BLE) click pločice čiji je glavni deo PAN1760A modul. Pored toga, dato je i detaljno objašnjenje komunikacije ovog uređaja sa razvojnim sistemom kao i objašnjenje mikroBUS™ standarda.

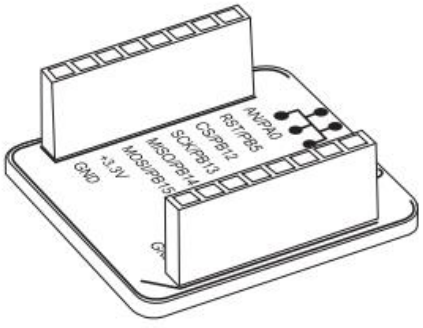
I. Opis Bluetooth Low Energy Click pločice

Da bi razumeli princip rada BLE click pločice, moramo znati koji su njeni sastavni delovi. Glavni čip koji čini BLE click pločicu je PAN1760A. Konektori koji se koriste za povezivanje sa razvojnim sistemom koriste mikroBUS™ standard pa ćemo na samom početku objasniti šta je to mikroBUS™ [1] i koje su njegove karakteristike.

mikroBUS™ standard definiše priključke i dodatke na matičnoj odnosno glavnoj ploči koji se koriste za povezivanje mikrokontrolera i mikroprocesora sa integrisanim kolima i modulima. Standard određuje fizički izgled konfiguracije pinova mikroBUS™-a tj. pinova koji se koriste za napajanje i komunikaciju, veličinu i oblik pločica koje se dodaju, poziciju mikroBUS™ utičnice na matičnoj ploči, i na kraju, izgled silk-a na ploči. Namena mikroBUS™-a je omogućavanje lake hardverske proširivosti sa velikim brojem standardizovanih kompaktnih dodatnih ploča. Svaka od tih pločica se sastoji od senzora, primopredajnika, displeja, kodera, porta za komunikaciju ili bilo kojeg drugog elektronskog modula ili integrisanog kola.

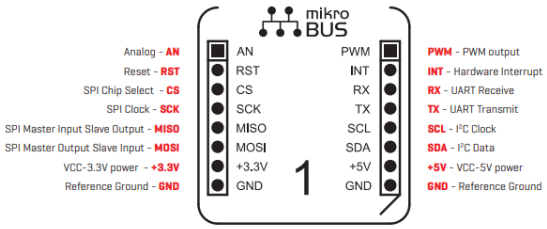
A. *Standard kućišta mikroBUS™*

mikroBUS™ kućište se sastoji od para ženskih 1x8 header-a koji imaju specifičnu konfiguraciju pinova. Konfiguracija pinova (koja je uvek postavljena u istom redosledu) se satoji od tri grupe komunikacionih pinova (SPI, I2C, UART), šest dodatnih pinova (Analog Input, PWM, Reset, Interupt, CS i SCK) kao i dve grupe za napajanje (3V3 i GND na levoj i 5V i GND na desnoj strani). (slike 1 i 2).



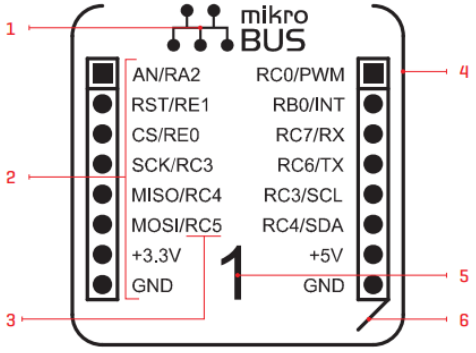
Slika 1. Izgled kućišta.

Dušan Jović je student na modulu Elektronske komponente i mikrosistemi, Elektronski fakultet, Univerzitet u Nišu, Aleksandra Medvedeva 14, 18000 Niš, Srbija, E-mail: dusanjovic10@gmail.com



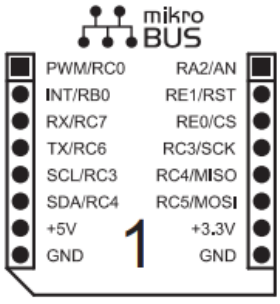
Slika 2. mikroBUS – konfiguracija pinova.

Oznake na silk-u (sitoštampa) date su na slikama 3 i 4.



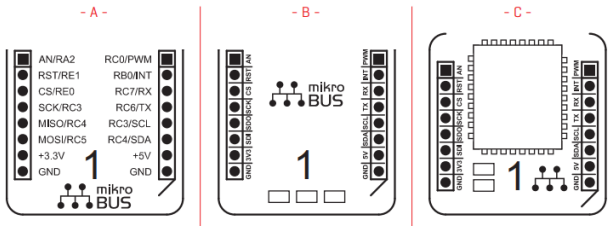
Slika 3. Prednja strana silk-a.

1. mikroBUS logo pozicioniran iznad priključka
2. Imena pinova koja odgovaraju mikroBUS standardu
3. Imena pinova koja odgovaraju rutiranju matične ploče
4. Linija koja okružuje priključak sa svih strana osim na vrhu
5. Broj priključka (neophodan samo ako se na istoj ploči nalazi više priključka)
6. Linija koja pokazuje kako treba postaviti click pločicu



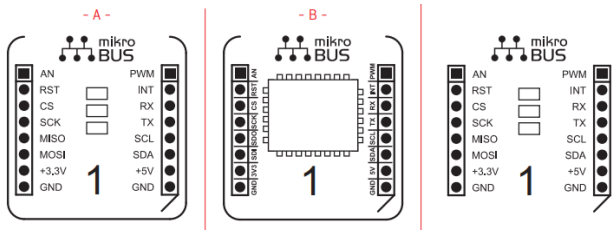
Slika 4. Zadnja strana silk-a.

Nije uvek moguće zadržati pravi standard označavanja i pozicioniranja određenih delova na prednjoj ili zadnjoj strani. Uzrok tome mogu da budu ostale komponente koje se nalaze na oznaci ili priključak koji je blizu ivice ploče. Zbog toga postoje alternativne metode označavanja. Kada *mikroBUS* logo ne može da se postavi na uobičajeno mesto, alternativne pozicije date su na slici 5.



Slika 5. Alternativne pozicije za logo mikroBUS-a.

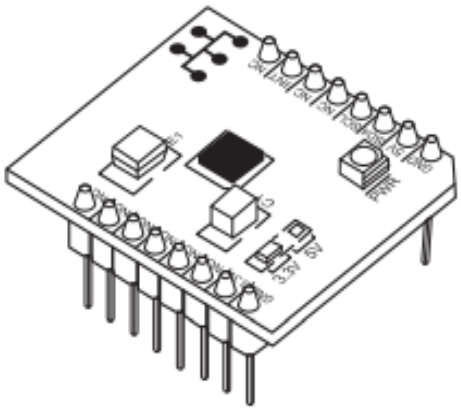
Da bi se uštedeo prostor, pinovi se mogu označiti kao na slici 6.



Slika 6. Alternativne metode označavanja pinova.

B. *Standard dodatnih pločica (add-on, click boards)*

Veliki broj međusobno kompatibilnih dodatnih pločica (click pločica) je ključna vrednost ovog standarda. Svaka od njih sadrži određeno integrisano kolo (IC) ili modul koji pruža određenu funkcionalnost glavnoj ploči (slika 7). Nove pločice poboljšavaju postojeći opseg i pružaju više izbora krajnjim korisnicima. Za pojednostavljivanje njihove upotrebe i standardizaciju njihovog izgleda, prilikom dizajniranja mikroBUS™ click pločica, dizajneri bi trebali da se pridržavaju nekoliko zahteva u pogledu veličine, rasporeda i označavanja.



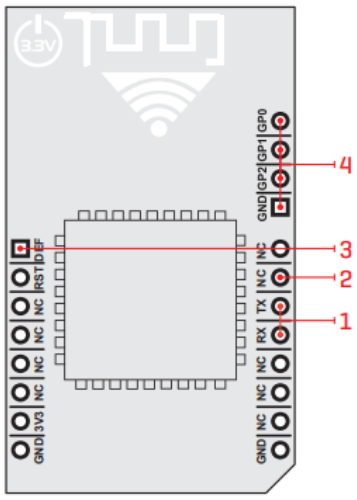
Slika 7. Izgled click pločice.

Raspored pinova na click pločici odgovara modulu (slika 8) a ne glavnoj ploči. Kao takvi, neki od pinova se ne koriste, neki odstupaju od podrazumevane konfiguracije na mikroBUS utičnici pa stoga postoje 4 slučajeva.

1. Kada se za komunikaciju koristi neki od standarda koji već postoji u mikroBUS-u treba koristiti pinove koji su namenjeni posebno za to. U ovom slučaju su to pinovi RX i TX koji se razlikuju u odnosu na priključak (Tabela 1).

TABELA I
UPARIVANJE PINOVA

Kućište	RX	TX	MISO	MOSI
Pločica	TX	RX	SDO	SDI



Slika 8. Raspored pinova na click pločici.

2. Kada se pin ne koristi, trebalo bi da se označi sa NC (Not Connected)
3. Kada nema preklapanja između pina mikroBUS-a i pina modula, oznaka bi trebalo da bude kao na modulu. U ovom slučaju DEF je na mestu podrazumevanog AN pina.
4. Neke ploče mogu da imaju dodatne pinove koji su uglavnom smešteni iznad glavnih pinova i njihov naziv zavisi od funkcije. U ovom slučaju su to GPIO (General Purpose Input Output).

Postoji nekoliko pravila vezanih za označavanje kojih bi se trebalo pridržavati prilikom dizajniranja click pločice (slika 9). Dele se na:

- Obavezna
- Opciona (neobavezna)

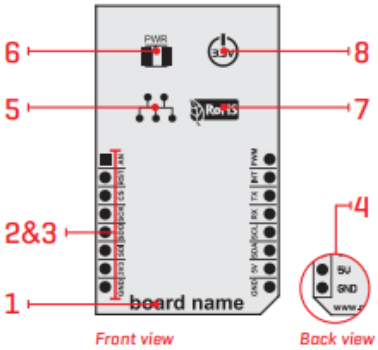
Obavezna su:

1. Ime pločice uvek stoji na dnu sa prednje strane
2. Pinove treba označiti u skladu sa njihovom funkcijom
3. Imena pinova na prednjoj strani treba postaviti vertikalno zbog uštedenja prostora
4. Imena pinova na zadnjoj strani treba postaviti horizontalno, zbog jasnoće

5. mikroBUS logo može biti bilo gde na ploči, bilo da je to prednja ili zadnja strana pločice

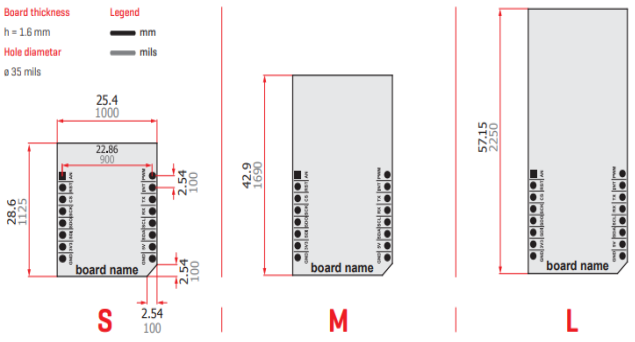
Opciona su:

6. Ako prostor dozvoljava, poželjno bi bilo označiti pojedine komponente na click pločici (PWR, SMD jumper itd.)
7. RoHS, CE, WEE
8. Oznaka koja pokazuje vrednost napona napajanja pločice



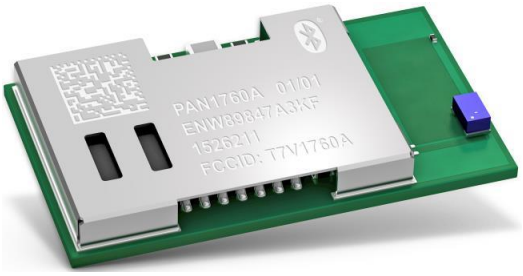
Slika 9. Označavanje na click pločici.

Postoje tri veličine pločica koje su propisane mikroBUS standardom. To su S, M i L. U većini slučajeva će biti dovljne pločice sa veličinom S i M (slika 10). Koderi u neobičnom obliku ili veliki konektori će zahtevati L veličinu pločice. Koju god veličinu koristili, pločicu treba označiti zarezom u donjem desnom uglu radi lakšeg orjentisanja i postavljanja pločice. Takođe, oblik pločice se može menjati sve dok dimenzije zadovoljavaju dimenzije standarda.

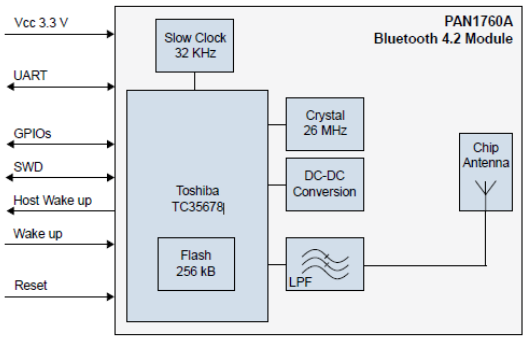


Slika 10. Veličina i oblik click pločice.

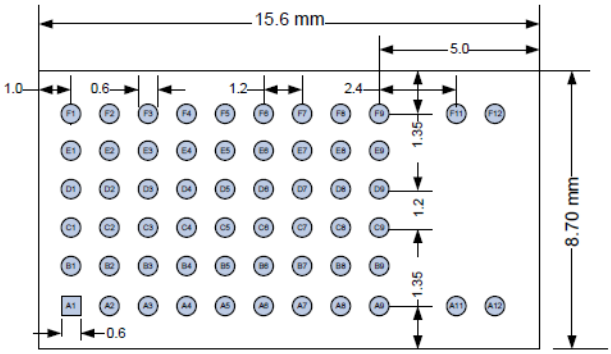
PAN1760A je novi Panasonikov Bluetooth modul sa najnižom snagom u industriji BLE(Bluetooth Low Energy) SoC (slika 11) [2]. Zasnovan je na Tošibinom čipu TC35678. Blok dijagram prikazan je na slici 12. Maksimalna potrošnja električne struje od samo 3.6mA u TX i RX režimu omogućava napredne funkcionalnosti u IoT, medicinskim i industrijskim aplikacijama bez ugrožavanja trajanja baterije. U Stand-Alone režimu, sa 256kB fleš memoriije i 83kB RAM-a, PAN1760A se može koristiti u mnogim aplikacijama bez potrebe za eksternim procesorom, umanjujući na taj način troškove, složenost i prostor. Konfiguracija pinova modula data je na slici 13.



Slika 11. PAN1760A.



Slika 12. Blok dijagram.



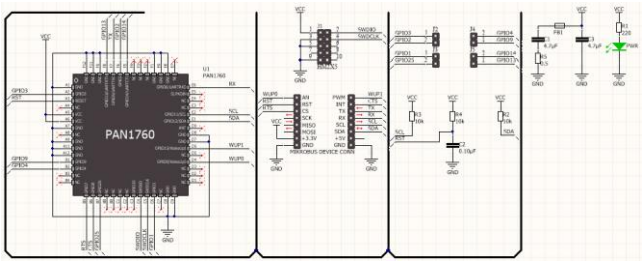
Slika 13. Konfiguracija pinova.

II. PROJEKTOVANJE BLE 4 CLICK PLOČICE

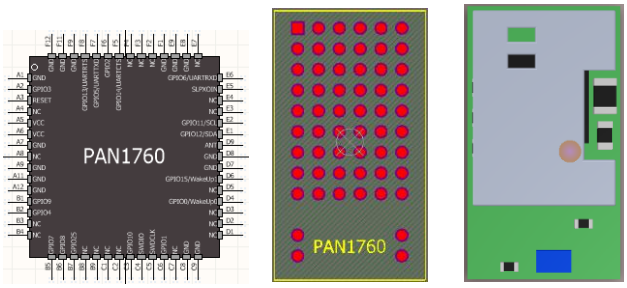
Kao što smo već videli, glavni deo BLE click pločice je PAN1760A čip koji se nalazi u gornjem središnjem delu pločice. Pored čipa možemo uočiti i ostale komponente kao što su kondenzatori, otpornici, diodu, feritnu prigušnicu kao i kontektore za GPIO pinove i SWD (Serial Wire Debug). Električan šema BLE 4 prikazana je na slici 14. Kako bi uređaj pravilno radio, neophodno je ispravno povezati sve komponente koje se na njemu nalaze. Kao što je već napomenuto, pinovi na čipu se moraju koristiti isključivo za onu funkciju koja je propisana u tehničkoj specifikaciji uređaja. Tako se na primer pinovi sa čipa za UART i I^2C komunikaciju moraju povezati sa njima odgovarajućim pinovima na mikroBUS™ konektoru.

Kako u Altium Designer-u nema svih komponenata koje su potrebne, neophodno je napraviti one koje nedostaju. Svaku komponentu definišu simbol, footprint i 3D model. Za čip PAN1760A u programu ne postoji ništa od navedenog pa je potrebno nacrtati simbol i footprint,

prateći tehničku specifikaciju (slika 15). Posebno se treba voditi računa o označavanju pinova prilikom kreiranja footprint-a.



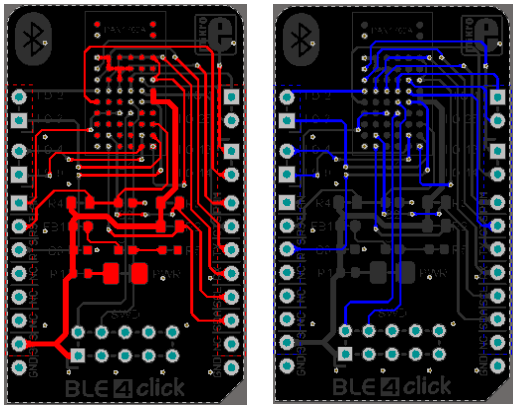
Slika 14. Šema BLE modula.



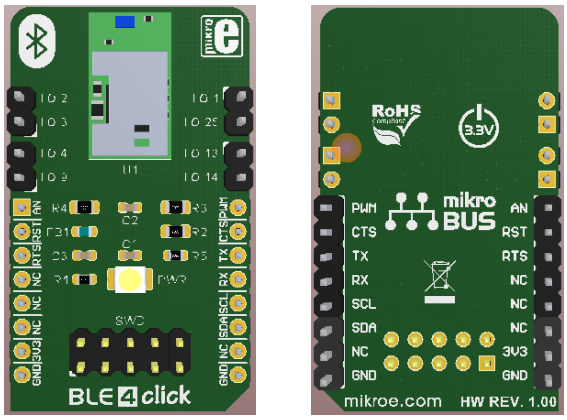
Slika 15. Simbol, footprint i 3D model čipa.

Nakon kreiranja komponenata prelazi se na dodavanje komponenata na ploču i njihovog postavljanja na određeno mesto. Glavni čip se obično nalazi na sredini pločice kao i LED za signalizaciju napajanja tj. PWR. Takođe treba voditi računa o izgledu pločice, tj. poravnati komponente sa svih strana. Nakon postavljanja komponenata sledi rutiranje tj. kreiranje linija veza (slika 16). Rutiranje se može izvršiti na gornjem i donjem sloju pločice. Slika 17 prikazuje prdednju i zadnju stranu projektovane pločice, dok je na slici 18 dat 3D prikaz ove pločice.

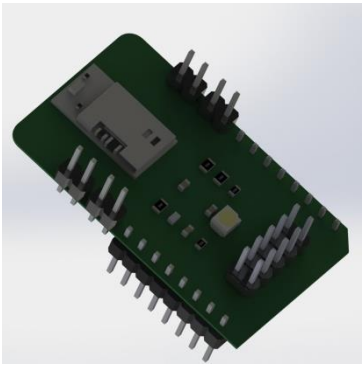
Uspostavljanje komunikacije između click pločice i razvojnog okruženja se odvija preko UART ili I2C. Postoje tačno definisani pinovi koji se koriste za tu komunikaciju. Razvojna okruženja mogu biti različita (slika 19), ali na sebi moraju imati mikroBUS™ priključak (socket) [3]. Kada se click pločica priključi na glavnu ploču, komunikacija se uspostavlja preko RX, TX, RTS i CTS pinova pločice i priključka. Click pločica prima podatke sa glavne ploče i prosleđuje ih dalje. Procesor koji se nalazi u čipu je ARM Cortex – M0 sa SWD interfejsom. Programiranje takvog čipa se vrši pomoću programatora čiji se standard poklapa sa standardom procesora. Još jedna, ne i manje bitna stavka je Android uređaj koji će primati informacije i na ekranu prikazivati promene koje se dešavaju na glavnoj ploči. U zavisnosti od senzora koji se nalaze na okruženju, vrši se programiranje aplikacije za prikazivanje tačno određenih vrednosti. Preko Android uređaja se takođe mogu kontrolisati portovi koji se nalaze na glavnoj ploči, piezo zujalica koja zuji različitom frekvencijom, TFT ekran. Uz pomoć BLE 4 click pločice i uređaja koji će da prima i prenosi informacije, možemo kontrolisati celo razvojno okruženje.



Slika 16. Linije veza na gornjem (levo) i donjem (desno) sloju.



Slika 17. Izgled prednje (levo) i zadnje (desno) strane pločice.



Slika 18. Izgled BLE 4 click pločice.



Slika 19. Razvojno okruženje.

III. ZAKLJUČAK

Radeći na ovom projektu naučio sam da i male stvari kao što je click pločica mogu zahtevati dosta rada i učenja. Iako deluje malo i lako za dizajniranje, nije tako. Treba voditi računa o svim stvarima i poštovati sva pravila. Neka od njih odstupaju od onih koje sam do sada naučio, ali sve se to razlikuje, u zavisnosti od standarda a i zahteva potrošača. Naučio sam šta je mikroBUS™ standard, šta su click pločice i kako se one dizajniraju. Još jedna bitna stvar je ta što sam, pre svega, naučio da čitam tehničku specifikaciju i shvatio da je to jedna od najbitnijih stvari prilikom projektovanja nekog uređaja.

ZAHVALNICA

Ovim putem bih želeo da se zahvalim mom mentoru, Draganu Stefanoviću. direktoru firme Nebojši Matiću kao i celoj firmi MikroElektronika koja mi je omogućila da unapredim svoje znanje i steknem neverovatno iskustvo.

LITERATURA

[1] mikroBUS – Standard Specification. Dostupno na linku: https://download.mikroe.com/documents/standards/mikrobus/mikrobus-standard-specification-v200.pdf

[2] PAN1760A Bluetooth Low Energy Module Product Specification. Dostupno na linku: https://na.industrial.panasonic.com/sites/default/pidsa/files/downloads/files/panasonic-pan1760a-datasheet.pdf

[3] easyPIC v7; Dostupno na linku: https://www.mikroe.com/easypic

Projektovanje LED Drivera snage 70 W

Stefan Marković

Sadržaj - U ovom radu obrađena je tema LED driver za napajanje LED rasvete, tj. modula koji se koristi za stabilizaciju i konverziju AC napona u DC napon. Ovaj modul je projektovan za maksimalnu snagu od 70 W. Primena ovakvih modula je velika od ulične rasvete pa sve do tunela. Kao glavna komponenta pri projektovanju iskorišćeno je integrisano kolo iz familije LYTSwitch-4 integrisanih kola, koje u sebi sadrži integrisan MOSFET snage, koji se može koristiti za napone do 725 V, što je veoma pogodno za ovu primenu. LYTSwitch-4 upotrebljen je u topologiji sa povratnom spregom, koja obezbeđuje konstantnu struju na izlazu i ima visok faktor iskorišćenja snage.

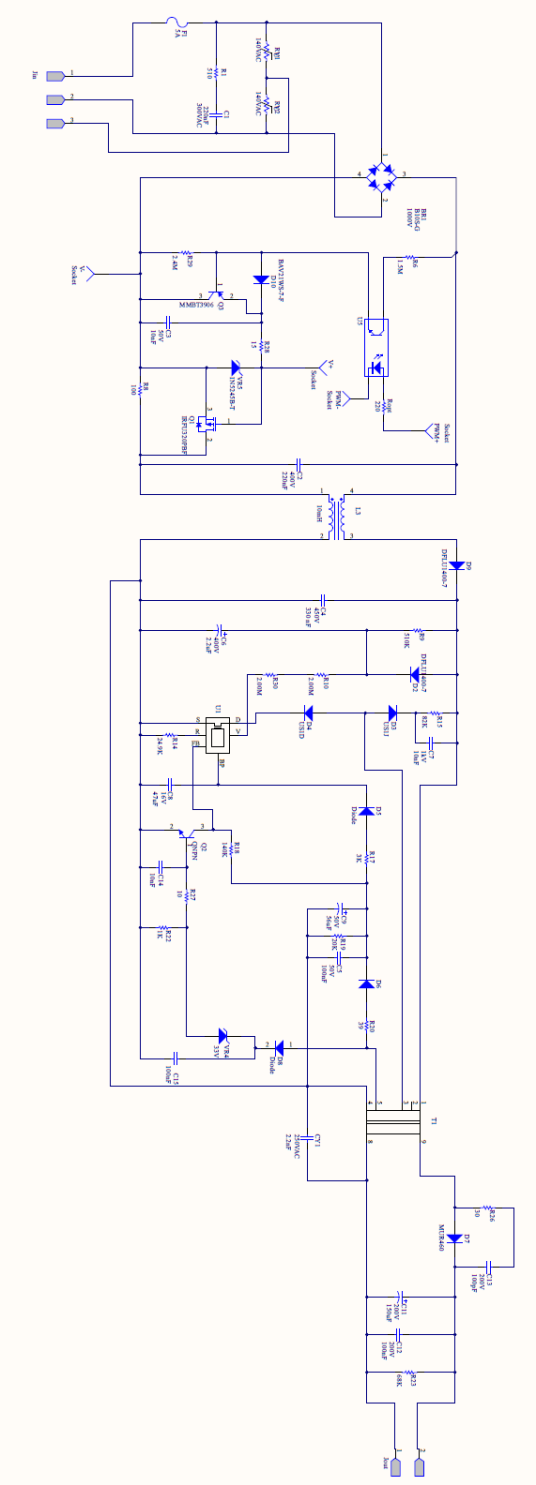
I. UVOD

Kao glavna komponenta pri projektovanju LED drajvera iskorišćeno je integrisano kolo LYT4328E koje u sebi sadrži integrisan MOSFET snage, koji se može koristiti za napone do 725 V, što je veoma pogodno za ovu primenu [1]. LYT4328E upotrebljen je u topologiji sa povratnom spregom, koja obezbeđuje konstantnu struju na izlazu i ima visok faktor iskorišćenja snage. Tehničke specifikacije date su na slici 1. Ovaj uređaj je projektovan da na izlazu daje 70V i struju od 1000 mA, pri ulaznom naponu od 85 VAC do 265 VAC. Na slici 2 data je kompletna šema projekta, a u nastavku teskta biće objašnjeni pojedini delovi. U ulaznom delu nalazi se osigurač i varistori koji služe za zaštitu kola od visokih struja i napona. Zatim se signal koji prođe dalje ispravlja i šalje na kolo koje je zaduženo za kontrolu rada. Takav signal dalje ide do transformatora koji takav signal transformiše i šalje na izlaz. Za projektovanje ovog uređaja korišćen je program [2]. PI Expert Suite.

Description	Symbol	Min	Typ	Max	Units	Comment
Input						
Voltage	V_{IN}	85	120	265	VAC	
Frequency	f_{LINE}		60		Hz	
Output						
Output Voltage	V_{OUT}	63	70	77	V	
Output Current	I_{OUT}		1000		mA	+/-5% 185-265 VAC +/-10% 85-135 VAC
Total Output Power						
Continuous Output Power	P_{OUT}		20		W	
Efficiency						
Full Load	η		89		%	V_{OUT} = 70, V_{IN} = 230 VAC, 25 °C ambient
Environmental						
Conducted EMI			CISPR 15B / EN55015B			
Safety			Isolated			
Ring Wave (100 kHz)						
Differential Mode (L1-L2)			2.5		kV	
Common Mode (L1/L2-PE)						
Differential Surge (1.2 / 50 µs)			500		V	
Power Factor			0.97			Measured at $V_{OUT(TYP)}$, $I_{OUT(TYP)}$ and 120 VAC, 60 Hz
Harmonic Currents			EN 61000-3-2 Class D (C)			Class C specifies Class D Limits when P_{IN} <25 W
Ambient Temperature	T_{AMB}		45		°C	Free convection, sea level

Slika 1. Tehničke specifikacije LYT4328E.

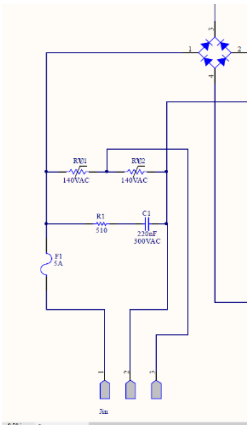
Stefan Marković je student na modulu Elektronske komponente i mikrosistemi, Elektronski fakultet, Univerzitet u Nišu, Aleksandra Medvedeva 14, 18000 Niš, Srbija, E-mail: Stefan95.bb@gmail.com



Slika 2. Šema projekta.

II. OPIS PROJEKTOVANOG KOLA

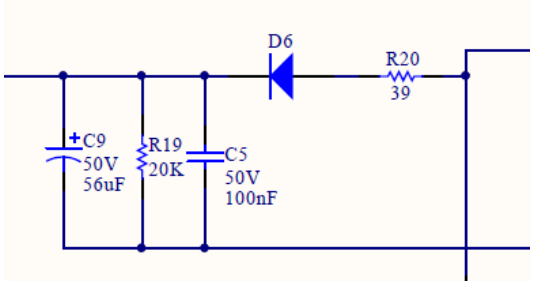
Ulazni deo (slika 3) počinje osiguračem F1 koji štiti ostatak kola od otkaza u slučaju proticanja velike struje. Dioda D2 i kondenzator C6 služe za uklanjanje naponskih pikova i ograničavanje maksimalnog napona koji se sme dovesti na ulaz MOSFET-a koji se nalazi u IC. Varistori RV1 i RV2 su tu kako bi zaštitili kolo od naponskih pikova većih od 500 V. Nakon toga sledi naponski ispravljač (poznatiji kao Grecov spoj) BR1 koji pretvara naizmenični u jednosmerni napon.



Slika 3. Ulazni deo kola.

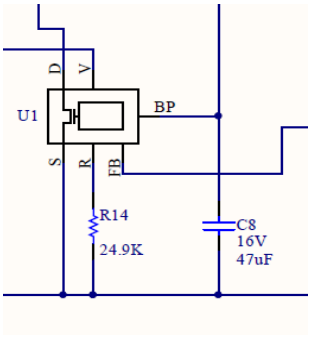
Drejn kola LYT4328E (pin D) vezan je na transformator preko diode D4 koja služi za blokiranje signala. Otpornik R9 obezbeđuje brže pražnjenje kondenzatora C6, oni imaju vremensku konstantu veću nego što je vreme potrebno da se izvrši ispravljanje AC signala, što se koristi kako bi se sprečila modulacija struje na V-pinu. U slučaju da je vremenska konstanta manja, doći će do degradiranja faktora snage. Struje na pinovima V i FB se koriste interno u kolu i njima se kontroliše izlazna struja koja se kasnije koristi kao izlazna struja koja omogućava LED panelu da svetli. Otpornici R14 i R10 (R30) se koriste kako bi se napravila linearna veza između ulaznog napona i izlazne struje ovog kola.

Dioda D4 je neophodna kako bi zaustavila proticanje struje u suprotnom smeru. Preko grane gde se nalaze komponente D6, C5, C9, R20 i R19 dovodi se primarno napajanje za kolo U1 sa pomoćnog namotaja na transformatoru (slika 4). Uloga otpornika R19 je da isprazni elektrolitski kondenzator C9.



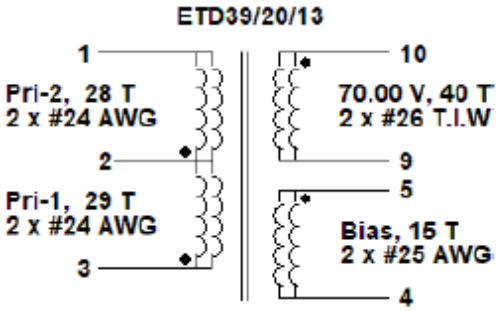
Slika 4. Deo kola za primarno napajanje.

Kondenzator C8 obezbeđuje lokalno razdvajanje za pin BP na kolu U1, koji se kasnije koristi za napajanje unutrašnjeg kontrolera u ovom integrisanom kolu (slika 5). Pri uključivanju C8 se napaja sve dok napon na njemu ne dostigne ~ 6 V. Kada se ovaj kondenzator napuni, U1 prelazi sa radnom tačkom u mesto koje je određeno napajanjem preko otpornika R17.



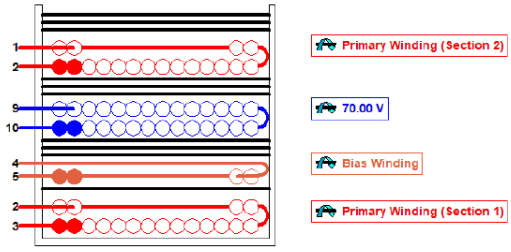
Slika 5. Filtarski kondenzator na BP pin-u.

Šema korišćenog transformatora data je na slici 6. Napon koji se pojavljuje na pomoćnom namotaju koristi se za indirektan uticaj na izlazni napon, čime se eliminišu komponente iz povratne sprege. Napon na ovom pomoćnom namotaju proporcionalan je izlaznom naponu (direktno zavisi od odnosa između ovog namotaja i sekundarnog namotaja na transformatoru).



Slika 6. Električna šema transformatora.

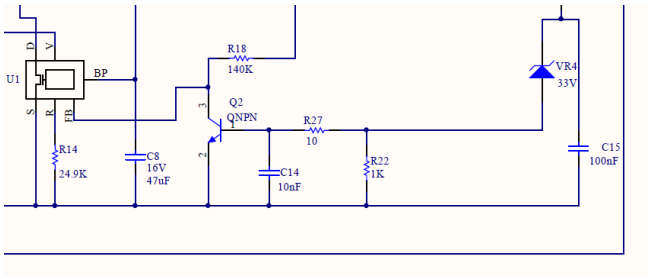
Na slici 7 prikazan je način motanja transformatora. Primar transformatora čine dve sekcije. Pin 2 i 3 predstavljaju prvu sekciju primara transformatora, dok pinovi 1 i 2 čine drugu sekciju primara. Sekundar ovog transformatora se nalazi na pinu 9 i 10. Pored ovih delova, ovaj transformator poseduje i pomoćni namotaj koji se koristi za napajanje integrisanog kola U1.



Slika 7. Prikaz motanja transformatora.

Otpornikom R18 ograničava se struja koja se vodi na FB pin (slika 8). Kolo U1 koristi struju na FB pin-u, na V

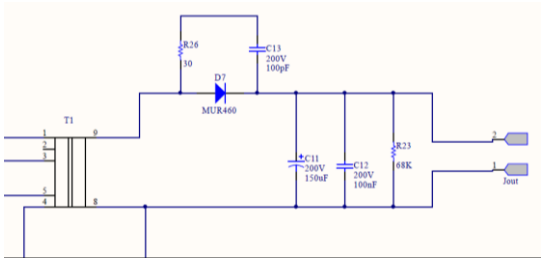
pin-u i unutrašnju struju na drejnu kako bi obezbedilo konstantnu struju na izlazu i održalo visoki faktor ulazne snage. U slučaju da dođe do uključenja uređaja kada na njega nije povezano opterećenje, Zener dioda VR4 će provesti i uključiće se tranzistor Q2. Tranzistor na taj način povlači više struje sa pina FB, što tera kolo da se prebaci u auto – reset režim.



Slika 8. Deo kola sa tranzistorom i Zener diodom za zaštitu.

Da bi se smanjilo rasipanje snage u ovakvom stanju (kolo će isto reagovati i u slučaju kratkog spoja na izlazu – otkaza LED panela), deo kola za isključivanje/reset će ovaj postupak ponavljati sve dok se na izlaz ne postavi odgovarajuće opterećenje. Kada se na izlazu postavi uređaj čije je opterećenje adekvatno, IC će nakon odrađenog resetovanja ponovo preći u normalan režim rada.

Na izlazu kola (slika 9) se nalazi dioda D7 koja služi za ispravljanje izlaznog signala i vrši se filtriranje tog signala pomoću kondenzatora C11 i C12. U slučaju da na izlazu želimo da postignemo da signal bude što više „ispeglan“, to možemo postići tako što ćemo povećati kapacitivnosti ovih kondenzatora.

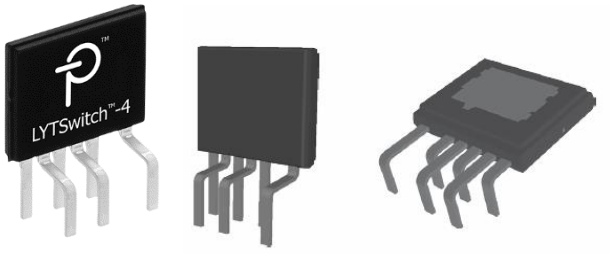


Slika 9. Izlazni filtar.

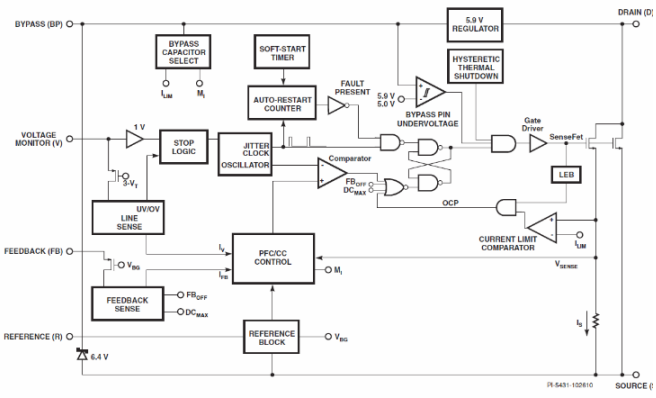
Zahvaljujući napretku u tehnologiji, danas se sve više teži da se koriste LED diode umesto tradicionalnih sijalica. LED diode troše puno manje nego obične sijalice. Ta mala potrošnja je iskorišćena kako bi se kolu dodao TRIAK. Zbog male struje koju ove diode koriste moguće je da ona padne ispod struje držanja TRIAK – a u kolu za dimovanje. Ovo može dovesti i do neželjenih dejstava, a to je da se LED panel ne uključi svojim punim intenzitetom, ili da on treperi dok se TRIAK pali i gasi ukoliko je kolo loše projektovano ili je odabran pogrešan TRIAK.

III. Opis kola LYT4328E

Ovo kolo veoma pojednostavljuje implementaciju LED drajvera koji zahtevaju dugi životni vek, visoku efikasnost, PF > 0.9 i mogućnost za dimovanje. Napredna primarna kontrola koju poseduje ovo kolo, pruža preciznu kontrolu konstantne struje bez upotrebe optokaplera ili nekih dodatnih senzora koji će „meriti“ struju i davati informaciju o tome da li je ta struja opala ili porasla. Izgled ovog kola i interna blok šema dati su na slikama 10 i 11, respektivno.



Slika 10. Izgled kola LYT4328E i 3D modeli ovog kola.



Slika 11. Blok šema kola LYT4328E.

A. *Opis pinova*

DRAIN (D) pin: Ovaj pin je drejn priključak snažnog MOSFET - a koji je integrisan unutar IC kola. Takođe obezbeđuje i unutrašnju struju koja služi za pokretanje i stalan rad kola.

SOURCE (S) pin: Ovaj pin predstavlja sors priključak internog MOSFET – a. Takođe predstavlja referencu za masu za pinove BYPASS, FEEDBACK, REFERENCE i VOLTAGE MONITOR.

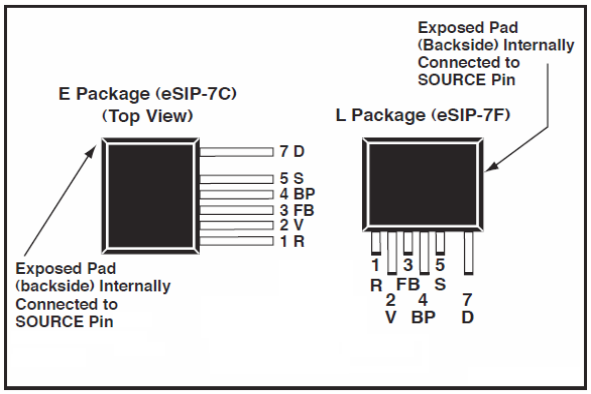
BYPASS (BP) pin: Ovaj pin je veza između unutrašnjeg napajanja ~ 6 V i bypass kondenzatora. Ovim pinom je takođe moguće kontrolisati izlaznu snagu, tako što se menja vrednost kondenzatora.

FEEDBACK (FB) pin: FB pin se koristi kao povratna sprega izlaznog napona. Struja na ovom pinu direktno je proporcionalna izlaznom naponu. Takođe preko ovog pina se uključuje zaštita kada na izlazu nemamo opterećenje kao i kada na izlazu imamo preopterećenje.

REFERENCE (R) pin: Ovaj pin je povezan na spoljni precizni otpornik i koristi se za konfiguraciju za dimovanje kod modela koji poseduju dimovanje ili dimovanje bez TRIAK- a, za kola koja nemaju mogućnost rada na ovakav način.

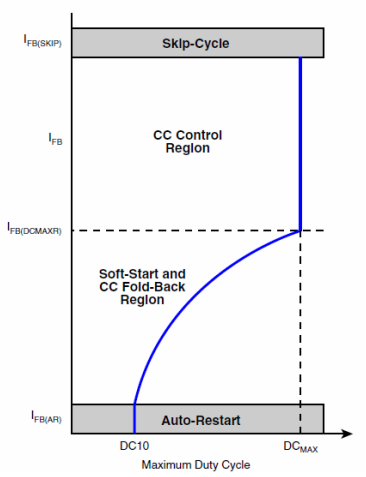
VOLTAGE MONITOR (V) pin: Ovaj pin se povezuje sa spoljnim detektorom za pikove, sastoji se iz ispravljača, filtarskog kondenzatora i otpornika. Struja na ovom pinu se

koristi za kontrolu zaustavljanja logike za podnaponsku zaštitu i prenaponsku zaštitu, obezbeđuje kontrolu izlazne struje i može da se koristi za daljinske funkcije uključivanja i isključivanja. Na slici 12 data je konfiguracija opisanih pinova.



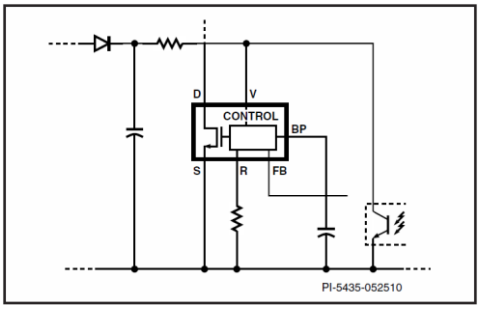
Slika 12. Konfiguracija pinova.

Slika 13 ilustruje granice rada kontrolom struje na pinu FEEDBACK. Iznad vrednosti $I_{FB(SKIP)}$ uključivanje je onemogućeno i ispod struje $I_{FB(AR)}$ kolo ulazi u auto – reset. FEEDBACK struja se takođe koristi i za ograničavanje maksimalnog ciklusa rada, tako što ograničava izlaznu snagu pri preopterećenju.



Slika 13. Karakteristika struje na FB pinu.

Pin VOLTAGE MONITOR je povezan na ulaz i ima komparator koji poredi da li je ulazni napon prešao napon od 1V potreban da on krene da radi. Ovaj napon se koristi za daljinsko kontrolisanje kola, tj. za daljinsko uključivanje i isključivanje. Kada se na ovom pinu pojavi signal (VOLTAGE MONITOR pin je preko optokaplera povezan na masu) kolo LYT4328E će završiti svoj ciklus rada pre nego što se MOSFET u kolu isključi. Ova funkcija se takođe može koristiti kako bi se kolo prešlo u isključeno stanje i kako bi se smanjila potrošnja električne energije kada to nije potrebno, što se naziva ECO – režim (slika 14). Kada se ovo kolo daljinski uključi, ono će pokrenuti normalnu sekvencu uklјučivanja i krenuti sa radom nakon punjenja *bypass* kondenzatora (C8 se puni do ~ 6 V). U najgorem slučaju, kašnjenje ovog daljinskog starta može da bude jednako ukupnom vremenu potrebnom da se bypass kondenzator isprazni i napuni. Na ovaj način može da se eleminiše korišćenje mehaničkih prekidača na mreži.

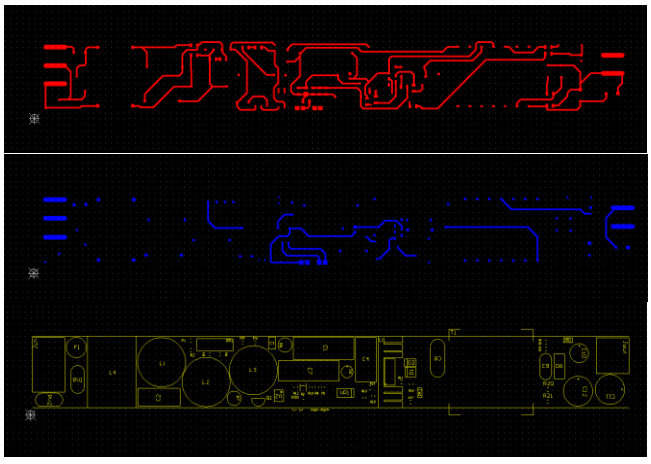


Slika 14.Šema kontrole uključivanja/isključivanja.

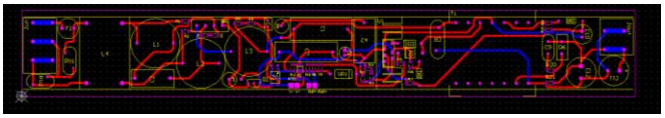
IV. PROJEKTOVANJE UREĐAJA U PROGRAMU ALTIUM DESIGNER

Nakon teorijskog upoznavanja sa ovim projektom, ovde će biti prikazano i projektovanje ovog modula u programu Altium Designer 16. Nakon nacrtane šeme krenulo se sa raspoređivanjem komponenata na PCB - u. PCB (*Printed Circuit Board*) je dvoslojan i komponente se nalaze samo na jednoj strani ploče. Za izradu ove ploče korišćene su i TH *(through-hole*) i SMD (*surface mounted device*) komponente. Zbog specifičnog kućišta u kome se pakuju ove ploče su dimenzijski ograničene na širinu od 36 mm, dok je dužina pločice 257 mm i nju je moguće menjati u slučaju da je kolu potrebno dodati određena poboljšanja.

Kako bi se proces proizvodnje upotpunio nakon projektovanja samog PCB – a potrebno je izvesti GERBER fajlove koji se šalju fabrici za izradu PCB – a (slike 15 i 16). U gerber fajlovima se nalaze linije vodova, metalizacija, tekst koji je potrebno ispisati na ploči – *Silk Screen*, dimenzije, oblik ploče i rupe koje treba ploča da sadrži. Debljina vodova je od 1.4 mm za vodove gde struja ne prelazi 700 mA do 2.0 mm kod vodova gde struje mogu da budu i veće od 1000 mA. Širina oko metalizacije rupa je 0.4 mm veća u poluprečniku od poluprečnika rupe.

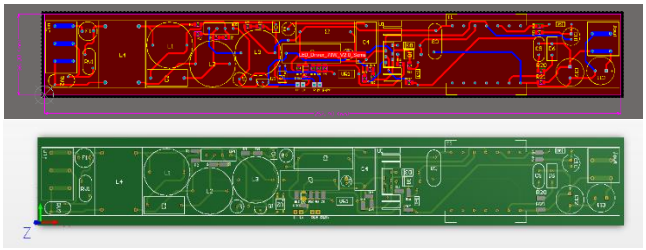


Slika 15. *Top Layer*, *Bottom Layer* i *Silk Screen Layer* u GERBER fajlu.



Slika 16. Izgled konačnog GERBER fajla.

Na samom kraju pri procesu projektovanja potrebno je da se proizvodnji prosledi spisak materijala/komponenata (BOM – *Bill Of Materials*), kako bi komponente mogle da se naruče i kasnije zaleme na samu ploču. BOM sadrži najbitnije informacije o komponentama, kao što su električne karakteristike, količinu, *Part Number* po kome je ove komponente moguće pronaći. Vrlo često ovaj dokument može sadržati naziv proizvođača, oznaku komponente u kolu, link koji vodi do tehničke dokumentacije i drugo. 2D i 3D prikaz štampane ploče date je na slici 16.



Slika 17. 2D i 3D prikaz gotove pločice.

V. ZAKLJUČAK

Ovakav jedan uređaj je moguće izraditi po veoma maloj ceni i prednosti koje kolo LYT4328E pruža su velike, jer se njime zamenjuje veliki deo komponenata koje bi bilo potrebno dodati ovom kolu. Maksimalna snaga koju ovaj uređaj može da isporuči je 70 W, gde je napon na izlazu 70 V, a struja 1000 mA. Kao što je ranije u ovom radu navedeno, ovo kolo je projektovano za komercijalnu upotrebu. Trenutne tehnologije diktiraju stalno napredovanje, tako su prve sijalice sa volframovim vlaknom zamenjene štedljivim, a danas se one menjaju LED sijalicama tako da je sve više potrebe za ovakvim i sličnim uređajuma. Pošto postoji više načina za dimovanje, a jedan od popularnijih je DALI interfejs (*Digital Addressable Lighting Interface*), jedno od mogućih unapređenja ovog uređaja bilo bi dodavanje džampera i dodatnog kola koje bi omogućilo krajnim korisnicima da izaberu način dimovanja. Vrlo često je potrebno dobiti više snage na izlazu, što ovo kolo ne može, tako da bi još jedno unapređenje bilo zamena ovog kola nekim drugim kako bi na izlazu bilo moguće isporučiti više snage.

LITERATURA

[1] LYTSwitch-4 Family – Power Integrations, Dostupno na: https://led-driver.power.com/sites/default/files/product-docs/lytswitch-4_family_datasheet.pdf

[2] PI Expert – Dostupno na: https://ac-dc.power.com/design-support/pi-expert/pi-expert-suite/

Ispitivanje uticaja prepreke na prostiranje RF signala

Nikola Mitrović

Sadržaj – U radu je dat pregled osnovnih osobina RF mikroelektronike. Neke od osobina RF tipa komunikacije su eksperimentalno ispitane. Za primer ispitivane komunikacije iskorišćena je komunikacija između RFID čitača i RFID taga. Mereni su i analizirani domet komunikacije i mogućnost komunikacije preko prepreke.

I. UVOD U TELEKOMUNIKACIJE

Polje tehnologije koje se bavi komunikacijom, odnosno prenošenjem poruka između dva i više korisnika na daljinu, naziva se telekomunikacije. Telekomunikacije prekretnicu doživljavaju u XIX veku, kada se počelo sa intenzivnim istraživanjem elektromagnetnih fenomena. Cilj modernih telekomunikacija je da se što tačnije, vernije i što brže prenese što veća količina informacija sa jednog mesta na drugo, a da pri tome poruke budu vidljive samo onome kome su namenjene [1].

Jedna od osnovnih podela modernih telekomunikacija zasniva se na tipu konekcije između odašiljača i prijemnika, i prema tome telekomunikacije se dele na žičane i bežične. RF komunikacije spadaju u bežične telekomunikacije. Pored radio prenosa, u bežične telekomunikacije spada i mikrotalasni prenos, satelitski prenos i optičko-infracrveni prenos.

II. RF TELEKOMUNIKACIJE

Poslednjih nekoliko desetina godina tehnologije zasnovane na radio-frekventnom (Radio Frequency – RF) principu, evoluirale su od analognih sitema do digitalnih, tj. od onih koje su ne tako davno prenosile samo govor i sliku, do onih koje danas prenose i podatke. Prvi RF sistemi predstavljali su osnovni radio [2]. Jedan korisnik je preko antene koja je služila kao medijum za slanje signala mogao da komunicira sa stanicom koja je bila prijemnik tog signala i samim tim mogla da dobije informaciju sa neke udaljenije lokacije, gde je naravno ovaj proces bio moguć i u suprotnom smeru. Nakon toga, RF komunikacije su konstantno evoluirale u svakom aspektu, u pogledu potrošnje energije, veličine antene, obima signala, otpornosti na šum i slično. Spektar radio frekventnih signala obuhvata spektar od 3 Hz (Extremely Low Frequency - ELF) do 300 GHz (Extremely High Frequency - EHF) [3]. Klasifikacija spektra signala, prikazana je na slici 1.

Nikola Mitrović je student doktorskih studija sa Katedre za mikroelektroniku na Elektronskom fakultetu, Univerziteta u Nišu. Aleksandra Medvedeva 14, 18000 Niš, Srbija, E-mail: nikola.mitrovic.nis@gmail.com

Table 1.1 Allocation Radio Bands in Accordance with ITU

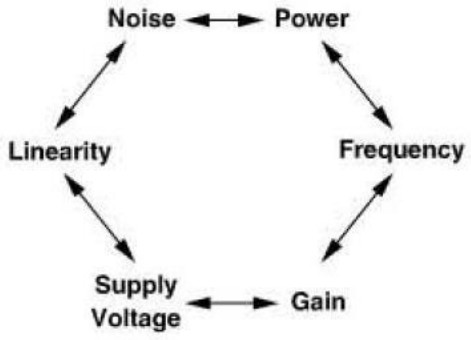
Number	*Symbol*	*Frequency designation*	*Frequency range*	*Wavelength range in air*
0	Subhertz	Subhertz	Less than 3 Hz	Less than 100,000 km
1	ELF	Extremely low frequency	3 to 30 Hz	10 to 100 mm
2	SLF	Super low frequency	30 to 300 Hz	1 to 10 mm
3	ULF	Ultralow frequency	300 to 3000 Hz	100 to 1,000 km
4	VLF	Very low frequency	3 to 30 kHz	10 to 100 km
5	LF	Low frequency	30 to 300 kHz	1 to10 km
6	MF	Medium frequency	300 to 3000 kHz	100 to 1,000m
7	HF	High frequency	3 to 30 MHz	10 to 100m
8	VHF	Very high frequency	30 to 300 MHz	1 to 10m
9	UHF	Ultrahigh frequency	300 to 3,000 MHz	10 to 100 cm
10	SHF	Super high frequency	3 to 30 GHz	1 to 10 cm
11	EHF	Extremely high frequency	30 to 300 GHz	1 to 10 mm
12	THz	Terahertz	300 to 3000 GHz	0.1 to 1 mm

Slika 1. Spektar radio komunikacije. [3].

Ipak, kada se govori o modernim radio frekventnim primenama, govori se o signalima čija je frekvencija u rasponu od 10^4 Hz do 10^9 Hz.

III. ARHITEKTURA RF TEHNOLOGIJE

Akcenat razvoja RF komponenata je na razvoju transivera. Transiveri (*transceiver*) su komponente koje mogu i da šalju i da primaju signale [4]. Izraz je nastao od engleskih reči *transmit* (slanje, odašiljanje) i *receive* (prijem), koje jasno objašnjavaju osobine komponente. Dizajn i implementacija RF komponenata i transivera i dalje važe za izazovan zadatak. Postoji više razloga za to. Kao prvo, RF dizajn zahteva poznavanje i razumevanje više naučnih disciplina, od kojih mnoge čak i nisu striktno povezane sa tehnologijama izrade integrisanih kola. Zbog toga, rad na ovom polju predstavlja zadatak za više ljudi iz različitih naučnih disciplina, a najčešće i za više timova ljudi koji moraju blisko sarađivati. Kao drugo, prilikom razvoja RF kola mora se konstantno tražiti kompromis između specifikacija kola i neophodna su mnoga prilagođavanja (*trade-offs*). Taj koncept prikazan je na grafu koji se popularno naziva RF šestougao (*RF hexagon*).



Slika 2. RF šestougao.

Tako na primer, ukoliko je cilj smanjiti šum kod prijemnog dela, mora se povećati snaga na tom delu kola ili žrtvovati linearnost. Ovakve vrste prilagođavanja su jako česte prilikom razvijanja RF kola. Kao treće, konstantna potreba za višim performansama, nižom cenom i širim funkcionalnostima nastavlja da predstavlja izazovan zadatak. Devedestih godina, uspeh je bio na isti čip staviti samo jedan transiver i uz njega procesor, dok danas prosečni telefoni imaju zaseban transiver za svaki tip bežičnog standarda (pozivi, *Wi-Fi*, *Bluetooth* i slično).

IV. OPIS KOLA ZA TESTIRANJE

Kako bi se na adekvatan način ispitale karakteristike tehnologije, potrebno je prvo utvrditi ideje merenja a onda opisati kolo za testiranje i merne elemente.

A. Ciljevi merenja

Jedna od glavnih karakteristika RF komunikacije je mogućnost komuniciranja iako ne postoji otvorena linija vida između odašiljača i prijemnika. Naravno, ova komunikacija je ograničena veličinom i oblikom antene kao i intenzitetom i količinom signala. Ova karakteristika biće proverena vršenjem merenja preko prepreka od različith materijala.

Paralelno sa merenjem kvaliteta signala koji se šalje, sa akcentom na linearnost i frekvenciju, biće meren i domet signala sa antenom, u zavisnosti od prepreke. Cilj je utvrditi postoji li promena dometa komunikacije.

B. Kolo za testiranje

Objekat testiranja čini komunikacija između RFID čitača i RFID taga (Radio Frequency IDentification). Podaci sa čitača se prosleđuju mikrokontroleru koji informaciju prosleđuje na displej.

RFID je jedna od komercijalno aktuelnih primena RF komponenata. Ovi sistemi najčešće se sastoje od 3 dela. To su čitač, tag i *backend* deo [5]. U ovom radu, *backend* deo će predstavljati prosto ispisivanje podataka sa taga na displeju, bez dodatnih zadataka. U *flash* memoriji mikrokontrolera formirana je baza podataka, gde je svakom heksadecimalnom kodu dodeljen odgovarajući proizvoljan naziv. RFID čitač i tag čine osnovu komunikacije. Tagovi mogu biti aktivni ili pasivni, u zavisnosti od toga da li imaju sopstveno napajanje u vidu neke baterije (aktivni), ili crpe napajanje iz čitača (pasivni). Bez obzira na izvor, napajanje pobuđuje čip koji se nalazi u tagu, a čip prosleđuje čitaču informacije iz svoje memorije (sadržaj taga). Sadržaj komercijalno dostupnih tagova je najčešće heksadecimalni niz od 10 karaktera. Čitač prikuplja ove informacije i šalje ih mikrokontroleru. Odgovarajućim programiranjem mikrokontrolera, informacije se ispisuju na displeju.

Model čitača koji je korišćen je RDM6300 [6], prikazan na slici 3.



Slika 3. RDM6300.


Slika 4. Mikrokontroler PIC16F877A.

Ovaj model komunicira sa tagovima na frekvenciji od 125 kHz. Za komunikaciju sa ostalim uređajima koristi UART tip komunikacije [7]. Čitač poseduje svoju antenu koja je pravougaonog oblika, dimenzija 4x3 cm.

Model mikrokontrolera koji je korišćen je PIC16F877A [8], konkretno u DIP 40 (*Dual In-line Package*) pakovanju, prikazan na slici 4. Ovaj model ima mogućnost UART komunikacije, pa može obavljati komunikaciju sa čitačem. Dobijene informacije prosleđuje 16x2 alfanumeričkom displeju.

C. Merni elementi

Za merenje karakteristika signala iskorišćen je osciloskop Tektronix TDS 2024B [9], prikazan na slici 5.

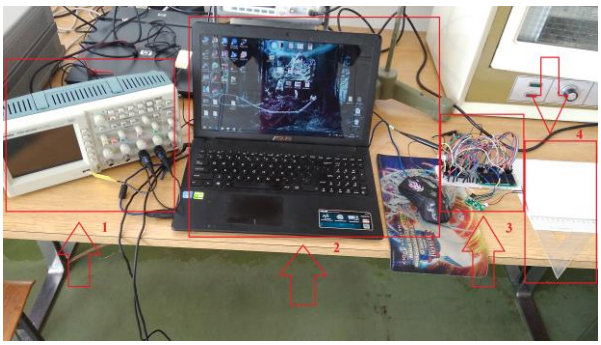


Slika 5. Korišćeni osciloskop Tektronix TDS2024B.

Sonde osciloskopa potrebno je povezati sa čitačem, odnosno sa kanalom komunikacije između čitača i mikrokontrolera i sa zajedničkom masom. Na ovaj način, na osciloskopu je moguće pratiti signale za prenos informacija.

Za merenje dometa komunikacije, odnosno maksimalne distance pri kojoj dolazi do komunikacije između čitača i taga, iskorišćen je običan lenjir. Lenjir se postavi tako da nulta tačka bude paralelna sa čitačem. Udaljavanjem taga od čitača, tag se pomera po osi lenjira, do merenja maksimlane distance.

Povezivanjem opisanih elemenata dobijeno je radno okruženje prikazano na slici 6. Blok 1 predstavlja povezan opisani osciloskop, blok 2 predstavlja laptop koji preko programatora ima ulogu napajanja sistema, blok 3 predstavlja sistem povezan na proto ploči, i blok 4 je podloga sa lenjirom za merenje dometa.

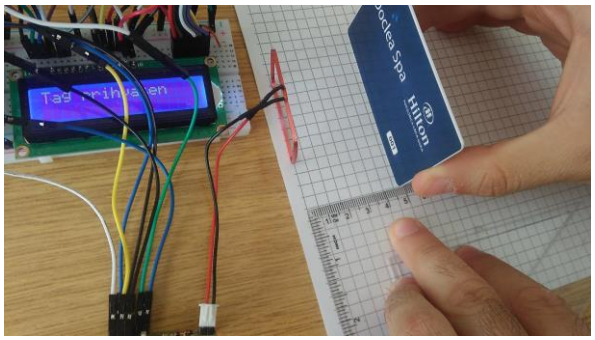


Slika 6. Povezano radno okruženje.

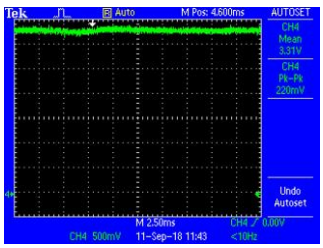
V. REALIZACIJA EKSPERIMENTA

Ideja eksperimentalnog merenja je bila proveriti jednu od glavnih osobina RF tehnologija, a to je da nije potrebno da prostor između čitača i taga bude slobodan, odnosno da je moguća komunikacija kroz određenu prepreku. Tipovi prepreke su izgrađeni od različitih vrsta materijala (drvo, tkanina, staklo i metal), a merene karakteristike su domet, odnosno maksimalna distanca između taga i čitača prilikom koje dolazi do uspešnog očitavanja kao i kvalitet signala. Ovde naravno treba napomenuti da je bitno da svaka od prepreka bude približno iste debljine, kako bi se rezultati mogli upoređivati.

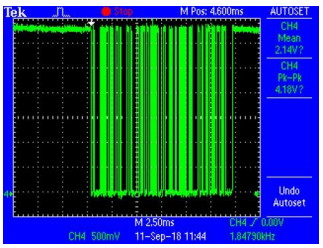
Pozicioniranjem taga ispred antene čitača potvrđujemo očitavanje. Indikator očitavanja je displej na kom je moguće pročitati da je tag prihvaćen, odnosno da je dvanaestobitni niz podataka podudaran sa podacima jednog od ulaza iz baze opisane u *flash* memoriji (slika 7).


Slika 7. Uspešna komunikacija čitača i taga.

Kao što je prikazano na slici 7, maksimalna distanca taga od antene čitača pri kojoj dolazi do komunikacije je 4,9 cm. To je saglasno sa podacima iz tehničke dokumentacije čitača, gde je navedeno da je transfer podataka potpun na distancama do 5 cm. Drugi indikator uspešnog očitavanja podataka sa taga je osciloskop. Na osciloskopu se može videti kako paket podataka dolazi do mikrokontrolera, koji vrši dekodiranje i na displeju daje povratnu informaciju. Na slikama su dati oblici signala snimljeni na osciloskopu kada nema prenosa podataka (slika 8) i kada je prenos u toku (slika 9).



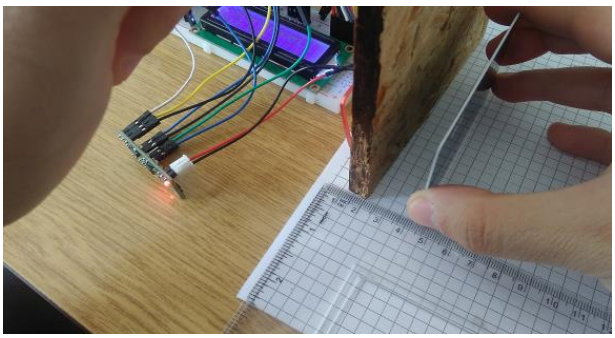
Slika 8. Nema prenosa.

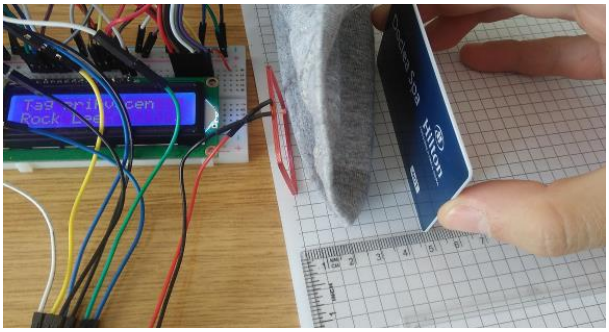


Slika 9. Prenos podataka.

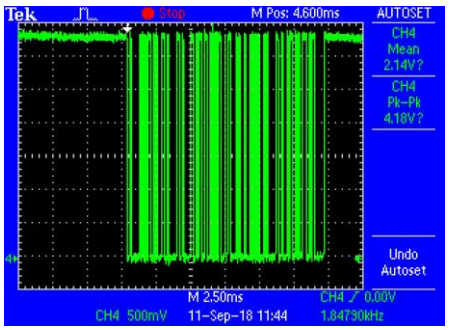
Nakon udaljavanja taga na više od 4,9 cm od antene čitača, ne dolazi do prenosa informacije, a samim tim ni do komunikacije.

Kada je proces merenja bez prepreke potvrdio da sistem principijelno funkcioniše, potrebno je ispitati i merenje sa preprekama. Na slikama su prikazana merenja dometa sa preprekom od drveta (slika 10), odnosno sa preprekom od tkanine (slika 11).


Slika 10. Merenje sa preprekom od drveta.

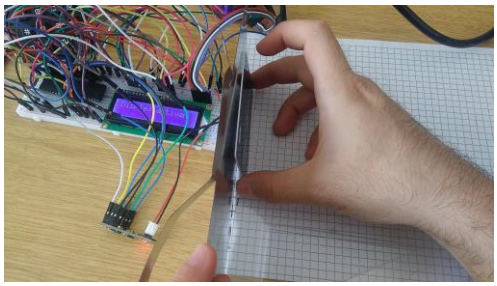

Slika 11. Merenje sa preprekom od tkanine.

Prilikom ovih merenja, primećeno je smanjenje maksimalne distance između taga I čitača, dok je, sa strane očitavanja signala na osciloskopu oblik gotovo identičan obliku koji je dobijen kada nije bilo prepreke. Kada je prepreka od tkanine, maksimalna distanca između taga I čitača je gotovo identična kao I kada je nema. S druge strane, kada je prepreka od drveta, distanca nakon koje nije moguće uspostaviti komunikaciju se nalazi već na oko 4,5 cm. Takođe, gotovo identični rezultati se dobijaju kada je prepreka od plastike, gde maksimalna distanca ponovo dostiže 4,9 cm, a kvalitet signala takođe ostaje nepromenjen (slika 12).



Slika 12. Kvalitet primljenog signala pri merenju sa preprekama.

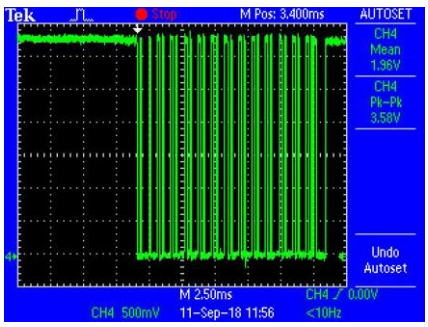
Međutim, prilikom merenja sa preprekom od metala, dobijaju se potpuno drugačiji rezultati. Razlog treba tražiti u tome da većina komercijalno dostupnih RFID rocess svoj rad bazira na Faradejevom zakonu [10]. Ukoliko se između čitača I taga nađe neka prepreka koja je u stanju da rocess prenosa omete (uglavnom metali), nije moguće ostvariti komunikaciju. Merenje maksimalne distance za komunikaciju prikazani su na slici 13.



Slika 13. Merenje sa preprekom od metala.

Čak I kada se tag potpuno priljubi uz metal, nije moguće da dođe do komunikacije sa čitačem. Debljina metala gotovo je jednaka kao I debljina ostalih prepreka, međutim, informacija sa taga nije došla do čitača. Temelj ovog zaključka je ispisivanje displej aktivan, odnosno da se očekuje prijem informacije, ali da nema odgovarajućih podataka. Oblik signala na osciloskopu dat je na slici 14.

.



Slika 14. Oblik signala pri merenju sa preprekom od metala.

Rezultati sa osciloskopa ukazuju na to da i preko metalne prepreke dolazi do prenošenja nekih signala do čitača i do izvesne komunikacije, međutim da transfer tih podataka nije kvalitetan, i da ne odgovara standardima za koje je čitav sistem projektovan. Pažljivijim posmatranjem može se uočiti da je osnovni parameter UART komunikacije, *baud rate* primetno manji prilikom ovog merenja, i da zbog toga ne dolazi do verodostojnog prijema informacije. Takođe, ukoliko se obrati pažnja na srednju vrednost naponskih nivoa paketa podataka u prethodnim merenjima (oko 2,2 V) i u ovom, gde iznosi 1,96 V, može se zaključiti da čitač nije prihvatio odgovarajuće podatke sa taga. Usled nelinearnosti tih podataka, ne može doći do očitavanja informacije na mikrokontroleru, pa je samim tim komunikacija u ovom slučaju neuspešna.

VI. ZAKLJUČAK

U radu je dat pregled arhitekture RF komponenata i glavni principi tehnologije RF kola. Na primeru RFID sistema, eksperimentalno su ispitane neke od karakteristika RF tehnologije. Dobijeni rezultati su u skladu sa teorijskim pretpostavkama iz tehničkih dokumentacija, sa izuzetkom prenosa preko metalne prepreke. Predlog za naredni korak izučavanja je merenje veličine i oblika metalne prepreke preko koje je ipak moguće izvršiti komunikaciju. Detaljnije ispitivanje može dovesti do detaljnijih podataka vezanih za osobine komunikacije preko metalne prepreke.

ZAHVALNICA

Rad je realizovan u laboratorijama Elektronskog fakulteta, kao deo master rada na modulu Elektronika i mikrosistemi. Autor se zahvaljuje mentoru doc. dr Danijelu Dankoviću na pruženom znanju i pomoći.

LITERATURA

[1] V. Radonjić Đogatović „*Osnovi telekomunikacionih sistema*" Beograd, 2011. Dostupno na: https://nastava.sf.bg.ac.rs/mod/resource/view.php?id=19708
[2] Kompanija Comscope „*Understanding the RF path*" Second Edition 2012. Dostupno na: https://www.commscope.com /Resources/eBooks/Understanding-the-RF-Path-eBook/
[3] L. A. Belov, S. M. Smolskiy „*Handbook of RF, microwave, and millimeter-wave components*" 2012. Dostupno na: www.mdpi.com/2079-9292/2/1/35/pdf
[4] B. Razavi „*RF Microelectronics*" 2011.
[5] The Government of the Hong Kong Special Administrative Region „*RFID Security*" February, 2008. Dostupno na: https://www.infosec.gov.hk/english/technical/files/rfid.pdf
[6] RDM6300 datasheet. Dostupno na: https://elty.pl/upload/download/RFID/RDM630-Spec.pdf
[7] Stanford University „*Circuit Basics: Basics of UART Communication*" 2011. Dostupno na: https://web.stanford.ed u/class/cs140e/notes/lec4/uart-basics.pdf
[8] PIC16F877A datasheet. Dostupno na: https://www.microchip.com/datasheet/PIC16F877A
[9] Tektronix TDS2024B datasheet. Dostupno na: http://www.testequipmenthq.com/datasheets/TEKTRONIX-TDS2024B-Datasheet.pdf
[10] D. Mitić „*Osnovi Elektrotehnike II*" Elektronski Fakultet, Univerztitet u Nišu, 2011.

Karakteristike i primene polikristalnih dijamanata

Sandra Veljković, Vojislav V. Mitić, Vesna Paunović, Goran Lazović,
Markus Mohr, Hans Fecht

Sadržaj – Razvoj novih materijala kao i unapređivanje karakteristika već poznatih materijala, značajno doprinose napretku u razvoju različitih oblasti. Tako su sve više u žiži interesovanja polikristalni dijamanti, koji već imaju široku primenu. S obzirom da se u ovom materijalu vidi izuzetan potencijal, ulaganja u ovoj oblasti su velika, a istraživanja su veoma intenzivna. U ovom radu su predstavljene neke od osnovnih osobina prirodnih i polikristalnih dijamanata. Pored toga, prikazane su mogućnosti njegove sve šire primene u mnogim oblastima s obzirom da ovaj materijal ima izuzetno dobre karakteristike, a posebno tribološka svojstva.

I. UVOD

Dijamant je jedna od alotropskih modifikacija ugljenika koja zahvaljujući svojoj specifičnoj strukturi ima veliku primenu [1]. Verovatno je najpoznatija primena u izradi nakita ali nalazi primenu i u medicini, kao i u različitim granama industrije za rezanje, brušenje i poliranje [2]. Pored toga, veoma važna primena dijamanata je i u mikroelektromehaničkim sistemima (MEMS), mikroelektronici ali i u drugim oblastima.

Međutim, prirodni dijamanti su retki, skupi, i vrlo često ih nema u željenim veličinama i oblicima, što predstavlja ograničavajući faktor u njihovoj primeni. Iz tog razloga, revolucionarno otkriće su bili sintetički dijamanti, a sredinom prošlog veka je prvi put ostvarena njihova uspešna sinteza. Velika prednost ovih dijamanata je što su znatno jeftiniji od prirodnih. Veštački su simulirani uslovi u kojima se stvaraju dijamanti u prirodi, na velikim dubinama u unutrašnjosti zemlje, pri pritiscima reda gigapaskala i temperaturama preko 1200°C. Na ovaj način, HPHT (high pressure high temperature) metodom, dobijaju se komadi dijamanta slični onima koji se nalaze u prirodi. S druge strane, korišćenjem CVD (chemical vapor deposition) metode dobijaju se dijamantski filmovi kojima mogu da se prekrivaju različite površine, različitih oblika.

Sandra Veljković je master student na studijskom programu Elektronika i mikrosistemi na Katedri za mikroelektroniku, Elektronskog fakulteta, Univerziteta u Nišu, Aleksandra Medvedeva 14, 18000 Niš, Srbija, E-mail: sandra.veljkovic@elfak.rs.

Vojislav V. Mitić je naučni savetnik INT SANU i redovni profesor na Elektronskom fakultetu, Univerziteta u Nišu, E-mail: vmitic.d2480@gmail.com

Vesna Paunović je vanredni profesor na Elektronskom fakultetu, Univerziteta u Nišu, E-mail: vesna.paunovic@elfak.ni.ac.rs

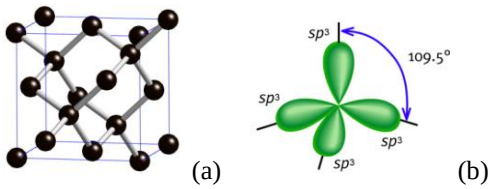
Goran Lazović je vanredni profesor na Mašinskom fakultetu, Univerziteta u Beogradu, E-mail: goran.lazovic@gmail.com

Markus Mohr je student postdoktorskih studija Univerziteta u Ulmu, E-mail: markus.mohr@uni-ulm.de

Hans Fecht je direktor instituta Funkcionalnih nanosistema pri Univerzitetu u Ulmu, E-mail: hans.fecht@uni-ulm.de

II. PRIRODNI DIAMANTI

Karakteristike i svojstva prirodnih dijamanata su rezultat njihove specifične strukture, koja može da se vidi na slici 1a. Ovde je prikazana jedinična ćelija dijamanta gde je svaki atom ugljenika vezan za četri najbliža susedna. Veza se ostvaruje pomoću sp^3 hibridizovanih orbitala, sa uglovima od 109.5° između svih susednih veza (slika 1b). Dijamantska kristalna struktura se može posmatrati kao dve međuprožimajuće površinski centrirane kubne rešetke, pomerene jedna od druge po dijagonali tela za jednu četvrtinu svoje dužine. Pri tome, svaka jedinična ćelija ima osam atoma.



(a) (b)

Slika 1.(a) Krsitalna struktura dijamanta i (b) raspored sp^3-orbitala [1].

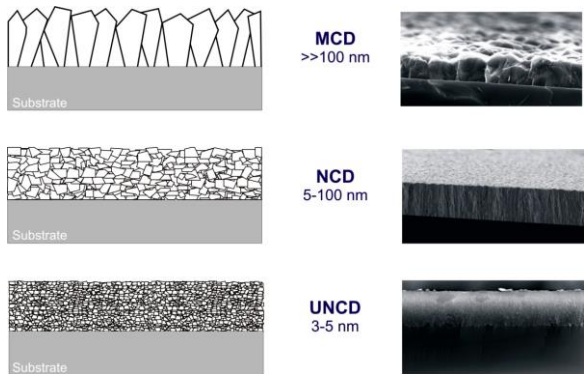
Zahvaljujući ovakvoj strukturi, osim toga što je na Mohsovoj skali najtvrđi materijal sa vrednošću 10, dijamant ima i najveću temperaturu topljenja, 3547°C ali i najnižu molarnu entropiju koja iznosi 2.4 J mol^{-1} K^{-1}. Veoma interesantna su svakako i mehanička svojstva dijamanata. Simetrična tetraedarska struktura i relativno kratke veze između atoma ugljenika doprinose tome da dijamant ima visoku vrednost Jungovog modula elastičnosti - 1050 GPa. Takođe, monokristalni dijamant ima najveću lomnu čvrstoću, oko 2.8 GPa [3], što je znatno više u odnosu na vrednost lomne čvrstoće bilo kog drugog materijala koji se koristi za mikro-mehaničke svrhe.

Dijamanti manjeg kvaliteta se koriste za sečenje, bušenje i poliranje, dok se najveći deo koristi kao drago kamenje [2]. S obzirom da je prirodne dijamante jako teško naći baš u neophodnim veličinama i oblicima, njihova primena je jako komplikovana i zahtevna, pogotovu u industriji i elektronici.

Pre svega, zbog cene i kompleksnije obrade prirodnih dijamanata, nije isplativo koristiti ih za masovnu proizvodnju. Iz tog razloga, veoma značajno otkriće je bila sinteza dijamantata, koja omogućava da se dijamantski slojevi nanose i na raličite materijale ali i na različite oblike.

III. POLIKRISTALNI DIAMANTI

Za formiranje polikristalnih dijamanata koristi se standardni CVD postupak i na taj način se dobijaju mikro-kristalni dijamantski (MCD) filmovi, čija su zrna kristala reda mikrometara. Tako se formiraju filmovi koji su veoma hrapavi i imaju veoma malu otpornost na lom što ipak ograničava njihovu primenu. Daljim razvijanjem i usavršavanjem ove tehnike omogućeno je kontrolisanje veličine zrna. Razvijene su različite forme dijamanata nano-kristalni (nanocrystalline diamond - NCD) i ultra-nano-kristalni (ultra-nanocrystalline diamond - UNCD) dijamantski materijali. Ovi materijali iako imaju različitu strukturu (slika 2) i primenu, imaju znatno bolje karakteristike i u pogledu mehaničke čvrstoće ali i triboliških svojstava u odnosnu na MCD.



Slika 2. Šematski prikaz i SEM fotografije mikrostruktura MCD, NCD i UNCD dijamantskih filmova [1].

Veoma efikasan metod za nanošenje kvalitetnog dijamantskog filma na velike površine je korišćenjem usijanog vlakna za CVD postupak. Postoji nekoliko varijacija ove metode, ali samo su neke komercijalizovane i primenjene za oblaganje alata za mašinsku obradu, sečenje ili površinsku zaštitu.

Zahvaljujući napredku u razvoju CVD tehnike, moguće je da se kontroliše veličina zrna, i to od nekoliko mikrometara do nekoliko nanometara. Međutim, kolika god da je veličina zrna, zrna su razdvojena ne-dijamantskim materijalom kao što su grafit i C-H veze sa sp^2 *i* sp^3 hibridizovanim ugljenikom [1]. Iz tog razloga, bilo koja varijacija veličine zrna kristala može da ima veliki uticaj na ukupnu količinu atoma koji su povezani granicama zrna. Tako se u zavisnosti od mikrostrukture mogu razlikovati svojstva a samim tim i primena.

Za razliku od prirodnog dijamanta koji je odličan električni izolator (specifična električna otpornost 10^{12}-$10^{16}\,\Omega$cm), polikristalni dijamanti su dobri provodnici sa specifičnom eletričnom provodnošću koja varira od 10^{-4} do 300 S/cm [4]. Zbog toga, u literaturi se mogu naći i podaci o intenzivnom istraživanju električne provodnosti polikristalnih dijamanata. Ovi inovativni materijali (dobrih mehaničkih i električnih svojstava) su veoma interesantni za MEMS s obzirom da postoji potreba za primenom MEMS-a kako u osetljivim, tako i u pooštrenim uslovima [5].

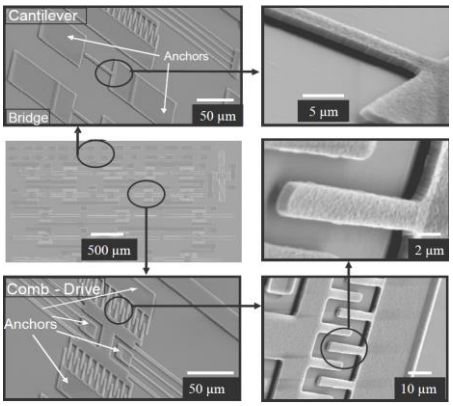
IV. PRIMENA POLIKRISTALNIH DIJAMANATA

S obzirom na dobre karakteristike sintetičkih dijamanata, sve je izraženija njihova primena u MEMS komponentama. Radi se na istraživanju mogućnosti da se primene nanoelektromehaničke strukture (NEMS) u senzorima umesto MEMS komponenata. Postoji mogućnost da se na taj način poveća rezonantna frekvencija a samim tim i osetljivost senzorske strukture. Kako NEMS strukture mogu da budu izrađene od različitih materijala, postoji mogućnost optimizacije pojedinih svojstava kao što su čvrstoća, niska disipacija, kompatibilnost sa radnim okruženjem, lak način proizvodnje i bolja integracija [6].

Posebno su istraživana strukturna svojstva UNCD visoke provodnosti da bi se utvrdilo poreklo električne provodnosti. Pri tim ispitivanjima je uočeno da između zrna dijamantskih kristala postoji znatan iznos nano-grafita. Mehanizam koji dovodi do provodnosti kod UNCD je pripisan efektu granice zrna zbog πsp^2 veza na ovim granicama (π ukazuje na orjentaciju orbitala). Pri tome se uočava veza strukturnih svojstava sp^2 ugljeničnih veza i specifične provodnosti. Tako, na specifičnu provodnost prvenstveno utiču strukturna svojstva granice zrna. Veoma male aktivacione energije (meV) sp^2 hibridizovanih veza ugljenika objašnjavaju provodnost ovih filmova na sobnoj temperaturi.

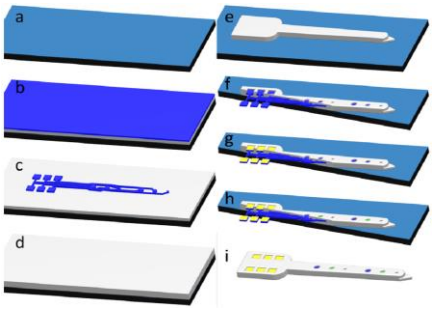
Polikristalni dijamantski materijali su ispitivani za primenu u radiofrekventnim (RF) MEMS rezonatorima [7]. Na slici 3 prikazane su SEM fotografije formiranih polikristalnih dijamantskih struktura.

Takođe, interesovanje za primenu polikristalnih dijamanata u senzorima, (piezootporni, temperaturni, gasni i biosenzori) je povećano zbog njihove jedinstvene kombinacije svojstava [8]. Pored ostalog, hemijski su inertni, otporni na koroziju, imaju fleksibilnu modifikaciju površine, ali, najvažnije od svega je što nisu toksični za upotrebu kod ljudi i životinja.



Slika 3. SEM fotografije formiranih polikristalnih dijamantskih struktura [7].

Na slici 4 prikazan je proces formiranja dijamantskih sondi, kod kojih nedopiran dijamantski sloj (10^7 Ω-cm) služi kao izolator, dok se borom dopiran dijamantski sloj (10^3 Ω-cm) koristi za veze i elektrode.

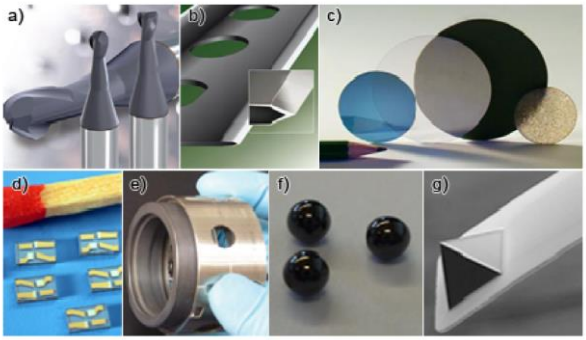


Slika 4. Proces formiranja dijamantskih sondi: (a) Si/SiO_2 supstrat; (b) narastanje nedopiranog i dopiranog dijamantskog sloja; (c) ecovanje dopiranog dijamantskog sloja; (d) narastanje nedopiranog dijamantskog sloja; (e) ecovanje da bi se definisala forma sonde; (f) ecovanje da bi se formirale elektrode; (g) bondiranje; (h) funkcionalizacija; (i) potapanje sonde u HF [8].

Na delu slike 4a predstavljen je Si/SiO_2 supstrat, na delu 4b narastanje nedopiranog i dopiranog dijamantskog sloja, a na delu 4c prikazano je ecovanje dopiranog dijamantskog sloja da bi se definisali spojevi i elektrode. Na delovima slike 4d - 4f dat je prikaz narastanje i ecovanja nedopiranog dijamantskog sloja da bi se definisala forma sonde i formirale elektrode. Bondiranje nanošenjem sloja zlata, funkcionalizacija i potapanje sonde u fluorovodoničnu kiselinu (HF) su prikazani na delovima slike 4g-4i.

Izuzetno je velika upotreba polikristalnih dijamanata u industriji mašinske obrade, a posebno u sečenju, bušenju ili obradi materijala koje je teško obraditi kao što su plastika ojačana ugljeničnim vlaknima, plastične folije sa metalnim aditivima. Na slici 5a je prikazan alat od karbid tungstena presvučen NCD-om, a na slici 5b sečivo za sečenje plastične folije presvučeno NCD-om, što u oba slučaja značajno produžava radni vek alata. Optička i toplotna svojstva mikrokristalnih dijamanata sa krupnim zrnom su pogodna npr. za prozore visokoenergetskih lasera ili za CVD mikrokristalne disipatore toplote sa lemovima i kontaktnim papučicama (slika 5d) [1]. Debeli samostojeći dijamantski diskovi od nekoliko stotina mikrometara mogu biti priozvedeni i mehanički ispolirani da bi se dobile glatke površine (slika 5c).

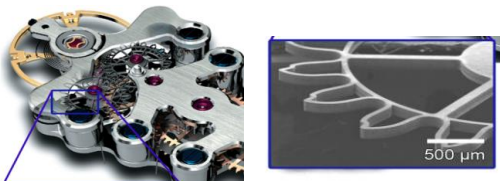
Sa aspekta tribologije naročito je važna visoka otpornost na habanje i nizak koeficijent trenja dijamanata. NCD dijamanti sa originalnim glatkim površinama i visokom mehaničkom stabilnošću su odlični kao površinski zaštitni sloj. Izražena otpornost na udarce i habanje posebno dolazi do izražaja kada se koriste za izradu ležajeva, zaptivki pumpi (slika 5e) ili Si_3N_3 kuglama presvučenim NCD-om za tribološku upotrebu (slika 5f) poboljšavajući im pouzdanost i radni vek. Dalje, precizan rast i mikrofabrikacija NCD-a omogućava strukture u potpunosti sačinjene od dijamanata kao što su AFM (atomic force microscopy) sonde (slika 5g) koje pokazuju performanse uporedive sa standardnim sondama ali sa više od 100 puta sporijim habanjem.



Slika 5: Industrijska primena CVD dijamanata: (a) alat za obradu; (b) sečivo; (c) dijamantski diskovi; (d) CVD mikrokristalni disipatori toplote; (e) NCD zaptivke mehaničkih pumpi; (f) Si_3N_3 kugle presvučene NCD-om;(g) AFM sonda od dijamanta [1].

Kombinacija velike otpornosti na habanje i minimalnog trenja glatkih površina dijamanata je idealna kod izrade mikro-mehaničkih sistema. Posebno zanimljiva i inovativna primena obloga od sintetičkih dijamanata je u proizvodnji mehanizma koji pokreće mehaničke časovnike. Proizvodnja mehaničkih časovnika predstavlja jednu od retkih tradicionalnih proizvodnja nasuprot sve široj automatizaciji i masovnoj proizvodnji, koje su sve prisutnije. Međutim, tradicionalni materijali u konvencionalnoj proizvodnji, kao što su čelik, nikl i rubin, mogli bi biti zamenjeni silicijumom i sintetičkim dijamantima. Cilj proizvođača časovnika je pogonski mehanizam bez podmazivanja, što objašnjava potražnju za materijalima izuzetnih triboloških svojstava.

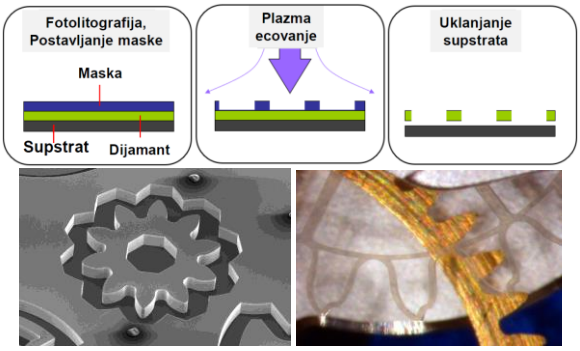
Prvi pristup korišćenju dijamanata u mehaničkim satovima viđen je 2005. godine u satu Ulysse Nardin Freak Diamond Heart [1] od kojih je proizvedeno samo 99 u ograničenoj seriji (slika 6).



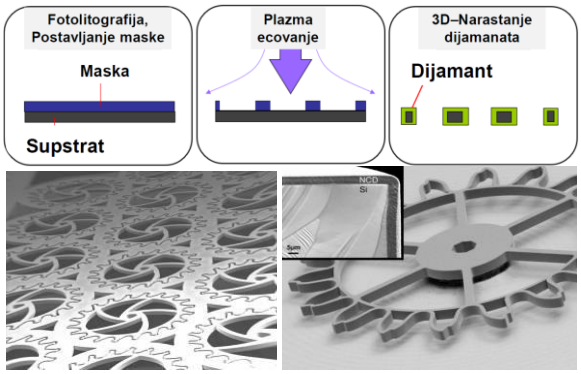
Slika 6. Mehanizam časovnika napravljen korišćenjem točkića od sintetičkih dijamanata [1].

Pri izradi neophodnih delova, mikrokomponenti za ove sisteme mogu se koristiti principi „Top-Down“ i „Bottom-up“, koji su prikazani na slikama 7 i 8, respektivno.

Takođe, dijamanti imaju veliku primenu i pri istraživanju u oblasti medicine (slika 9). Mogu se koristiti pri narastanju ćelija, prekrivanju medicinskih implantanata dijamantskim oblogama ili formiranju površina sa različitim adhezionim svojstvima.

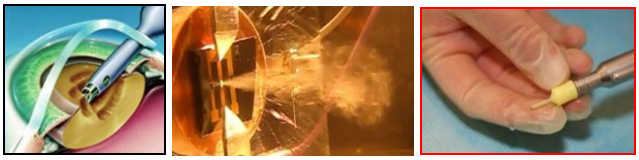


Slika 7. Princip „Top-Down“ pri izradi mikrokomponenti [9].



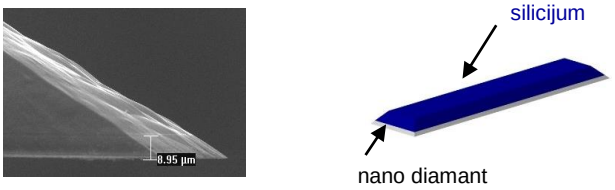
Slika 8. Princip „Bottom-up“ pri izradi mikrokomponenti [9].

Pored navedenih primena, sve je češće korišćenje dijamanata i u oblasti hirurgije, posebno mikrohirurgije, gde se zahteva izuzetna preciznost. Važna je primena u oblasti maksiofacijalne hirurgije, oftamološke hirurgije, neurohrurgije…



Slika 9. Primena pri istraživanju u oblasti medicine [10].

Za primene u oblasti mikrohirurgije posebno je važno da oštrica sečiva bude izuzetno tanka tako da se hiruški rezovi mogu izvoditi sa gotovo neverovatnom preciznošću (slika 10)



Slika 10. Sečiva sa dijamantskim oblogama koja se koriste u mikrohirurgiji [10].

V. ZAKLJUČAK

Izuzetna električna, termička, mehanička kao i tribološka svojstva polikristalnih dijamanata omogućavaju njihovu veliku primenu kako u industriji i medicini, tako i u mnogim drugim oblastima. Posebno je važna primena u mikroelektronici i mikroelektromehaničkim sistemima za senzore i sonde. Kako bi se dalje usavršavala i razvijala primena, a prednosti maksimalno iskoristile, treba se upoznati sa specifičnim karakteristikama polikristalnih dijamanata.

ZAHVALNICA

Ova istraživanja predstavljaju deo rezultata projekta OI 172057 finansiranog od strane Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije.

Takođe, rad je realizovan u okviru saradnje sa Institutom funkcionalnih nanosistema, Univerziteta u Ulmu, u Nemačkoj.

LITERATURA

[1] Matthias Wiora, "Characterization of nanocrystalline diamond coatings for micro-mechanical applications", dissertation, University Ulm, 2013

[2] J. Asmussen and D.K. Reinhard, "Diamond Films Handbook", CRC Press, 2002.

[3] J.E. Field, "Properties of natural and synthetic diamond", Academic Press: London, 1992.

[4] M. Mertens, I.-N. Lin, D. Manoharan, A. Moeinian, K. Brühne, and H. J. Fecht, "Structural properties of highly conductive ultra-nanocrystalline diamond films grown by hot-filament CVD", AIP Advances, vol. 7, arct. no. 015312, 2017.

[5] H.-J. Fecht, K. Br¨uhne, and P. Gluche, "Carbon-Based Nanomaterials and Hybrid Synthesis, Properties, and Commercial Applications", Pan Stanford, Singapore, 2014.

[6] L. Sekaric, J. M. Parpia, and H. G. Craighead, "Nanomechanical resonant structures in nanocrystalline diamond", Applied Physics Letters, vol. 81, no. 23, pp. 4455-4457, 2002.

[7] Nelson Sepúlveda-Alancastro, Dissertation: Polycrystalline diamond RF MEMS resonator technology and characterization, Michigan State University, 2005

[8] M. W. Varney, D. M. Aslam, A. Janoudi, H.Y Chan, D. H. Wang, Polycrystalline-Diamond MEMS Biosensors Including Neural Microelectrode-Arrays, Biosensors 2011, 1(3), 118-133

[9] S.O. Kucheyev, J. Biener, J.W. Tringe, Y.M. Wang, P.B. Mirkarimi, T. Van Buuren, S.L. Baker, A.V. Hamza, K. Brühne and H.-J. Fecht, "Ultrathick, low-stress nanostructured diamond films", Applied Physics Letters, 86 (22) pp. 1-3, 2005.

[10] M.Mertens et al. “Patterned hydrophobic and hydrophilic surfaces of ultra-smooth nanocrystalline diamond layers” Applied Surface Science, vol. 390, pp. 526-530, 2016.

Realizacija RGB LED muzičke trake

Luka Spahić

Sadržaj – U ovom radu predstavljena je primena operacionih pojačavača kao pojačavača, aktivnih filtara i komparatora. Takođe, tu je i konverzija zvuka u električni signal pomoću mikrofona. Svrha rada jeste da na zanimljiv način predstavi praktičnu primenu aktivnih filtra i pojačavača u analognoj elektronici.

I. UVOD

RGB LED muzička traka jeste analogni uređaj namenjen za muzičku zabavu. Ono što je jedinstveno jeste to što u zavisnosti od trenutne frekvencije zvuka *RGB LED* traka će prikazivati određenu boju i njen intenzitet. Pa tako, za *Bass* (do 300 Hz), *Midrange* (300 Hz – 5 kHz) i *High-End* (>5 kHz) biće prikazane crvena, plava i zelena boja, redom. Zbog takvog svetlosnog efekta, posmatrač ima vizelni osećaj da LE diode "igraju" u ritmu muzike, odnosno zvuka. Ovde je takođe, iskorišćeno preklapanje prenosnih karakteristika filtra. Osim striktno crvene, plave i zelene možemo uočiti i ostale nijanse boja koje nastaju mešanjem prethodne tri. Uređaj poseduje i tri trimera koja služe za regulaciju intenziteta svetlosti posebno za crvenu, zelenu i plavu. Tako da možemo podesiti da uređaj ima odziv na samo jednu, dve ili tri boje. Konverzija iz zvuka u električni signal (audio signal) izvršava se pomoću transdusera, odnosno mikrofona.

Na slici 1 prikazan je uređaj sa kućištem, *LED* trakom i adapterom od 12 V, 1 A. Na gornjoj strani kućišta nalazi se otvor za mikrofonsku kapsulu, a sa desne strane otvori za *LED RGB* traku i kabl za napajanje. Sa leve strane nalaze se trimeri za podešavanje odziva *LED RGB* trake.

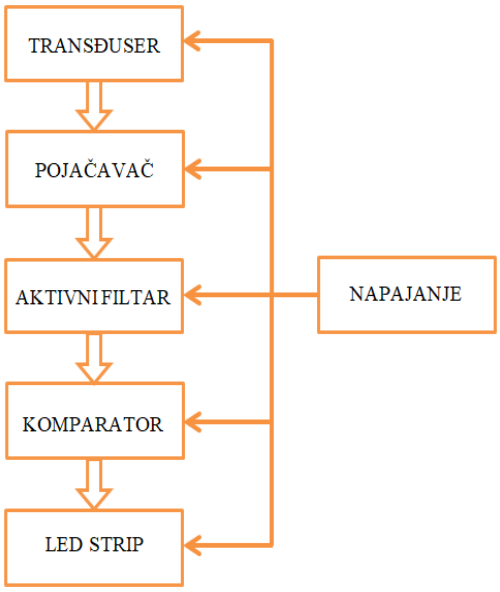


Slika 1. *RGB LED* muzička traka.

Luka Spahić, student IV godine osnovnih akademskih studija na Elektronskom fakultetu, Univerzitet u Nišu, smer Elektronske komponente i mikrosistemi, Aleksandra Medvedeva 14, 18000 Niš, Srbija, E-mail: luka.spahic@gmail.com

II. PRINCIP RADA

Uređaj jeste osmišljen tako da se sastoji iz šest funkcionalnih celina (blokova (slika 2)).



Slika 2. Blok dijagram uređaja *RGB LED* muzičke trake.

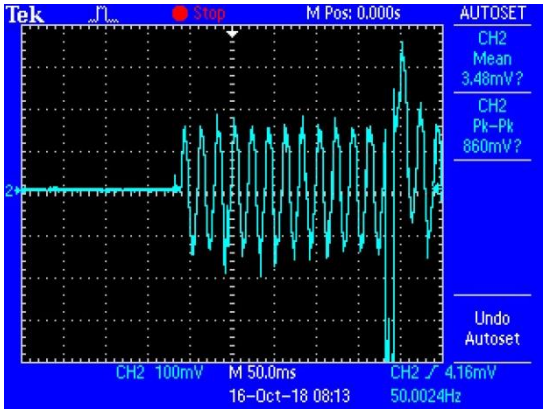
Prvi blok, transđuser, jeste mikrofonska kapsula [4] (PMOF-9745P-42UQ) koja ima ulogu da pretvori zvuk (mehaničke oscilacije čestica u vazduhu) u električni signal (slika 3). Mikrofon je električno povezan prema preporuci proizvođača, gde je napon napajanja 3 V preuzet sa stabilizatorske zener diode (TZX3V0). Vrednost *pull-up* otpornika je 2.2 kΩ, a kapacitivnosti 1 μF (slika 6). Dalje, pošto je električni signal sa mikrofona male amplitude, od 20 mV do 100 mV, treba ga pojačati. Stoga se električni signal vodi na naredni blok.

Pojačavački blok je realizovan pomoću operacionog pojačavača [1] u konfiguraciji "Neinvertujući pojačavač" (slika 4a). Da bi se postiglo odgovarajuće pojačanje *A*, vrednosti otpornika R_4 i R_5 (slika 6) se dobijaju na osnovu izraza za pojačanje:

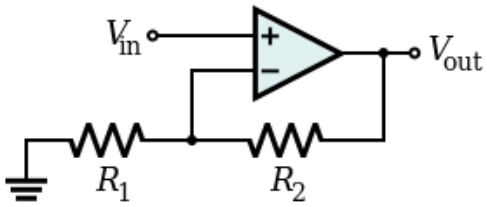
$$A = 1 + \frac{R2}{R1}; \quad (1)$$

Kao osnova za izradu ovog projekta korišćeno je integrisano kolo LM2902N [3], koje se sastoji od četiri operacionih pojačavača, a raspored pinova prikazan je na slici 4b. Pošto se navedeno IC napaja jednostrano (*Single*

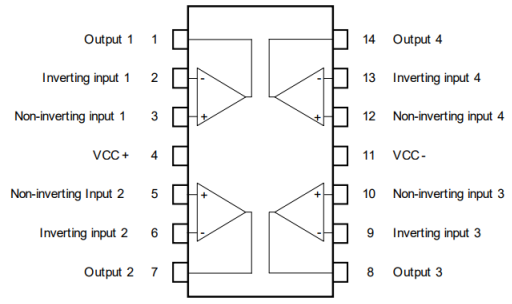
power supply, VCC+ = 12 V i VCC- = GND), zbog toga će na izlazu pojačavačkog bloka negativni deo napona električnog signala biti odsečen. Pozitivni deo signala biće identičan i pojačan. Odsecanje negativnog dela ne remeti rad samog uređaja, već i dodatno umanjuje broj komponenata (nema posebnog kola koje će snabdevati operacioni pojačavač negativnim naponom, *dual power supply*).



Slika 3. Električni signal sa mikrofona.



(a)

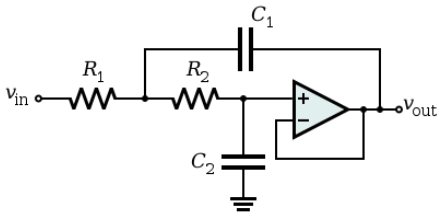


(b)

Slika 4. Neinvertujuća konfiguracija [10] (a), raspored pinova integrisanog kola LM2902N [3] (b).

Električni signal, odnosno audio signal sadrži frekvencije u opsegu od 20 Hz do 20 kHz. Opseg frekvencija do 300 Hz predstavlja opseg *Bass*-a, opseg od 300 Hz do 5 kHz jeste *Midrange* i opseg veći od 5 kHz naziva se *High-End*. Da bi uspešno razdvojili ove opsege frekvencija potrebno je koristiti filtre. Klasični pasivni RC filtri nisu dobri za ovakvu primenu jer unose šum i dodatno oslabljuju audio signal. Takođe, ostale komponente (njihove impedanse) na izlazu pasivnog filtra utiču na sam rad i karakteristike filtra.

Kod aktivnih filtra (slika 5) operacioni pojačavač sprečava uticaj ostatka kola na sam filtar. Oblik odziva [11] (Q faktor) i podešavanje frekvencije može biti postignuto korišćenjem jeftinih pasivnih komponenti. Propušteni signal može biti pojačan u zavisnosti od konfiguracije operacionog pojačavača (neinvertujuća ili *buffer* konfiguracija.)

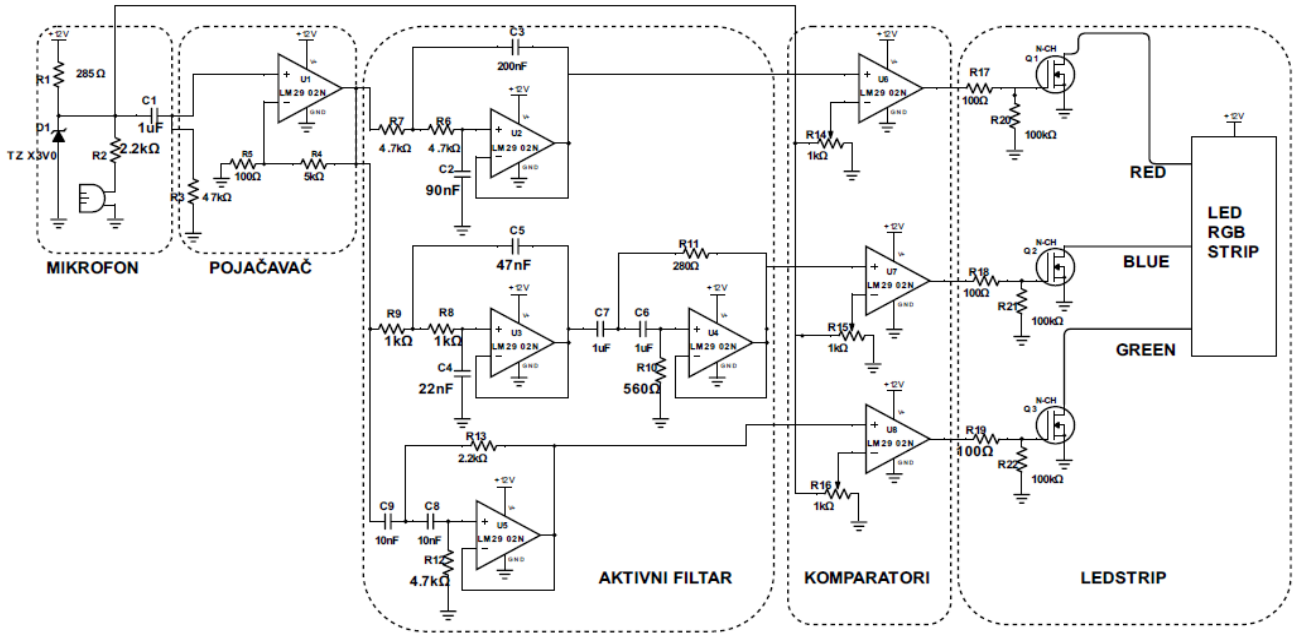


Slika 5. *Butterworth*-ov niskopropusni filtar u *Sallen-Key* topologiji sa jediničnim pojačanjem [9].

Blok – Aktivni filtar se sastoji od više *Butterworth*-ovih filtra II reda (*High pass*, *Low pass i Band pass*) u *Sallen-Key* topologiji sa jediničnim pojačanjem. Na ulaz svih filtara se dovodi pojačan audio signal. U zavisnosti od opsega frekvencije i propusnog opsega filtra, deo signala će neometano proći kroz određeni filtar i pojavti na izlazu, a zatim sprovesti na naredni blok. Ostatak signala na ostalim frekvencijama koje ne pripadaju projektovanom propusnom opsegu biće značajno oslabljen.

Blok – Komparator sadrži operacione pojačavače koji vrše funkciju komparatora. Na primer, ukoliko je amplituda signala dovedena na neivertujući pin pojačavača manja od amplitude napona na invertujućem pinu, onda operacioni pojačavač na izlazu daje minimalnu vrednost napona napajanja (u ovom slučaju 0 V). Obrnuto, kada je amplituda signala na neinverujućem pinu veća od amplitude napona na invertujućem, onda operacioni pojačavač na izlazu daje maksimalnu vrednost napona napajanja (u ovom slučaju +12 V). Vrednost amplitude na invertujućem pinu određuje se pomoću trimera (Slika 6, blok komparatori). Zahvaljujući tome na izlazu možemo menjati intenzitet crvene, plave ili zelene boje.

RGB LED strip je fleksibilna traka koja se sastoji od površinskih montiranih svetlosnih dioda (*SMD LED*) i drugih komponenti, a obično su to *SMD* otpornici odgovarajućih otpornosti. Traka ima četiri ulaza: napajanje, crveni, plavi i zeleni ulaz. Da bi odgovarajuća boja zasvetlela potrebno je na ulaz napajanja dovesti napon +12 V, a ulaz odgovarajuće boje sprovesti na masu. Treba imati na umu da jedno *SMD* kućište *RGB* diode troši struju od 20 mA. U našem slučaju, gde imamo četrdeset osam *SMD* kućišta *RGB* dioda, maksimalna potrošnja struje biće 960 mA, odnosno maksimalna discipacija je 11.52 W. Da bi se omogućilo uključenje odgovarajuće diode, svaki priključak crvene, plave i zelene boje sproveden je na drejn tranzistora IRF530N (*Power MOSFET*) [5], a napon napajanja na +12 V.



Slika 6. Električna šema uređaja.

Sors pojedinačnih tranzistora je vezan na masu, a gejt svakog posebnog tranzistora vezan je na izlaz komparatora za svaku boju posebno. Radna tačaka *PowerMOSFET*-a se nalazi u triodnoj oblasti, što znači da će tranzistor raditi kao prekidač. Pri naponu na gejtu od 12 V kroz tranzistor će proteći struja drejna koja će biti jednaka struji kroz *LED* traku. Vrednost jačine struje će zavisiti od broja dioda koje u trenutku zasvetle.

Blok za napajanje zapravo predstavlja *AC/DC* adapter koji na svom izlazu daje napon 12 V i maksimalnu struju od 1 A. Praktično gledano, uređaj najvišu potrošnju dostiže prilikom svetlucanja *RGB LED* trake. Kada *RGB LED* trake ne svetle ukupna struja koju uređaj troši je 33 mA.

III. PROJEKTOVANJE AKTIVNIH FILTARA

Kada želimo da projektujemo aktivni filtar za određen opseg frekvencija, parametar koji je bitan kod odabira operacionog pojačavača jeste opseg frekvencija koji on podržava. U našem slučaju, pošto je opseg signala od 20Hz do 20kHz, IC LM2902N zadovoljava traženu karakteristiku. U ovom radu korišćen je *Butterworth*-ov filtar II reda [2]. Kao i svi filtri, tipičan prototip je *low-pass* filtar koji se može modifikovati u *high-pass*, ili da bude postavljen na red sa drugim filtrima kako bi formirali *band-pass* ili *band-stop* filtar. Formula pojačanja [7] (2) *low-pass Buttherworth*–ovog filtra *n*-tog reda izražena preko funkcije prenosa *H(jω)*:

$$G^2(\omega) = |H(j\omega)|^2 = \frac{{G_0}^2}{1+\left(\frac{j\omega}{j\omega_c}\right)^{2n}} \qquad (2)$$

gde je:

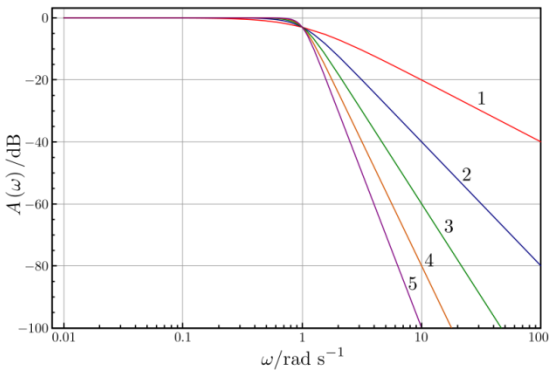
n – red filtra,
ω_c – granična frekvencija,
G_0 – DC pojačanje;

Može se primetiti da kada $n \to \infty$, funkcija prenosa dobija pravougaonasti oblik, a frekvencije iznad ω_c biće potisnute. Za manje vrednosti broja *n*, funkcija će imati blaži nagib. Na slici 7 predstavljena je funkcija prenosa *low-pass* filtra gde je $n = 1...5$, sa graničnom frekvencijom $\omega_0=1$ rad/s. U zavisnosti od reda filtra strmina opada 20*n* dB/dekadi, gde je *n* red filtra. U projektu su primenjeni filtri drugog reda. Prvo što je projektovano jeste filtar za frekvencije do 300 Hz (*low-pass*).

$$fc = \frac{1}{2\pi RC}; \qquad (3)$$

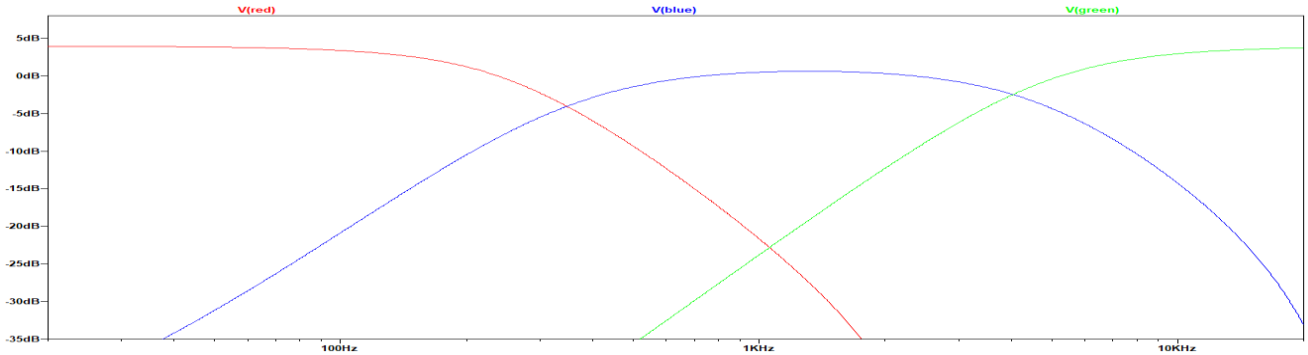
Na osnovu nasumično izabrane vrednosti otpornika $R_5=R_6=R$, izračunava se kapacitivnost C po formuli (3). Vrednost kapacitivnosti $C_3=1.414\times C$, a $C_4=0.707\times C$. Za *high-pass* filtar (f >5 kHz), vrednosti kapacitivnosti se uzimaju nasumično $C_9=C_8=C$, pa prema (3) nalazimo R.

Otpornici se onda računaju: $R_{12}=1.414\times R$ $R_{13}=0.707\times R$. Najzad, *band-pass* filtar koji se sastoji od redno vezanih *low-pass* i *high-pass* filtra se isto projektuju kao i prethodi, samo što je sada f_c *low-pass* filtra maksimalna frekvencija opsega, a f_c *high-pass* filtra minimalna frekvencija opsega. Q faktor *band-pass* filtra je manji od 0.5 što govori da ivice prenosne funkcije nisu strme već blage. Veća strmina se postiže višim redom filtra.

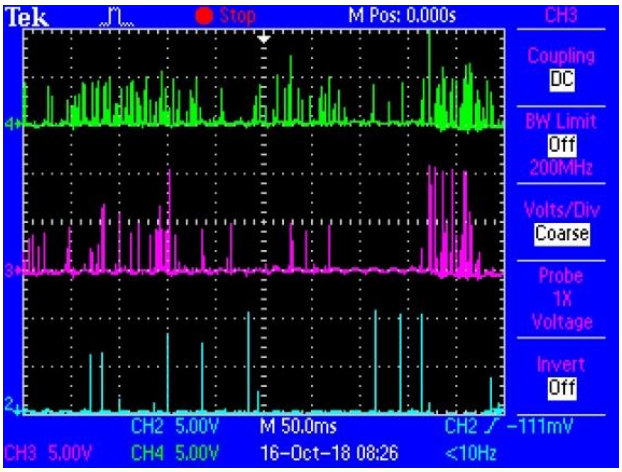


Slika 7. Funkcija prenosa pojačanja u funkciji frekvencije.

Nakon projektovanja obavljena je simulacija u programu *LTspice* [8]. Slika 8 prikazuje prenosnu karakteristiku svakog od filtra. Određivanje i provera granične frekvencije očitavana je sa grafika, kao ona frekvencija na kojoj snaga signala opadne na 0.707 (na 70.7%) od svoje maksimalne vrednosti, odnosno za -3dB (20log(0.707)) po dekadi. Zbog presecanja prenosnih karakteristika filtara, u nekim vremenskim intervalima može doći do preklapanja odziva dva ili sva tri komparatora koji će istovremeno paliti dve ili sve tri diode (slika 9). Zbog ovog efekta posmatrač ima utisak o tome da vidi više različitih nijansi boja, pa čak i njihovo mešanje.



Slika 8. Prenosna karakteristika filtara *low pass, band pass* i *high-pass.*



Slika 9. Trenutni odziv komparatora na pesmu „*The Bangles-Walk like an Egyptian*“ (zelena, crvena i plava boja, redom).

IV. Zaključak

Ovim radom je pokazano projektovanje aktivnih filtara i direktna primena operacionih pojačavača u analognoj elektronici. Izrada rada je doprinela unapređenju mog znanja iz analogne elektronike, a i pokazala konkretnu primenu aktivnih filtara. Zamisao je bila da primenim do sada naučenu teoriju iz oblasti analogne eletronike i dela oblasti telekomunikacija za izradu i projektovanje uređaja kao što je *RGB LED* muzičke trake.

Zahvalnica

Autor se zahvaljuje doc. dr Danković Danijelu na ustupanju laboratorije i njegovoj nesebičnoj pomoći pri izradi uređaja.

Literatura

[1] Prof. Vančo B. Litovski, „Osnovi elektronike“, Beograd, 2006.
[2] Danijel Danković, „Praktikum za laboratorijske vežbe iz predmeta „Komponente za telekomunikacije“, Niš 2017.
[3] Dokumentacija za IC LM2902N: https://www.st.com/resource/en/datasheet/lm2902.pdf
[4] Dokumentacija za mikrofonsku kapsulu: https://www.schukat.com/schukat/pdf.nsf/index/AFF530A633703DCFC1257266003B09C2/$file/PMOF-9745P-42UQ.pdf
[5] Dokumentacija za *PowerMOSFET*: https://www.infineon.com/dgdl/irf530n.pdf?fileId=5546d462533600a4015355e380521998
[6] Dokumentacija za Zener diodu: http://pdf.datasheetcatalog.com/datasheets/70/303148_DS.pdf
[7] Dodatno i kompletno matematičko izvođenje za aktivne filtre:http://cas.ee.ic.ac.uk/people/dario/files/E22/L7-Active%20Filters.pdf
[8] https://www.analog.com/en/design-center/design-tools-and-calculators/ltspice-simulator.html
[9] https://en.wikipedia.org/wiki/Sallen–Key_topology

[10] https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/4/44/Op-Amp_Non-Inverting_Amplifier.svg/2000px-Op-Amp_Non-Inverting_Amplifier.svg.png

[11] https://www.electronics-tutorials.ws/filter/filter_7.html

Preciznost korišćenja GPS uređaja pri aktivnostima u planini

Pavle Ranđelović

Sadržaj – U radu je proveravana preciznost korišćenja GPS prijemnika na uređajima Samsung J7-2016 i Garmin Venture HC-2012 na planinarskoj ruti. Analizirani su sledeći parametri: dužina puta, geografska širina i dužina i nadmorska visina. Statističkom i grafičkom analizom izveden je zaključak da uređaji nisu zabeležili jednake putanje, te da na preciznost GPS uređaja bitno utiču brzina kretanja, kvalitet signala, merenje u mračnim i manje pristupačnim prostorima, senke. Pri korišćenju GPS uređaja za praćenje putanje treba biti jako pažljiv jer se može desiti da isti nije precizno ucrtan upravo zbog pojave neželjenih dejstava opisanih u radu, pa se slepo korišćenje GPX fajlova ne preporučuje bez dodatnih saveta ili bez pratnje iskusnijeg planinara ili vodiča.

I. UVOD

Globalni pozicioni sistem - GPS (en. Global Positioning System) trenutno je jedini potpuno funkcionalni satelitski navigacioni sistem svima dostupan. GPS ima veliku primenu kao globalni servis u svim komercijalnim, bezbedonosnim i naučnim namenama. Savremeni GPS se sastoji od tri glavna segmenta - kosmičkog (SS), komandnog (CS) i korisničkog (US). Sateliti emituju signale iz svemira, a svaki GPS prijemnik koristi ove signale za izračunavanje svog položaja u prostoru. Prijemni uređaj GPS-a proračunava svoju poziciju na osnovu dobijenih signala precizno izmerenog vremena, poslatog od većeg broja GPS satelita, sa velike visine iznad zemlje. Svaki satelit ponaosob emituje poruke koje uključuju vreme slanja poruke (signala) i njegovu poziciju u vreme prenosa poruke.

Planinarenje je sport bez takmičarskog značaja kome se priključuje sve više ljudi iz svih krajeva sveta. Osnova sporta je osvajanje vrhova kolskim, šumskim i stenovitim stazama. U razvoju aktivnih turističkih obilazaka planinarenje predstavlja nezaobilazan deo. U odsustvu lokalnog ili stručnog vodiča planinari posežu za GPS uređajima u pomoć prateći putanju koja je ranije snimljen.

II. CILJ RADA

Cilj rada je utvrđivanje postojanja razlike pri pozicioniranju prijemnika u mobilnom uređaju (GPS, A-GPS, GLONASS) i u uređaju specijalizovanom za "outdoor" aktivnosti (NMEA) kako bi se pokazao stepen poverenja u neki od uređaja pri praćenju nepoznate putanje od strane planinara.

Pavle Ranđelović, Katedra za Računarstvo i informatiku, Elektronski fakultet u Nišu, Univerzitet u Nišu, Aleksandra Medvedeva 14, 18000 Niš, Srbija, E-mail: pavle@randjelovic.in.rs

III. MATERIJAL I METOD

Za pozicioniranje i izradu fajla koji u sebi sadrži podatke koje su analizirani (ukupna pređena dužina puta i ukupna promena nadmorske visine) korišćeni su mobilni uređaj "Samsung J7-2016" (prijemnik tačnosti ±10m) i uređaj "Garmin Venture HC-2012" (prijemnik tačnosti ±15m). Fajlovi su snimani istovremeno na istoj stazi na Suvoj planini. Mereni su sledeći podaci: geografska širina, geografska dužina, nadmorska visina (elevacija), pređeni put i brzina. U radu su upoređena oba fajla u celini, kao i deonice po grebenu (deonica Sokolov kamen - Trem), po šumi (deonica Devojački grob - Kraljev put, Ljubina česma), po stenovito-šumskom terenu (Francova staza) i u urbanoj sredini (Gornja Studena, okrentica – planinska kuća kod izvorišta). Za analiziranje GPX datoteka korišćen je program GPS Visualizer, a za statističku obradu podataka programski paket SPSS for Windows v16.0.

IV. REZULTATI

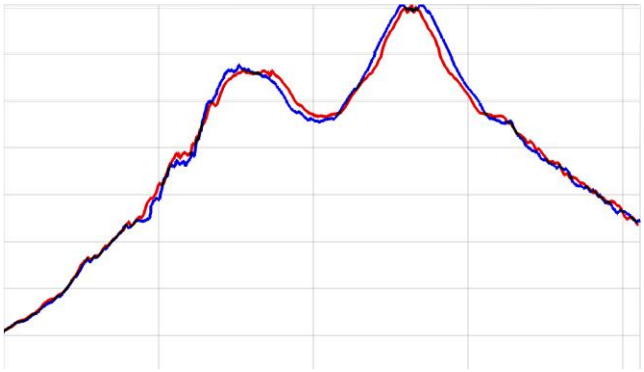
Kako su za sigurnost i pravilno pozicioniranje planinara od svih merenih podataka najvažniji nadmorska visina, pređeni put i trenutna lokacija, pristupilo se obradi samo ovih podataka.

Poređenje nadmorske visine vršeno je pomoću dijagrama izvezenog iz GPX datoteka sa oba uređaja (Slika 1.), kao i statističkom metodom (Tabela I).

TABELA I
PROSEČNE VREDNOSTI I MEDIJANE ELEVACIJE

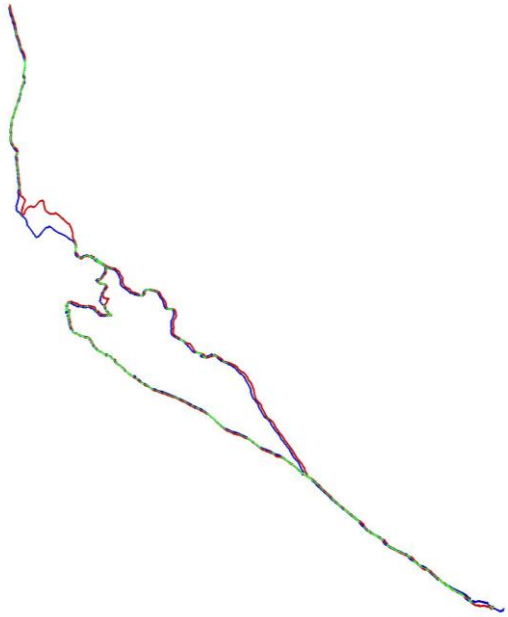
Uređaj	Prosečna elevacija	SD	Medijana
Garmin Venture HC-2012	1309,987	324,04	1352,9
Samsung J7-2016	1196,688	361,028	1311,45

Kolmogorov-Smirnov testom utvrđeno je da među ovim varijablama ne postoji normalna raspodela. Neparametarskim testom za dve nezavisne promenljive (Mann-Whitney test) utvrđeno je da postoji ogromna razlika sa nivoom značajnosti od $p<0.001$, pa sa 99,9% sigurnosti možemo da tvrdimo da uređaji nisu pokazali iste vrednosti.



Slika 1. Razlika u snimljenim elevacijama dva uređaja. Plavom bojom obeležena je putanja snimljena uređajem Garmin Venture HC-2012, a crvenom uređajem Samsung J7-2016.

Poređenje pređenog puta vršeno je pomoću dijagrama izvezenog iz GPX datoteka sa oba uređaja, kao i statističkom metodom.



Slika 2. Mapa snimljenog puta. Plavom bojom obeležena je putanja snimljena uređajem Garmin Venture HC-2012, a crvenom uređajem Samsung J7-2016. Zelenom bojom označeno je preklapanje puteva.

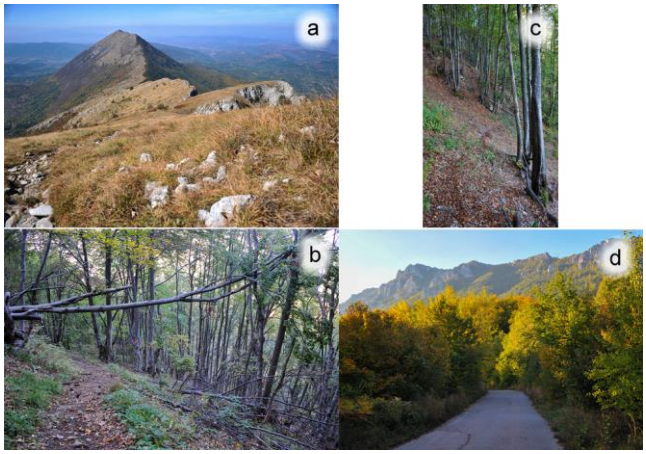
U tabeli II prikazani su dobijeni rezultati za dužinu putanjaa. Iz dobijenih rezultata zaključuje se da je prosečna razlika po kilometru svega 0,5%, što ne predstavlja značajno odstupanje.

TABELA II
DUŽINA PUTANJA U ZAVISNOSTI OD UREĐAJA

Uređaj	Dužina putanja
Garmin Venture HC-2012	20566 m
Samsung J7-2016	20470 m

Put je podeljen na četiri deonice:

1. grebenska (izlazak sa Francove staze – Sokolov kamen - Trem),
2. šumska (Devojački grob – Ljubina česma)
3. stenovito-šumska (Francova staza)
4. urbana (planinska kuća kod izvorišta „Studena“ – okretnica u selu Gornja Studena).



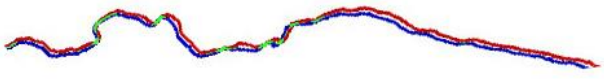
Slika 3. Fotografije sa opisanih deonica (a) grebenska, (b) šumska, (c) stenovito-šumska, (d) urbana.

Grebenska deonica prati sam greben Suve planine na potezu od izlaska sa Francove staze do Trema, preko Sokolovog kamena i Devojačkog groba. Deonica je karakteristična po tome što na njoj ne postoje nikakve prirodne ni fizičke prepreke (Slika 3a), a u blizini Sokolovog kamena nalazi se repetitor za mobilnu telefoniju. Na ovoj deonici ne postoje značajna odstupanja u pogledu merenih podataka.



Slika 4. Mapa snimljenog puta na grebenskoj deonici. Plavom bojom obeležena je putanja snimljena uređajem Garmin Venture HC-2012, a crvenom uređajem Samsung J7-2016. Zelenom bojom označeno je preklapanje puteva.

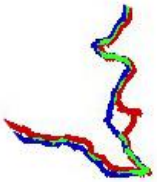
Šumska deonica nalazi se između presedline Devojački grob i Ljubine česme. Ovo je deonica gde staza ide kroz šumu (Slika 3b), i primetno je da se putanje bitno razlikuju, iako je staza širine gotovo 0,5m i nema mesta za realna odstupanja.



Slika 5. Mapa snimljene putanje na šumskoj deonici. Plavom bojom obeležena je putanja snimljena uređajem Garmin Venture HC-2012, a crvenom uređajem Samsung J7-2016. Zelenom bojom označeno je preklapanje puteva.

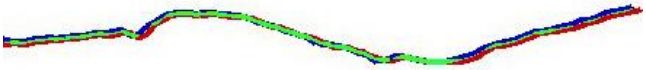
Stenovito-šumska deonica nalazi se između početka ski-staze na Bojaninim vodama i grebena Suve planine. Stazu karakterišu strmi usponi, konstantno malo svetlosti što je posledica gustog drveća na celoj stazi i stenovita završnica gde se planinar probija kroz klance između stena

visokih po nekoliko metara (Slika 3c). Primetno je veliko odstupanje, pogotovo u središnjem delu segmenta gde se prelazi preko zapuštene ski-staze, gde je signal na oba uređaja jako slab.



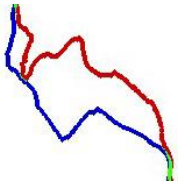
Slika 6. Mapa snimljenog puta na stenovito-šumskoj deonici. Plavom bojom obeležena je putanja snimljena uređajem Garmin Venture HC-2012, a crvenom uređajem Samsung J7-2016. Zelenom bojom označeno je preklapanje puteva.

Urbana deonica nalazi se između planinske vikend kuće kod izvorišta „Studena“ i autobuske okretnice u selu Gornja Studena (Fig 3d). Put je asfaltni, širok, lako dostupan. Ovde nije primećeno nikakvo značajno odstupanje u izmerenim veličinama.



Slika 7. Mapa snimljenog putanja na urbanoj deonici. Plavom bojom obeležena je putanja snimljen uređajem Garmin Venture HC-2012, a crveni uređajem Samsung J7-2016. Zelenom bojom označeno je preklapanje puteva.

Nekategorisana deonica na Slika 8 predstavlja deo puta između planinarskog doma na Bojaninim vodama i planinske kuće kod izvorišta „Studena“. Uređaj Garmin Venture HC-2012 je na putanju opisao realno kretanje planinara, dok je Samsung J7-2016 opisao putanju koja se apsolutno slaže sa pešačkom rutom na ovom delu Suve planine koja je preporučena od strane Google Maps-a. Razlog za ovaj fenomen je jako slab signal na ovom delu terena, gde je softver korišćen na ovom uređaju pretpostavio kretanje od početne do krajnje tačke i opisao ga po asfaltnom putu, a to nije bio pravac kretanja planinara.



Slika 8. Mapa snimljenog puta na nekategorisanoj deonici. Plavom bojom obeležen je put snimljen uređajem Garmin Venture HC-2012, a crvenom uređajem Samsung J7-2016. Zelenom bojom označeno je preklapanje puteva.

IV. Diskusija

Na osnovu rezultata dobijenih u istraživanju pokazuju se izvanredna odstupanja u nadmorskoj visini na velikom delu putanja. Ukoliko se kao referentne vrednosti uzmu podaci Vojnogeografskoj instituta SR Srbije iz 1970. godine, izmerena visina vrhova na grebenskom delu je: Sokolov kamen 1523m, Trem 1810m [1] , dok su rezultati dobijeni u istraživanju: Sokolov kamen 1523m, 1521m i Trem 1807m, 1815m, za Samsung J7-2016 i Garmin Venture HC-2012, respektivno. Međutim, za podatke merene u delovima puta kada se prijemnik nalazio u zatamnjenom prostoru, ili između stenskih useka, ni jedan od podataka nema visok stepen tačnosti. Ovo je direktna posledica tzv. „višestaznog signala“ [2].

U delu puta na nekategorisanoj deonici javlja se pojava „pogađanja“ pređene putanje između početne i krajnje tačke na osnovu statistike korisnika aplikacije Strava koja je korišćena na uređaju Samsung J7-2016. Moguća pojava u slučaju slabog signala jeste i geometrijsko rešavanje problema od strane aplikacije, pa se tako koriste algoritmi uparivanja GPS tačaka sa najbližim poznatim čvorom, izračunavanja perpendikularne udaljenosti, preskakanja luka u procesu usklađivanja i sl. [3][4]

V. Zaključak

Kod korišćenja GPS uređaja za civilnu upotrebu ne treba se oslanjati na preveliku preciznost u radu. Urbani kanjoni, zatvorene prostorije, nepristupačna mesta, kretanje brzinama manjim od 1 km/h, nedostatak kvalitetnog signala predstavljaju problem za lociranje. Svi ovi faktori direktno su povezani sa korišćenjem GPS uređaja na planinarskim aktivnostima. Ne treba biti preterano siguran u rute koje je neko od korisnika podelio na internetu i sl. upravo zbog rizika da isti nije snimljen dovoljno detaljno, i sa greškama u ruti. Rešenje ovog problema je svakako poboljšanje infrastrukture globalnog pozicionog sistema.

Zahvalnica

Zahvaljujem se na srdačnoj pomoći pri izradi ovog rada dr Dejanu Miliću i mr Predragu Eferici, sa katedre za telekomunikacije Elektronskog fakulteta u Nišu.

Literatura

[1] “Bela Palanka 3, karta 1:50 000”, Vojnogeografski institut, 1970.
[2] Ercenk Ata, „Signal Multipath in High Precision GPS Surveys“, Technical Gazette 21, 4(2014), 707-713
[3] White, C.E., D. Bernstein, A.L. Kornhauser "Some Map-Matching Algorithms for Personal Navigation Assistants " , Transportation Research C , Vol. 8 , pp. 91-108.
[4] Greenfeld S.J. “Matching GPS Observations to Locations on a Digital Map”, ResearchGate, 2002.

Projektovanje i realizacija drajvera za laser u konfiguraciji sa zajedničkim emitorom

Vuk Milošević, Pavle Golubović

Sadržaj - U ovom radu prikazana je praktična realizacija drajvera za laser u konfiguraciji sa zajedničkim. Pre svega je u softverskom paketu LT Spice simuliran pomenuti prototip kojeg čine ulazni stepen, diferencijalni pojačavač i stabilizator napona. Nakon simulacije, drajver je realizovan na raster ploči, a zatim je testiran. Potvrđena je njegova funkcionalnost na bitskim brzinama do 10Mb/s.

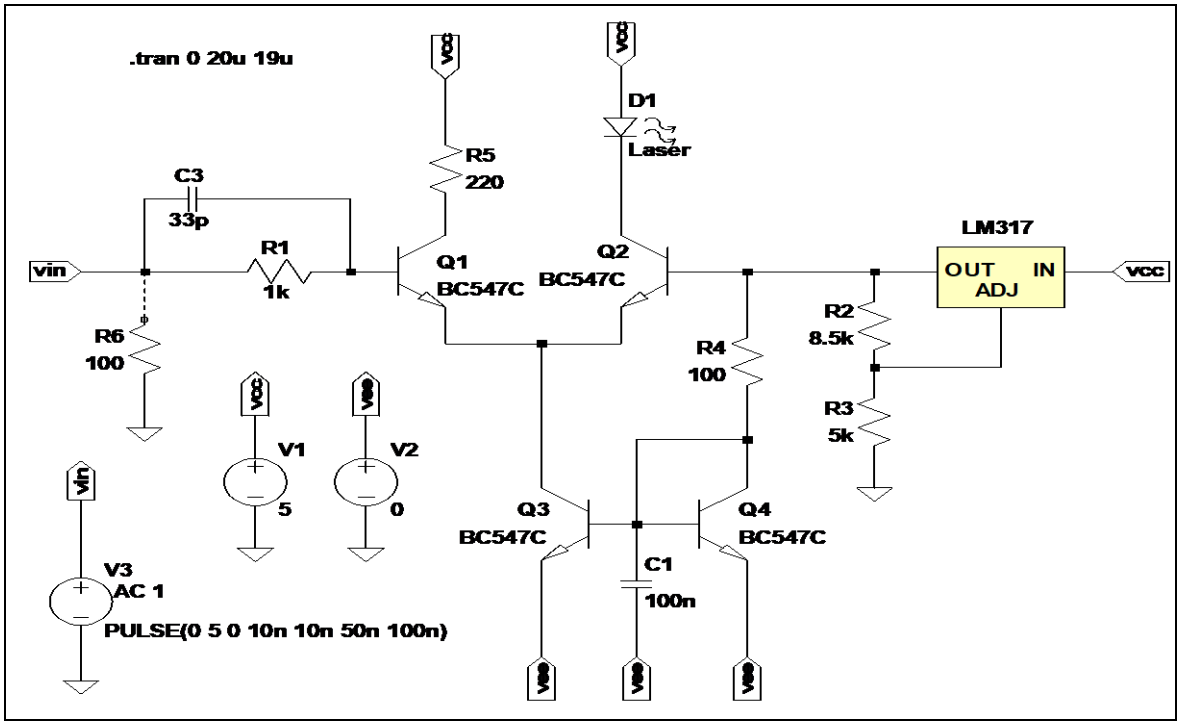
I. UVOD

Da bi se postigle što veće bitske brzine, drajver za laser najpodesnije je realizovati u konfiguraciji sa zajedničkim emitorom, u ECL tehnologiji. Razlog za to je što je u poređenju sa CMOS, ili TTL kolima, propagaciono kašnjenje ECL kola znatno manje jer tranzistori koji u ECL kolima realizuju diferencijalni pojačavači nikad ne ulaze u zasićenje. To je jedan od načina za praćenje promena ulaznih signala. Sa druge strane, disipacija snage na tranzistorima je relativno velika, ali je ova logika sasvim primenljiva u konfiguraciji drajvera za laser. Na ulazni stepen drajvera se dovode nivoi signala koji odgovaraju TTL logičkim nivoima. Ulazni stepen treba da prilagodi signal i dovede ga na ulaz diferencijalnog pojačavača, na čijem izlazu se nalazi laser, odnosno fotodioda, koja električni signal konvertuje u svetlosni signal. Da bi diferencijalni pojačavač funkcionisao potrebno je da drajver ima stabilizator napona koji se može napajati preko jeftinog ispravljača i koji će služiti da prilagodi napon tako da tranzistori u pojačavaču ispravno funkcionišu i proizvedu zadovoljavajuć nivo signala pri zadatim bitskim brzinama na kontaktima lasera.

II. KOMPONENTE PROTOTIPA

Početak realizacije prototipa bilo je kreiranje i simulacija drajvera u softveru LT Spice-u.

Konačna šema po kojoj je rađena praktična realizacija je prikazana na slici 1. Tačka Vcc na slici je tačka potencijala 5V koji se dobija na izlazu stabilizatora napona, Vee je tačka koja predstavlja masu na potancijalu 0V. Tačka Vin je ulazna tačka sistema na kojoj se dovodi signal za prenos.



Slika 1. Električna šema.

Prototip se sastoji iz tri dela: ulaznog stepena, diferencijalnog pojačavača i stabilizatora napajanja.

Vuk Milošević, Pavle Golubović studenti na modulu Telekomunikacije, Elektronski fakultet Niš, Aleksandra Medvedeva 14, 18000 Niš, Srbija; E-mail: vukbizz@gmail.com

A. *Ulazni stepen*

Ulazni stepen prototipa predstavlja kombinaciju otpornika i kondentatora između ulaza Vin i baze tranzistora Q1. Na ulaz se dovode TTL signali, odnosno 5V za logičku jedinicu i 0V za logičku nulu, linijskog formata bez povratka na nulu (NRZ - non return to zero). Izlaz je povezan na bazu

tranzistora Q1 koja je nadalje ulaz u diferencijalni pojačavač. Otpornik R1 služi da smanji struju koja protiče kroz bazu tranzistora, a C3 kondenzator da bi na izlazu signal bio verna kopija signala na ulazu. Vrednost kapacitivnosti pomenutog kondenzatora se zadaje tako da unosi malo kašnjenje.

B. Diferencijalni pojačavač

Sastoji se od dva bipolarna BJT tranzistora tipa BC547C čiji su emitori kratkospojeni sa strujnim ogledalom koje održava struju od emitora tranzistora Q1 i Q2 ka masi koja je na potencijalu 0V konstantnom. Strujno ogledalo se sastoji od dva tranzistora Q3 i Q4 tipa BC547C sa kratkospojenim bazama i emitorima povezanim na masu. Između baza Q3 i Q4 tranzistora povezan je kondenzator C1 kapacitivnosti 100nF.

Između kolektora tranzistora Q1 i izlaza je stabilizator napajanja koji je redno vezan na otpornik R5 vrednosti 220Ω koji raspodeljuje disipaciju na liniji tj čini da se tranzistor Q1 manje greje. Kolektor tranzistora Q2 i izlaz iz stabilizatora napajanja predstavljaju kontakte za redno vezivanje fotodiode.

Da bi diferencijalni pojačavač ispravno funkcionisao potrebno je da na bazu tranzistora Q2 dovedemo konstantan napon vrednosti 2.3V. Zadata vrednost se dobija vezivanjem dva otpornika sa tačno preračunatim vrednostima 5kΩ i 8.5kΩ, kao na Slici 1, odnosno krajevi otpornika R2 vezani su na OUT i ADJ portove regulatora napona, a krajevi otpornika R3 na ADJ i na masu. Ulaz IN u regulator napona LM317 je priključen na izlaz iz stabilizatora napajanja, to jest na jednosmerni napon od 5V.

C. Stabilizator napajanja

Stabilizator napajanja sastoji se od priključnice za ispravljač na koju se dovodi jednosmerni napon od 9V ispravljačem napona široke primene koji naizmeničnu struju 220V na frekvenciji 50Hz pretvara u jednosmernu struju napona 9V. Iz priključnice kombinacijom regulatora napona koji napon od 9V na ulaznom pinu svodi na 5V na izlaznom pinu koji služi da napaja ostale delove sistema kojima je to potrebno. Na šemi na Slici 1 nije uključen stabilizator, a izlazni pin stabilizatora na kome je napon 5V predstavlja tačku Vcc na zadatoj šemi.

III. SIMULACIJA

Prve simulacije rađene su sa idealnim komponentama pa je zatim vršen odabir realnih komponenti na osnovu njihove cene i kvaliteta. Prelaskom na realne komponente nisu se mogle zanemariti vrednosti njihovih parazitivnih komponenti pa su izvršene izmene kako bi se dobili rezultati simulacije maksimalno približni simulaciji sa idealnim komponentama.

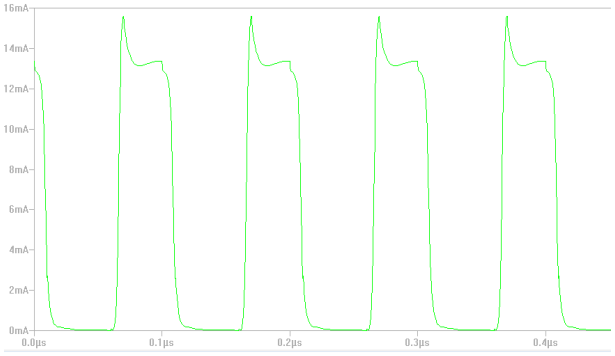
Pri simulaciji drajvera fokus je bio stavljen na regulaciju toplotne disipacije na tranzistorima i na usavršavanje šeme tako da signal na fotodiodi verno prati signal na ulazu drajvera i pritom radi na bitskim brzinama od 10Mb/s.

Da se tranzistori ne bi grejali previše i oštetili vezali smo otpornike R5 i R4 na njihove kolektore i tako disipirali deo energije na njima, koja bi se inače utrošila na rad tranzistora.

Na simulacijama je generisan takt sa vremenom uspona i pada signala od 10ns, a ukupno trajanje jednog bita je 50ns a perioda je 100ns, kako bi se ispunili željeni uslovi.

Finim podešavanjima vrednosti kapacitivnosti i otpornosti, dodavanjem i izostavljanjem otpornika i kondenzatora u prototip tokom simulacija došli smo do konačne šeme prototipa sa Slike 1. Rezultat toga je da kroz fotodiodu struja prati ulazne TTL signale tako da je strujni impuls koliko je moguće istog (pravougaonog) oblika kao na bazi tranzistora Q1. Normalizovana prenosna funkcija generisana u simulacijama prikazana je na slici 2.

Nakon više pokušaja ostvaren je prenos na traženoj bitskoj brzini i dobijena razlika u obliku signala u simulaciji je zadovoljavajuće mala, što se vidi na Slici 2. Takvi rezultati se očekuju na rezultatima merenja nakon praktične realizacije prototipa.



Slika 2. Rezultat simulacija, oblik izlaznog signala.

IV. PRAKTIČNA REALIZACIJA

Nakon što je simulacijom dobijen željeni rezultat prešlo se na praktičnu realizaciju projekta. Drajver je realizovan na raster-ploči po ranije predviđenoj šemi sa slike 1. Praktična realizacija prikazana je na slici 4. Pri tome su za kondenzatore i otpornike uzimane komponente čije su vrednosti najbliže vrednostima datim u šemi.

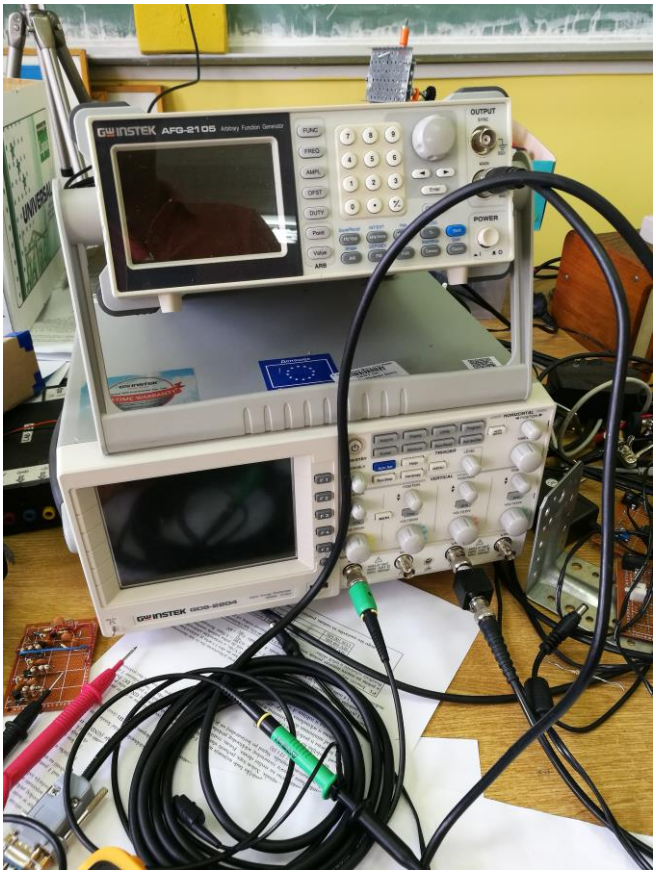
Umesto otpornika R2 i R3, na raster-ploči vezan je trimer tipa CA9MV 10k ACP jer je vrlo teško vezivanjem više otpornika dobiti tačne vrednosti otpora koje imaju R2 i R3, a podešavanjem trimera se otpornosti između pinova trimera lako dovode na tražene vrednosti. Kondenzator C3 je izostavljen jer nije od značajnog uticaja na performanse drajvera.

Kao što je ranije rečeno, za BJT tranzistore uzeli smo tip BC547C, regulator napona je tipa LM317.

Za ulazni stabilizator korišćen je regulator napona 7805 LM. Uz njega su kao po preporuci iz tehničke specifikacije proizvoda dodata dva kondenzatora. Prvi vrednosri 33nF vezan je redno na ulazni pin i uzemljenje, a drugi je vezan na izlazni pin i uzemljenje vrednosti 10nF i oni služe za sprečavanje preopterećenja regulatora i ostatka kola.

Zalemljen prototip spreman je bio za proveru ispravnosti. Ulaz je povezan sa osciloskopom koji će generisati TTL signale prvo niskih frekvencija, a zatim postepenim povećavanjem frekvencije do granice do koje se signal na optičkom prijemniku ne može više detektovati. Radi inicijalne provere sisema povezana je LED dioda na izlaz koja emituje svetlost bele boje i pri niskim frekvencijama signala odokativno je posmatrano njeno treperenje što je dokazalo ispravnost sistema na niskim frekvencijama. Izlaz je takođe opterećen otpornikom od 100Ω koji predstavlja

ulaznu impedansu i služi da umanji refleksije koje se vraćaju ka kablu iz sistema, odnosno da prilagodi drajver.



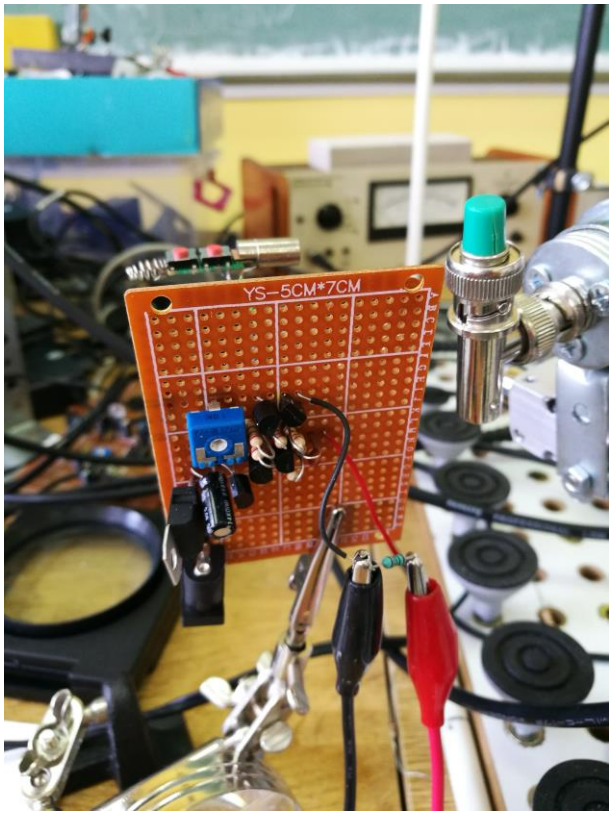
Slika 3. Oscilator na kome je meren signal na prijemniku, dole i generator signala koji na kojem su generisani TTL signali, gore.

Nakon toga je ova dioda zamenjena i stavljena je dioda sa sočivom koje usmerava njenu svetlost, odnosno sužava njen dijagram zračenja (laser). Ona je izvađena iz jeftine igračke koja se može naći u velikom broju robnih kuća. Ovim je sistem kompletiran i podlegao je detaljnom ispitivanju, merenjem.

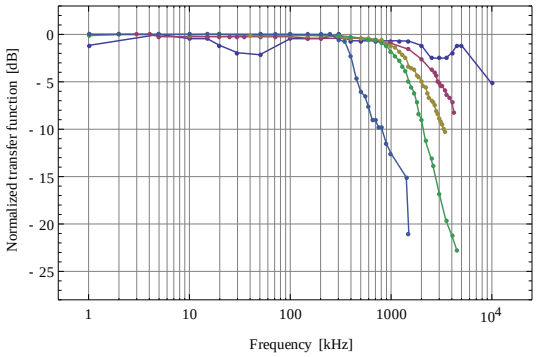
V. Rezultati merenja

Signal je generisan generatorom signala Gw Instek AFG-2105 a signal na izlazu iz lasera se merio na osciloskopu Gw Instek GDS-2204. Laser je uperen u optički prijemnik koji je povezan na osciloskop. Merena je amplituda napona na različitim frekvencijama postepeno idući od nižih ka višim frekvencijama, do 5MHz kada bitska brzina iznosi 10Mb/s. Rezultati merenja prikazani su u Tabeli 1. Takođe je praćen oblik signala na osciloskopu pri ovim frekvencijama da bi se videlo da li će se signal izobličiti do te mere da detekcija signala bude nemoguća.

Rezultati merenja su pokazali da amplituda napona opada postepeno s porastom frekvencije ali ne znatno i dovoljno tako da zadovoljava uslov prenosa od 10Mb/s, odnosno 5MHz propusni opseg. Takođe sa ekrana osciloskopa se može zaključiti da ne dolazi do preteranog izobličenja signala koji bi onemogućio ispravnu detekciju.



Slika 4. Praktična realizacija uređaja na raster ploči.



Slika 5. Rezultati merenja nivoa signala na izlazu iz optičkog prijemnika u zavisnosti od frekvencije signala na ulazu u drajver.

Na Slici 5 grafički je prikazana promena nivoa signala na izlazu optičkog prijemnika sa porastom frekvencije signala dovedenog na drajver. Na grafiku se vidi više slučajeva gde su na drajver povezane diode i laser. Najgore performanse imala je dioda bez vezanog prilagođenja u vidu impedanse od 100Ω (čija je transfer funkcija ispod -10dB na 1MHz), zatim idu tri slučaja dioda sa prilagođenjem ali bez sočiva i konačno dioda sa prilagođenjem i sočivom koje usmerava svetlost ka prijemniku - laser (slabljenje od 5dB na 10MHz).

Tabela 1

R.br mer.	Rezultati merenja	
	Frekvencija u KHz	*Amplituda napona u mV*
1	1	2.80
2	5	3.30
3	10	3.04
4	15	3.04
5	20	2.80

R.br mer.	Rezultati merenja	
	Frekvencija u KHz	***Amplituda napona u mV***
6	30	2.56
7	50	2.50
8	100	3.04
9	150	3.04
10	200	3.20
11	300	2.96
12	400	2.96
13	500	2.96
14	700	2.96
15	1000	2.96
16	1200	2.96
17	1500	2.96
18	2000	2.80
19	2500	2.40
20	3000	2.40
21	3500	2.40
22	4000	2.56
23	4500	2.80
24	5000	2.80
25	10000	1.76

VI. ZAKLJUČAK

Zadatak ovog projekta bio je da se realizuje drajver za laser sa zajedničkim emitorom koji će funkcionisati na bitskim brzinama do 10Mb/s. Zadatak je detaljno analiziran, nakon čega je prototip je izrađen, simulacije su odrađene, a zatim je uređaj realizovan na raster ploči. Nad uređajem su izvršena merenja koja su pokazala da su zadovoljeni svi uslovi zadatka na osnovu čega možemo tvrditi da je projektni zadatak uspešno izvršen, to jest da konstruisani optički drajver za laser uspešno radi pri bitskim brzinama od 10Mb/s.

ZAHVALNICA

Ovaj rad napisan je kao deo studentskog projekta na ispitu Optičke komunikacije, na smeru Telekomunikacije, Elektronskog fakulteta Univerziteta u Nišu. Kompletna realizacija projekta izvedena je pri laboratoriji za komunikacione sisteme, pod mentorstvom prof. dr. Dejana Milića.

LITERATURA

[1] Dr Dejan Milić, "Optičke telekomunikacije," Elektronski fakultet u Nišu, Niš, 2016.

[2] Transfer Multisort Elektronik Sa. Single turn THT Trimmers, "CA9MV 10k ACP", kataloški podaci, dostupno preko sajta na: https://www.tme.eu/en/details/ca9mv-10k/single-turn-tht-trimmers/acp/ca9mv-10k/

[3] Texas Instruments, product "LM317 3 - Terminal Adjustable Regulator", tehnička specifikacija, dostupna putem interneta na: http://www.ti.com/lit/ds/symlink/lm317.pdf

[4] FAIRCHILD SEMICONDUCTOR, "NPN transistor BC547C", tehnička specifikacija, dostupna putem interneta na sajtu: http://www.farnell.com/datasheets/59764.pdf

[5] Sparkfun Electronics, "uA7800 Series Positive Voltage Regulators", tehničke specifikacije, dostune putem interneta na sajtu: https://www.sparkfun.com/datasheets/Components/LM7805.pdf

[6] Wikipedia, "Emitter-coupled logic", dostupno preko interneta na sajtu: https://en.wikipedia.org/wiki/Emitter-coupled_logic.

Hogg-ov fazni detektor

Miloš Ilić

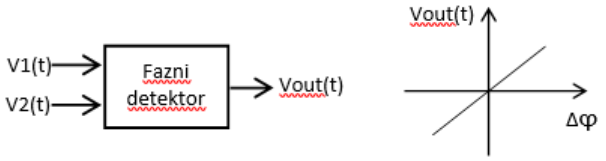
Sadržaj - U ovom radu projektovan je i realizovan Hogg-ov fazni detektor sa pumpom naelektrisanja na izlazu koji je podesan za upotrebu u faznoj petlji. Hogg-ov detektor spada u linearne sekvencijalne detektore fazne razlike i obično se upotrebljava u okviru fazne petlje prilikom izdvajanja takta digitalnog signala. Ovaj fazni detektor je linearan tako da je njegova analiza jednostavna. Sa druge strane, postoje ograničavajući faktori koji njegovu upotrebu svode na niske i umereno visoke bitske brzine. Kako je u pitanju sekvencijalni detektor, signali na njegovim ulazima neće biti sinusoidalni, već mogu imati i drugačije oblike pa je zbog toga potrebno na ulazu predvideti komparator koji će različite oblike ulaznog signala pretvoriti u pravougaone. Ovaj detektor u opštem slučaju ima dva digitalna izlaza koji se koriste sa pumpom naelektrisanja koju je takođe potrebno realizovati.

I. UVOD

Fazni detektor je kolo koje na svom izlazu daje napon Vout koji je srazmeran razlici faza, $\Delta\phi$, dva ulazna signala. Odnos Vout i $\Delta\phi$, u idealom slučaju, je linearan.

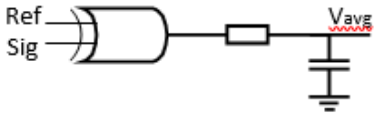
$$V_{out} = K_{PD}\,\Delta\varphi \qquad (1)$$

Postoje dva osnovna tipa faznog detektora koji se obično klasifikuju kako TIP I i TIP II. Fazni detektor TIP I se primenjuje za analogne signale ili binarne impulsne signale pravougaonog oblika, dok se drugi tip, TIP II, primenjuje samo kod binarnih signala, pri čemu reaguje samo na promenu stanja – ulaznu i izlaznu ivicu signala. Na slici 1 je prikazana opšta šema faznog detektora.



Slika 1. Opšta šema faznog detektora.

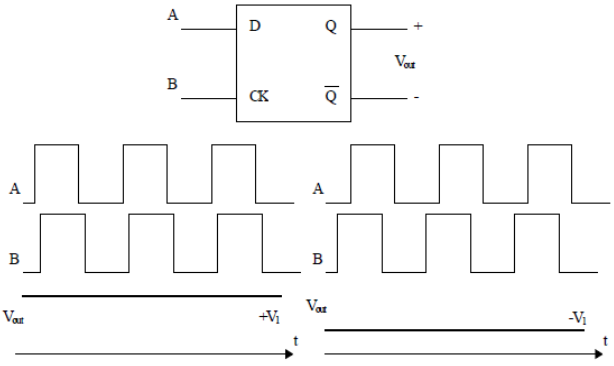
Najprostiji fazni detektor jeste ekskluzivno ILI kolo (EXOR) koje je prikazano na slici 2. EXOR kola, kao i invertorska kola, imaju primenu u radu ali će njihova uloga biti analizirana kroz princip rada faznog detektora.



Slika 2. Ekluzivno ILI-EXOR kolo.

Miloš Ilić je student master akademskih studija na Elektronskom fakultetu, Univerziteta u Nišu, A. Medvedeva 14, 18000 Niš, Srbija. E-mail: milos.ilic90@yahoo.com

Za realizaciju Hogovog faznog detektora značajniju ulogu ima D flip flop, koji spada u fazne detektore tipa II. Kao što se vidi na slici 3, na ulaze prvo dovodimo signale koji imaju jednaku frekvenciju i određenu faznu razliku i pretpostavimo da se izlaz menja na uzlaznu ivicu ulaznog signala. Ukoliko signal A prednjači u odnocu na signal B onda izlaz Vout ostaje na logičkoj jedinici sve dokle god je na ulazu A visok nivo. U obrnutom slučaju, ako signal A kasni u odnosu na signal B, izlaz Vout ostaje na logičkoj nuli.



Slika 3. D flip-flop.

Konkretnu funkciju D flip flopova koji se koriste u ovom radu analiziraćemo kroz princip rada faznog detektora.

Takođe, za realizaciju ovog projekta bilo je potrebno predvideti i sledeće elemente:

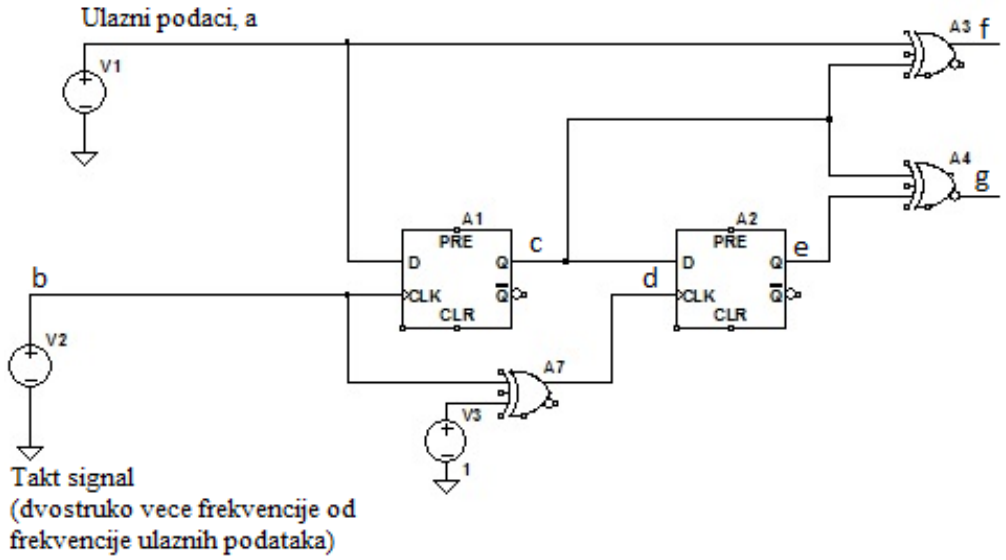
- odgovarajući stabilizator napona kako bi kolo moglo da se napaja pomoću standardnog ispravljača koji daje napon 12V,
- komparatore signala na ulazu koji će različite oblike ulaznog signala pretvoriti u pravougaone i
- pumpu naelektrisanja na izlazu.

II. PRINCIP RADA

Na slici 4 prikazana je šema linearnog faznog detektora. Generator signala V1 generiše ulazni NRZ signal (linijski format bez povratka na nulu, NRZ-non return to zero) koji se dovodi na ulaze A1 D flip flopa i A3 EXOR kola, generator V2 generiše takt signal koji se dovodi na oba D flip flopa A1 i A2 s tim što do A2 dolazi invertovani signal koji je u ovom slučaju realizovan pomoću EXOR kola. Izlaz A1 flip flopa koji reaguje na uzlaznu ivicu ulaznog signala predstavlja vremenski pomereni signal i dovodi se na ulaz A2 flip flopa kao i na ulaze A3 i A4 EXOR kola. Izlaz A4 EXOR kola predstavlja signal koji

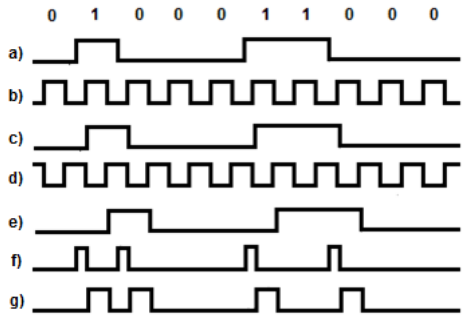
reaguje na silaznu ivicu signala, s obzirom da na jednom od njegovih ulaza dovodimo signal sa A1, a na drugom isti taj signal koji je transponovan u vremenskom domenu pomoću D flip flopa A2.

Cilj ovog kola, koje predstavlja fazni detektor i koje je primenljivo u fazno zatvorenoj petlji, jeste da detektuje razliku u fazi između dva signala tako što će uporeĎivanjem dva signala generisati signal sa greškom koji je proporcionalan razlici ulaznih signala. Signal greške koji je proizvod rada faznog detektora signalizira naponski kontrolisanom oscilatoru da je neophodno promeniti određene parametre kako bi došlo do poravnanja faza dva signala.



Slika 4. Šema linearnog faznog detektora.

Na slici 5 prikazani su vremenski oblici signala na osnovu kojih možemo videti funkciju svakog pojedinačnog elementa kola sa slike 4. Kao ulazni signal (podatak) uzet je proizvoljan signal (tri logičke jedinice i sedam logičkih nula), signal a). Talasni oblik signala c) je ustvari signal podataka transliran u vremenskom domenu zbog prolaska kroz D flip flop A1 koji deluje na uzlaznu ivicu ulaznog signala, a signal b) predstavlja takt signal dvostruko veće frekvencije od signala podataka. Signal d) predstavlja invertovani takt signal koji dolazi na ulaz A2, na čijem izlazu vidimo talasni oblik signala e) koji je dobijen vremenskim pomeranjem signala c). Na kraju, EXOR kola A3 i A4 na svom izlazu imaju signale f i g respektivno. Obradom signala kroz EXOR kolo realizuje se ništa drugo do sabiranje dva signala po modulu 2, pa je tako signal f dobijen sabiranjem signala a i c po modulu 2 ($f=a \oplus c$), a signal g sabiranjem signala c i e ($g=c \oplus e$).



Slika 5. Talasni oblici kola sa slike 4.

III. REALIZACIJA PROTOTIPA

Pri realizaciji prototipa korišćena su integrisana kola HCF 4069 UBE, CD 4013 BCN i SCL 4070 BE.

Integrisano kolo 4069 sadrži u sebi 6 identičnih invertora. Prvobitna namera je bila da se ne koriste eksplicitni invertori već da ovu funkciju preuzmu ekskluzivna ILI kola čiji je jedan ulaz postavljen na vrednost logičke jedinice. Međutim od te namere se odustalo i od 6 inventora u integrisanom kolu koriste se samo dva.

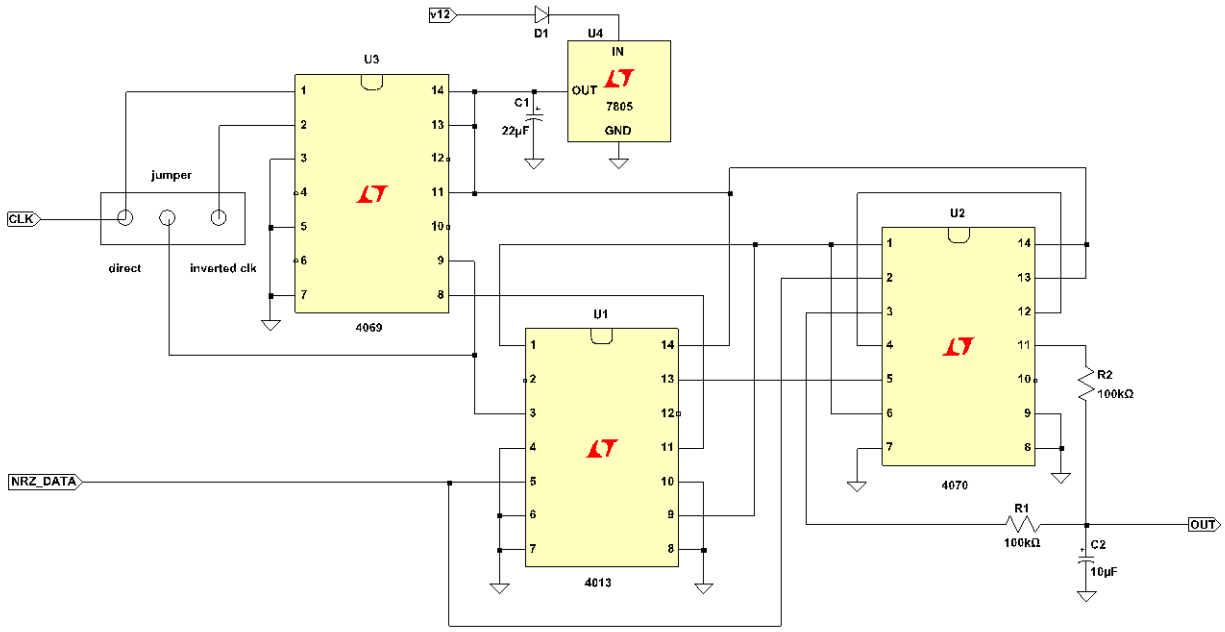
Integrisano kolo 4013 sadrži dva nezavisna D flip-flopa koji imaju mogućnost direktnog setovanja i resetovanja.

Integrisano kolo CD 4070 BE sadrži 4 nezavisna ekskluzivna ILI kola od kojih se koriste dva, kao na slici.

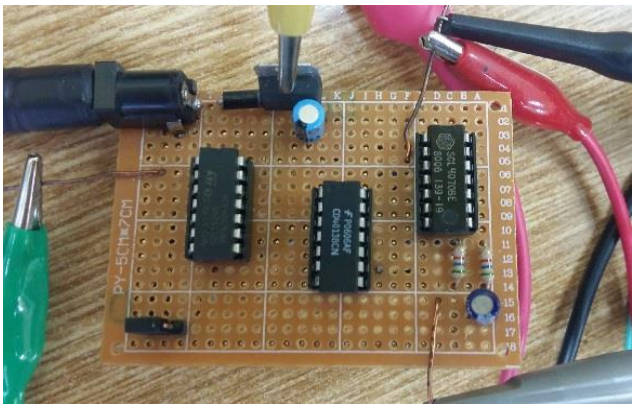
Testiranje prototipa vršeno je korišćenjem, pored samog detektora, i generatora PS sekvence i kola za simulaciju faznog pomeraja. Na slici 8 je prikazana blok šema kola. Generator PS sekvence (PRBG) na kome je doveden eksterni takt, simulirao je podatke koje smo doveli na ulaz detektora, a isti signal je preko kola $\Delta\phi$ doveden na drugi ulaz detektora i u ovom slučaju predstavlja takt signal.

Kolo za podešavanje fazne razlike je već realizovano u okviru prethodnih radova u laboratoriji za telekomunikacione sisteme. U realizovanom prototipu postoji džamper koji omogućava okretanje faze za 180 stepeni, a ovo je potrebno jer pomerač faze može da proizvede fazni pomeraj od -90 do +90 stepeni. Da bi

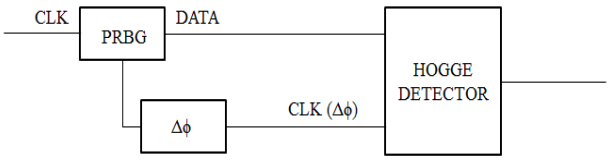
moglo da se proveri funkcionisanje prototipa u opsegu izvan ovoga, potrebno je najpre fiksno pomeriti fazu za 180 stepeni upotrebom džampera koji je za to predviđen. Kao indikator nivoa izlaznog signala korišćen je digitalni osciloskop koji je bio dostupan u laboratoriji. Na slici 8 prikazan je šematski dijagram postavke za testiranje relizovanog prototipa.



Slika 6. Šema kola realizovana u LTSpice-u.



Slika 7. Izgled realizovanog kola.



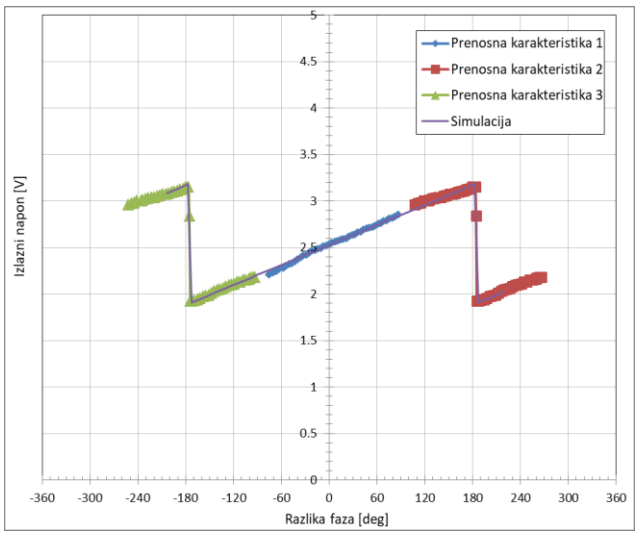
Slika 8. Šematski dijagram postavke za testiranje.

IV. IZMERENE KARAKTERISTIKE

Promenom faze ulaznog takta u odnosu na fazu signala podataka, i praćenjem analognog signala napona na izlazu realizovanog prototipa, dobijena je prenosna karakteristika prikazana na slici 9. U centralnom delu karakteristike je uočljiv skup tačaka koji predstavlja maksimalni opseg fazne razlike koji pomerač faze može da realizuje, i on iznosi približno -90 do +90 stepeni. Nakon dobijanja izmerenih rezultata u ovim tačkama, dodata je fiksna fazna razlika od 180 stepeni korišćenjem džampera na prototipu. Skup tačaka koji se dobija na taj način predstavljen je na slici u opsegu 90 do 270 stepeni fazne razlike. Skup tačaka za faznu razliku -270 do -90 stepeni nije eksplicitno bio izmeren, već je prikazan na osnovu prethodno dobijenih rezultata, jer suštinski nema razlike između ovih veličina.

Tankom linijom su predstavljeni rezultati simulacije dobijeni korišćenjem simulacionog paketa LT Spice. Uočljivo je da se rezultati izuzetno dobro slažu sa dobijenim izmerenim vrednostima, tako da se može potvrditi da prototip ispravno funkcioniše onako kako je to predviđeno i projektovano. Karakteristika je linearna u opsegu -180 do +180 stepeni, što i jeste odlika Hogovog faznog detektora koji spada u grupu linearnih detektora fazne razlike.

Treba još pomenuti da realizovani prototip osim integrisanih kola nema suštinskih diskretnih elemenata, što omogućava funkcionisanje do bitskih brzina koje su ograničene frekvencijskim karakteristikama integrisanih kola. Sa druge strane, integrisana kola novih generacija mogu obezbediti funkcionisanje prototipa na znatno većim frekvencijama uz uslov da im je identičan raspored ulazno/izlaznih pinova.



Slika 9. Prenosna karakteristika kola.

V. ZAKLJUČAK

Detektori fazne razlike imaju veoma značajnu ulogu u telekomunikacijama jer obavljaju suštinski važnu ulogu u kolima za ekstrakciju digitskog takta i regeneraciju signala podataka. Realizovani prototip Hogovog faznog detektora spada u linearne detektore faze, i njegove karakteristike su više usmerene na preciznost detekcije fazne razlike, dok njegove frekvencijske karakteristike spadaju u grupu nešto sporijih detektora. Prototip je realizovan na jednostavan način, korišćenjem dostupnih digitalnih integrisanih kola i potvrdio je teorijske pretpostavke koje su napred iznesene. Testiranje i merenje statičke prenosne karakteristike je izvršeno u laboratoriji i pokazano je da se karakteristika gotovo u potpunosti poklapa sa teorijski predviđenim vrednostima. Dobre karakteristike realizovanog prototipa čine ga pogodnim za korišćenje u kolima za ekstrakciju digitskog takta i regeneraciju signala podataka u laboratorijskim uslovima i za realizaciju laboratorijskih vežbi iz ove oblasti.

ZAHVALNICA

Ovaj rad napisan je kao deo studentskog projekta na ispitu Koherentni Telekomunikacioni Sistemi, na smeru Telekomunikacije, Elektronskog fakulteta Univerziteta u Nišu. Ispit je u 1. semestru master akademskih studija. Hardverska realizacija projekta izvedena je u laboratoriji za telekomunikacione sisteme, pod mentorstvom prof. dr Dejana Milića.

LITERATURA

[1] G. Lukatela, Statistička teorija telekomunikacija i teorija informacija, Građevinska knjiga, Beograd, 1981.
[2] J. Proakis, Digital Communications, McGraw-Hill Education; 5th edition, 2007
[3] B. Razavi, “Design of Integrated Circuits for Optical Communications, Second Edition“, John Wiley & Sons, New Jersey, 2012.
[4] F. Herzel, B. Razavi, "A Study of Oscillator Jitter Due to Supply and Substrate Noise", IEEE Trans. Circuits and Systems II, Analog and Digital Signal Processing, vol. 46, no. 1, pp. 56-62, 1999.
[5] C. R. Hogge, “A self-correcting clock recovery PLL.” IEEE J. of Lightwave Tech., vol. 3, pp. 1312–1314, 1985.
[6] J. Savoj, B. Razavi, "High-Speed CMOS Circuits for Optical Receivers", Springer, 2001.
[5] Texas Instruments, "CD4013B CMOS Dual D-Type Flip-Flop", kataloški podaci, dostupno putem interneta: http://www.ti.com/lit/gpn/cd4013b
[6] Texas Instruments, "CD4069UB CMOS Hex Inverter", kataloški podaci, dostupno putem interneta: http://www.ti.com/lit/ds/symlink/cd4069ub.pdf
[7] Texas Instruments, "CD4070B, CD4077B CMOS Quad Exclusive-OR and Exclusive-NOR Gate", kataloški podaci, dostupno putem interneta: http://www.ti.com/lit/ds/symlink/cd4077b-mil.pdf

Optical Receiver with Limiting Amplifier

Vojkan Dimitrov, Natalija Nikolić, Mirza Yildirim

Abstract This report contains an explanation of how an optical receiver with limiting amplifier is realized. Our task was to design and realize input part of an optical receiver that includes a preamplifier followed by a limiting amplifier so that the bandwidth of the receiver can be up to 10MHz.

I. Introduction

The demand for high speed communication systems has increased due to the rapid growth in the multimedia and internet communication systems. Today, modern high speed data link systems use multi-gigabit data rates. As data rates increase, attenuation of the transmission medium increases and the receiver side of the communication channel suffers from the small signal levels. For reliable operation of the following stages, attenuated signal must be amplified to a sufficient voltage level.

Optical receivers usually attract much attention in the design and realization phases of low-noise optical preamplifier. After the preamplifier, it is still necessary to further amplify the signal so that its levels can fit into a range of acceptable logical levels for digital circuits that follow. This step is required because of further signal processing that include clock-and-data recovery and other digital processing. Thus, it is necessary to amplify the signal to required standard logical levels that are acceptable for digital circuitry. On the other hand, strong amplification with sufficiently wide bandwidth is not easily achievable.

Limiting amplifiers are useful for protecting circuitry that has a limited input range. A classic example is an input buffer for an A/D converter. The limiting amplifier is composed of a cascade of N gain stages in an open-loop configuration, as shown in Figure 1.

II. Conceptual solution

Instead of differential amplifier, we opted for a simple BC547C BJT transistor as a base of each stage of the amplifier, as shown in Figure 2. This is because it would be very difficult to match two transistors perfectly for differential pair. Therefore, we went with more secure option. We also decided to build three identical stages in cascade (each with gain of 10), with the emitter follower as a buffer at the beginning of the circuit. We added this buffer after we built the stages and its scheme is shown in the Figure 3. It is a simple BJT transistor with common collector which provides high input impedance and a low output impedance. This means that the emitter follower circuit provides an ideal buffer stage, and as a result it is used in many circuits where there is a need not to load a circuit like an oscillator or other circuit, but provide a lower impedance to the following stages.

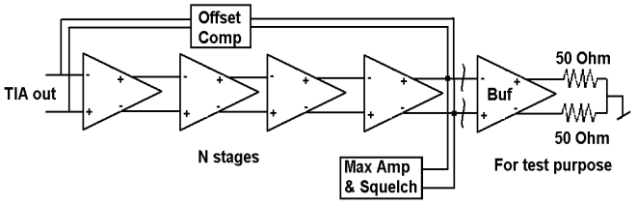


Fig. 1. Limiting amplifier block diagram.

In order to separate AC and DC current, we included a speed-up capacitor into our circuit. When a new signal first comes into the circuit, the capacitor essentially acts as a wire with no resistance. As a result, the base of the transistor can saturate/de-saturate more rapidly, speeding up the response of the circuit.

III. Simulation

Simulation was performed in LTspice simulation software. Some parts of the simulations are shown and explained below. After designing our model which is described through Figures 2 and 3, we had to measure the AC analysis of the limiting amplifier circuitry in order to see the range of the amplification in accordance with the given input signal's frequency values, so that we can benefit from the gain bandwidth range and amplify our signal. The AC analysis result is shown in Figure 4.

The signal that enters the circuit should be isolated from the previous states, in order to avoid interference. For that reason, emitter follower was created and added as a first step of the limiting amplifier. With this step we gained a buffer and isolated the incoming signal.

V. Dimitrov and N. Nikolić are with the Department of Telecommunications, Faculty of Electronic Engineering, University of Niš, Aleksandra Medvedeva 14, 18000 Niš, Serbia, E-mail: vojkandimitrov@gmail.com, natalijanikolic7@gmail.com

M. Yildirim is with the Department of Electrical-Electronics Engineering, Middle East Technical University, Üniversiteler Mh., Dumlupınar Blv. No:1, 06800 Çankaya/Ankara, Turkey, E-mail: mirza.yildirim@metu.edu.tr

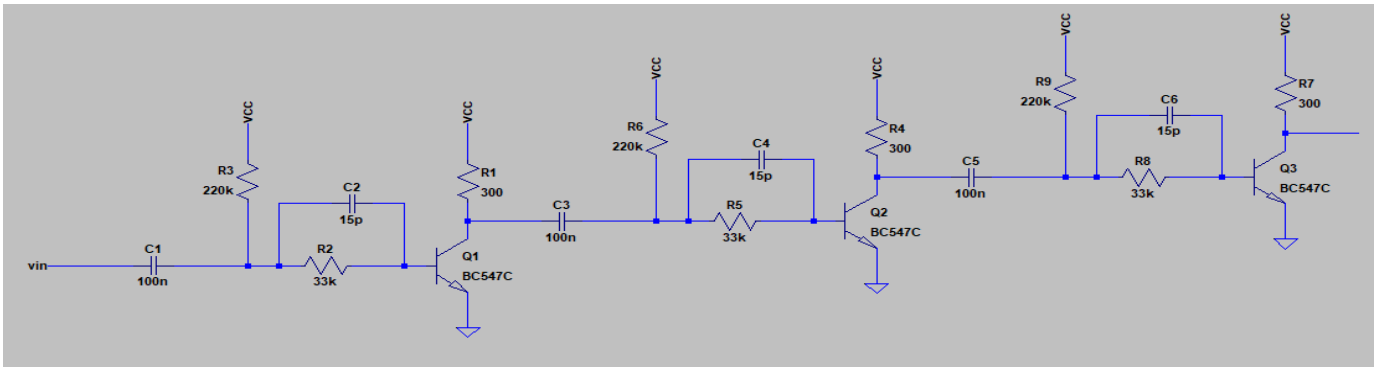


Fig. 2. Simulation model.

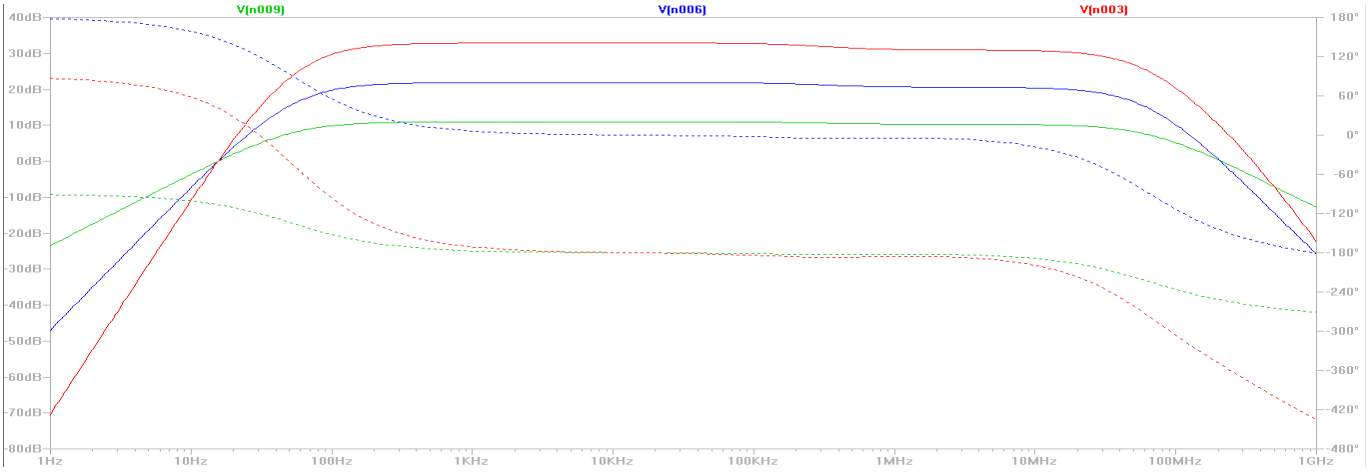


Fig. 4. AC analysis

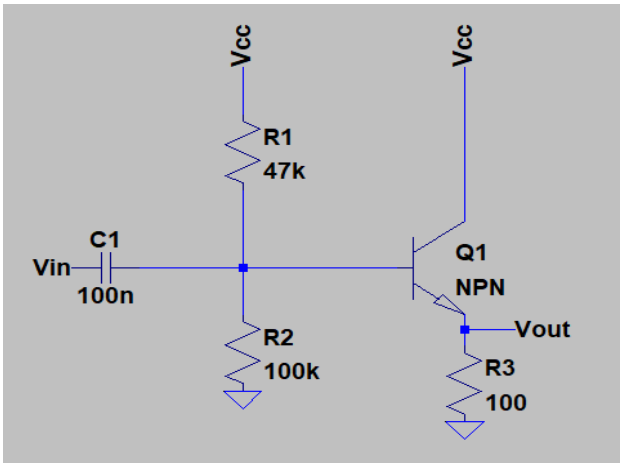


Fig. 3. Emitter follower model.

IV. Practical Realization

After the simulation, we proceeded with the practical work, which was realizing our circuit onto a protoboard. First, we soldered only the first stage, since we wanted to test it to see if it works on its own. Testing was done on the signal generator with an oscilloscope, and on network analyzer.

A signal generator is an electronic device that generates repeating or non-repeating electronic signals in either the analog or the digital domain. We used the vector signal generator, which is also known as a digital signal generator. This signal generator is capable of generating digitally-modulated radio signals that may use any of a large number of digital modulation formats.

A network analyzer is an instrument that measures the network parameters of electrical networks. Network analyzers commonly measure s-parameters and they are often used to characterize two-port networks such as amplifiers and filters. They are mostly used at high frequencies; operating frequencies can range from 5 Hz to 1.05 THz.

After we were sure that the first stage worked properly, we continued with adding the next two stages. We faced several problems along the way. For example, we didn't take the right components with the required values which resulted in bad performance while testing. We had to de-solder and replace the components. After lots of trial and error, we applied three stages on our protoboard and we added an emitter follower at the beginning of the circuit. The final model of the prototype realized on a protoboard is shown in Figure 5. Then it was time for final testing.

First, we did testing on a signal generator. The result we got is shown in Figure 6. The yellow pattern represents our input signal, while the green one represents the output signal. We can see that the signal was amplified as we expected.

Afterwards, we did the network analyzer testing. The result is shown in Figure 7. Each curve represents a single stage, starting from the bottom. The end result was fairly acceptable; each stage had gain of around 10dB.

It was very surprising that, instead of bandwidth of 10MHz, our model worked in the bandwidth of 30MHz. It turned out better than we anticipated.

We also wanted to see what an eye diagram looks like for this amplifier (Figure 8). An eye diagram allows us to see all the data patterns and combinations in a single display on an oscilloscope.

The vertical eye opening indicates the noise level in the system: the more it is opened, the less noise level is present. The horizontal eye opening is related to the amount of jitter in the signal: the wider the opening, the less jitter appears. As it can be seen from the Figure 8, the eye diagram we got meets these conditions very well.

V. Conclusion

This project had a fundamental purpose of creating a limiting amplifier of bandwidth 10Mb/s by using LTspice, a protoboard, signal generator and a network analyzer.

We have learned that, even though it may seem easy to realize something based on simulations in a particular software (in this case LTspice), in most cases it is very hard to successfully realize it when dealing with real physical components. We have faced different problems on every step of the way and therefore had to go back every time and make changes in our circuitry.

Finally, we managed to create a solid limiting amplifier that ended up performing better than we expected at the first place and that can be further used in different researches in optical communications.

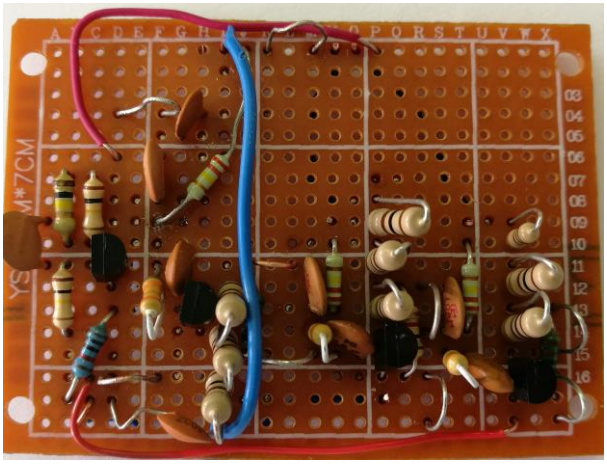


Fig. 5. The final model realized on a protoboard.

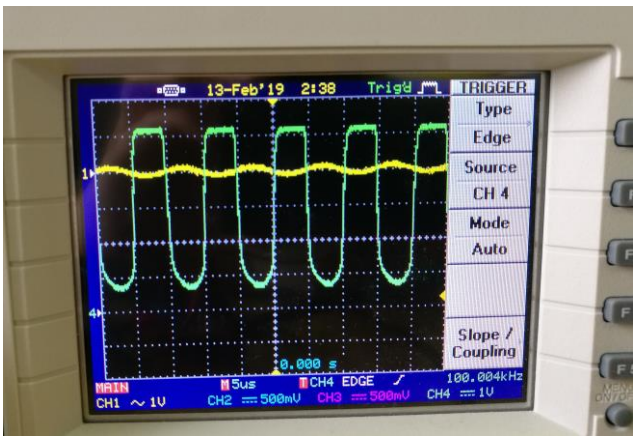


Fig. 6. Signal generator result.

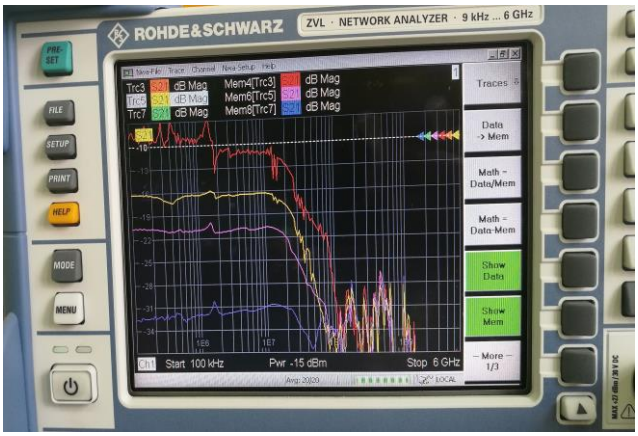


Fig. 7. Network analyzer result.

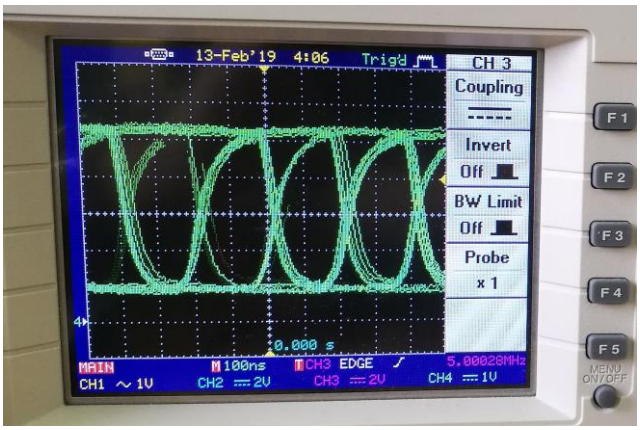


Fig. 8. An eye diagram of the amplifier.

References

[1] Eduard Sackinger, Broadband Circuits for Optical Fiber Communication, Chapter 6: Main Amplifiers, pp 159-232, John Wiley & Sons, 2005.

[2] Paul Muller, Yusuf Leblebici *''Limiting amplifiers for next-generation multi-channel optical I/O interfaces in SoCs''* École Polytechnique Fédérale de Lausanne (EPFL)

Microelectronic Systems Laboratory CH-1015 Lausanne, Switzerland.

[3] Umut Yilmazer, Caglar Yilmazer, Ali Toker, *''Design and Comparison of High Bandwidth Limiting Amplifier Topologies''*, Electronics and Communication Engineering Department, Istanbul Technical University, Istanbul, Turkey.

[4] MultisimLive , '' Power BJT switching with speed-up capacitor''.

[5] ElectronicsNotes, Transistor Emitter Follower, Common Collector Amplifier.

Introduction of Aqua-Pump system for air-conditioners

Nemanja R. Todorovic

Abstract - In this paper we will talk about Aqua-Pump. This device that will be implicated inside the current air-conditioners system accumulates the condensation water dripping from Evaporator Assembly and uses its coolness back in system lowering temperature of the air entering the the indoor unit of air-conditioner.

I. INTRODUCTION

Cooling off in the summer and early fall is a constant thought. No matter what your plans are for the day, you must figure out a way to stay cool to avoid heat strokes, sunburns, and other nasty problems that can occur. The solution besides the pool at homes are air conditioners. Air conditioners are subject to EU ecodesign requirements. They are expected to save 11 TWh and nearly 5 million tonnes of CO2 emissions annually by 2020; this is equivalent to the annual emissions of 1000 cars. An air conditioner manufactured in accordance with these requirements will save €340 on energy bills during its lifetime. But what if I told you that it can even perform better than that? With the concept of Aqua-Water pump every air conditioner can upgrade its efficiency from 4% up to 13% depending on the humidity of the air.

II. ABOUT PATENT

A. System itself

The water that drips from Evaporator Assembly is from 3 to 7 degrees Celsius and that cooling energy just goes to waste by dripping from drainage pipe outside of the unit. The concept that I managed to design is efficiently using that water's energy back in system by a simple remodeling of the indoor unit of the air conditioner. By decreasing the temperature of air that gets into the system, the Evaporator itself is using less energy and is more efficient. The changes that I made are working with electrical micro pumps.

TABLE I
PARTS

Glass tubes	No:TBD
Capillary net	1
Water container	1
Drainage container	1
Water level sensor	1
Micro pump	1

Nemanja Todorović, student at Faculty of Electronic Engineering, University of Niš, Aleksandra Medvedeva 14, 18000 Niš, Serbia, E-mail: nemanja.nec@gmail.com

The table is showing us the parts needed for modifying this unit, we can see that there's no specific dimension or power of the motor, that's because every air-conditioner has different structure, so everything will variate. The current unit has one drainage pipe under the Evaporator Assembly and the condensed water is going through them outside; my idea is to change it so it can store the cold water in it for use. In that new container the water will be gathered from starting up the air conditioner until it reaches its minimum capacity to begin the next phase, and the estimated time is around 6 minutes, depending on air humidity and model of air conditioner. For the next phase, the water level sensor will activate the micro pump located on the side of the container, which will lead the water trough pipes around the Evaporator Assembly to the capillary net on the front of unit where the warm air enters. Because of the constant dripping on the capillary net, the water will slowly slip down and while the air flows trough it and gets colder. When there is saturation of the water on the net, due to gravity the warm water will drip down in the drainage pipe that is located under it, leaving space for the cold water constantly adding to the net. From the drainage container located under net, parallel to the first container, the water goes straight outside the unit.

B. Sectioning

This system has its own benefits; the glass pipes while coursing around the Evaporator Assembly will cool down the water more, and if the net is made from some energy conducting material it will be cooled down constantly, because it will gather cooling energy from the Evaporator. This unit will be different from the current ones, not only because it will contain more parts, but it will also be hermetically sealed, so the air will just pass through the filters and the capillary net. The effectiveness will also be variating on the density of the net, and since everything will be sealed, the cross flow fan will create the vacuum inside the unit and the air will pass only where it needs to pass without any losses. Every electric device needs repair from time to time so hermetically sealing air-conditioner with fabric glue or silicon will be inefficient for later repair. To be more user friendly for repairs and cleaning, it will have a rubber sealant tape. On the first picture we can see air filters that are currently in use on almost every type of air-conditioner. That honeycomb type didn't change for years, because its most effective. They have the most air flow with high percent of contacts with surface.

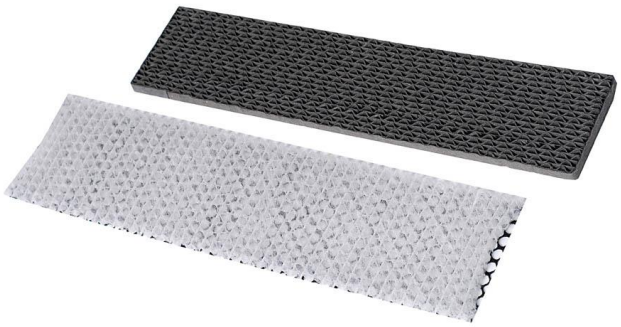


Figure 1.Honeycomb air filters.

Capillary net is different from filters only by dimension, it will have one layer instead of two and it will be of course different type of material. This way air will go unhindered trough, but water will have its full effect.

E. Adjustability

Anyone that dealt with air-conditioners knows that they are extremely adjustable, every part has a lot of space around it because when it comes to repairs you cannot always find exact same part, so manufacturers leave more space. More space now means that adding the parts in it won't enlarge the unit noticeably, and the design will stay the same. It goes the same for electronics, it's highly adaptable, because of so many types of universal remotes and circuitry, you can even unplug the whole board and change it for a universal one without any programming. So these modifications can go without the user noticing anything except the efficiency.

E. Location of the new parts

Since remodeling and problem repairs were done in the last few days, I do not have a grafic design of the model with the Aqua-Pump, so I will just explain where the parts will be located. We can see on the picture cross section of the normal indoor unit.

On the base (1.), instead of one unnecessary large drainage container, there will now be 2 parallel smaller containers. In the first one located more towards the back of the unit will be placed a water level sensor and a micro pump connected to 3 or more pipes curving around the evaporator assembly (6.) to the capillary net located parallel to the filtering net, (12.) which will now as a capillary net cover the space of the air flow. Electric box (23.) will suffer only slight changes regarding the sensor and the micro pump.

E. About future models

Units that I have build show effectiveness from 4 up to 13 percent on days with high air humidity. Keep in mind that I used rooms where I tried to maintain almost the same conditions for every test, but it still isn't laboratory settings, so the variations can be expected. From this paper we can see that there is not much changed, but this is only the beginning. The next model that I am working on will have only capillary pipes instead of a micro pump, and they will be placed on some distance from the bottom of the water container, so when the water gets to the certain level they start pulling water from it; however, this is not tested yet. Parts' cost for this remake will be a little bit under 20e, which will pay off in the first 10 hours of work under optimal conditions.

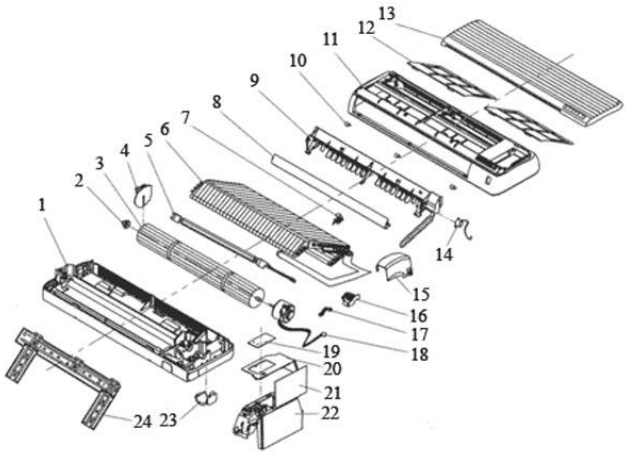


Figure 2.Parts of current indoor unit. 1. Base, 2. Cross Flow Fan Axletree, 3. Cross Flow Fan, 4. Cross Flow Fan Fixed Plate, 5. Electric Heater, 6. Evaporator Assembly, 7. Room Temperature Sonde Frame, 8. Louver, 9. Outlet Part, 10. Screw Cover, 11. Middle Frame, 12. Filtering Net, 13. Face Plate, 14. Step Motor, 15. Armor Tubing, 16. Plate, 17. Motor Cabinet, 18. Motor Platen, 19. Motor, 20. Electric Box Small Cover plate, 21. Electric Box Cover, 22. Electric Control Plate, 23. Electric Box, 24. Press Tube Plate, 25. Wall-Mounting Frame, 26. Remote Controller

III. CONCLUSION

In the end, I would like to say that this upgrade even if it looks simple, its highly effective and when working optimally can provide new energetic class that will surpass A+++. Another point of view is that water can stop noticeable amount of bacteria, dust and unwanted microorganisms from air. Plus it will hydrate air in the room. When you get the idea that in the device that is trying to use everything to cool the air chilling cold water is going to waste, you can imagine all different construction variations that will be more efficient that the current one. So even if this construct fails because of some unknown reason, the idea behind it is bulletproof.

REFERENCES

[1] TRENDS IN GLOBAL CO2 EMISSIONS 2016 Report *PDF: http://edgar.jrc.ec.europa.eu/news_docs/jrc-2016-trends-in-global-co2-emissions-2016-report-103425.pdf*

[2] Picture of the air-conditioners cross section: https://i2.wp.com/blog.twinsprings.com/wp-content/uploads/2015/08/split-air-conditioner-indoor-unit-structure.jpg?resize=600%2C433

[3] Picture of honeycomb filters https://images.homedepot-static.com/productImages/a9a66606-f2a7-4bb3-a75b-e9c9293eff81/svn/blacks-spt-air-purifier-accessories-2102-voc-64_1000.jpg

Određivanje neophodnosti i nivoa zaštite gromobranske instalacije

Milica Zdravković

Sadržaj – U ovom radu je razmatrana gromobranska zaštita, odnosno gromobranska instalacija objekata. Dat je teorijski pregled elemenata gromobranske instalacije, dok je posebna pažnja posvećena utvrđivanju neophodnosti izvođenja gromobranske instalacije u konkretnom objektu, kao i određivanju adekvatnog nivoa zaštite. Za referentni objekat izvršen je proračun na osnovu koga se utvrđuje da li je potrebno izvesti gromobransku instalaciju i koji nivo zaštite se zahteva, u zavisnosti od lokacije samog objekta, a rezultati proračuna su diskutovani.

I. UVOD

Gromobranska instalacija omogućava zaštitu objekata od dejstva atmosferskog pražnjenja. Atmosfersko pražnjenje je električno pražnjenje atmosferskog porekla između oblaka i površine zemlje, koje se sastoji od jednog ili više udara. Ovi udari groma dolaze jedan za drugim u vremenskim razmacima od nekoliko stotih delova sekunde. Njihov najčešći broj je između 3 i 5, a može ih biti i preko 20. Ceo proces se odvija u vremenu od oko 100 ms [1].

Usled atmosferskih pražnjenja stradaju ljudi i nastaju velike materijalne štete zbog paljenja objekata, oštećenja električnih vodova i instalacija, stradanja stoke itd. Istraživanja pokazuju da neposredne i posredne štete usled udara groma u SAD iznose 4 do 5 milijardi dolara godišnje. Ukupan broj stradalih od velikih prirodnih nepogoda u SAD iznosi: od uragana 16, od tornada 68, od udara groma 73, a od poplava 127 ljudi [1].

Iako je pojava atmosferskih električnih pražnjenja dosta proučavana, primena zaštitnih mera u našoj zemlji nije uvek izvršena, a o negativnim posledicama električnih pražnjenja nije vođena posebna evidencija. S obzirom na to da se radi o klimatskoj pojavi opasnoj za život ljudi i za materijalna dobra, adekvatna gromobranska zaštita, odnosno gromobranska instalacija, je od izuzetnog značaja. Gromobranska instalacija postavlja se u cilju zaštite ljudi i objekata od štetnog delovanja atmosferskog pražnjenja. Ona se projektuje i postavlja u skladu sa *Pravilnikom o tehničkim normativima za zaštitu objekata od atmosferskog pražnjenja* [2] i odgovarajućim standardima, ali ne može da omogući apsolutnu garanciju za zaštitu objekata, ljudi ili opreme. Međutim, primena tehničkih propisa znatno smanjuje rizik od oštećenja nastalih kao posledica udara groma u objekat.

Po pravilu, gromobranska instalacija se sastoji od spoljašnje i unutrašnje gromobranske instalacije. Spoljašnja gromobranska instalacija prihvata i odvodi u zemlju energiju atmosferskog pražnjenja. Zadatak unutrašnje gromobranske instalacije je da smanji opasna dejstva atmosferskih pražnjenja u unutrašnjosti štićenog objekta.

Milica Zdravković je student master studija na modulu Elektroenergetika, Elektronski fakultet, Univerzitet u Nišu, Aleksandra Medvedeva 14, 18000 Niš, Srbija, E-mail: milica.zdravkovic@elfak.rs

II. ELEMENTI GROMOBRANSKE INSTALACIJE

A. Spoljašnja gromobranska instalacija

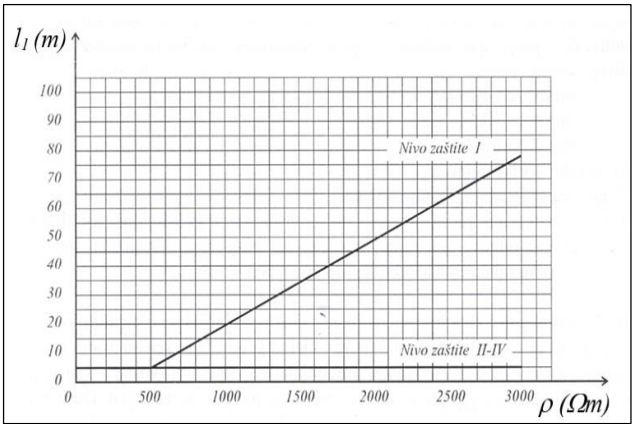
Elementi spoljašnje gromobranske instalacije, prema [3], su:

- prihvatni sistem;
- sistem spusnih provodnika;
- sistem uzemljenja.

Prihvatni sistem čine provodni elementi čija je funkcija prihvatanje atmosferskog pražnjenja. Tu spadaju: štapne hvataljke (Frenklinov gromobran), štapne hvataljke sa pojačanim dejstvom (uređajem sa ranim startovanjem), razapete žice, mreža provodnika (Faradejev kavez), prirodni prihvatni sistem (metalni elementi konstrukcije krova, metalni oluci oko krova, metalne cevi i rezervoari).

Spusni sistem (sistem spusnih provodnika) predstavlja sistem provodnika koji povezuju provodnike prihvatnog sistema sa provodnicima uzemljenja gromobranske instalacije. Pored provodnika spusnog sistema, koji se za ovu namenu posebno prave, koriste se i provodnici koji su sastavni delovi konstrukcije objekata, kao što su: metalni oluci, armatura objekta, metalni stubovi i slično (ovi provodnici moraju imati galvansku vezu od prihvatnog sistema do uzemljivača ukoliko se koriste kao odvodi gromobranske instalacije). Na spusnim provodnicima spoljašnje gromobranske instalacije, na visini 1,8m od nivoa zemlje, predviđeni su merni spojevi, sa ciljem da se u fazi prijema, ili periodične kontrole, vrši eksperimentalna verifikacija ispravnosti gromobranske instalacije [4].

Gromobransko uzemljenje (sistem uzemljenja) je uzemljenje gromobranske instalacije koje treba da ograniči napon na koji može da dođe gromobranska instalacija usled atmosferskog pražnjenja i time spreči naknadni („povratni“) preskok na pogonska električna kola i metalne delove štićenog objekta. U normalnim uslovima, za sistem uzemljenja se koriste uzemljivači u rasporedu tipa A i rasporedu tipa B. Na slici 1 su date minimalne dužine uzemljivača (l_1) koje odgovaraju različitim nivoima zaštite za različite specifične otpornosti tla (ρ) [3]. O nivoima zaštite biće reči u odeljku III ovog rada.



Slika 1. Minimalne dužine (l_1) uzemljivača u funkciji nivoa zaštite i specifične otpornosti tla (ρ) [3].

Raspored uzemljivača tipa A podrazumeva radijalne ili vertikalne uzemljivače, pri čemu moraju da se postave najmanje dva uzemljivača. Svaki od spusnih provodnika mora da se poveže bar sa jednim odvojenim uzemljivačem, čime se formira jedan radijalni ili vertikalni (iskošeni) uzemljivač. Minimalna dužina svakog uzemljivača mora biti jednaka:

- l_1 - ako se radi o radijalnom horizontalnom uzemljivaču;
- $0{,}5l_1$ - ako se radi o vertikalnom (iskošenom) uzemljivaču, gde je l_1 minimalna dužina radijalnog uzemljivača određena prema slici 1.

U slučaju tla male specifične otpornosti nije potrebno držati se minimalnih dužina datih na slici 1, ukoliko je moguće ostvariti otpornost uzemljivača manju od 10 Ω. Napomena: Raspored tipa A treba primenjivati za male objekte i tla male specifične otpornosti.

Raspored uzemljivača tipa B: podrazumeva prstenaste ili temeljne uzemljivače objekta. Za prstenasti ili temeljni uzemljivač minimalni srednji poluprečnik r ($S = r^2\pi$, S - površina koju obuhvata kontura uzemljivača) ne sme da bude manji od dužine l_1 koja se, takođe, očitava sa grafika priloženog na slici 1. tj. $r \geq l_1$. Ukoliko ovaj uslov ne može da se ostvari, odnosno ako je $r < l_1$, postojećem uzemljivaču se dodaju (galvanski spajaju) horizontalni i vertikalni nastavci dužina $l_h = l_1 - r$ i $l_v = (l_1 - r)/2$, respektivno.

B. Unutrašnja gromobranska instalacija

Unutrašnja gromobranska instalacija obuhvata sve dodatke spoljašnjoj instalaciji koji će smanjiti elektromagnetna dejstva struje atmosferskog pražnjenja. Ovi dodaci su zapravo pridruženi metalni delovi unutar štićenog objekta kroz koje može da protekne struja atmosferskog pražnjenja (npr. cevovodi, stepeništa, cevi za ventilaciju, grejanje i klimatizaciju i međusobno povezane čelične armature). Povezivanje gromobranske instalacije sa metalnim masama izvodi se preko šina, odnosno provodnika, za izjednačenje potencijala čiji se minimalni preseci očitavaju iz odgovarajuće tabele [3].

III. ODREĐIVANJE NIVOA ZAŠTITE GROMOBRANSKE INSTALACIJE

Nivo zaštite izražava efikasnost gromobranske instalacije u zaštiti objekta od atmosferskih pražnjenja. U [2], definisana su 4 nivoa zaštite gromobranske instalacije: I, II, III i IV.

Projektant gromobranske instalacije mora najpre za objekat da proračuna da li je gromobranska instalacija neophodna, i ukoliko utvrdi da jeste, mora da odredi adekvatni nivo zaštite za taj objekat. Sam postupak određivanja nivoa zaštite gromobranske instalacije je definisan odgovarajućim standardom. Prvi korak prilikom određivanja nivoa zaštite predstavlja procena štićenog objekta razmatranjem njegovih karakteristika. Potrebno je znati namenu objekta, odrediti dimenzije i lokaciju objekta, kao i godišnju gustinu atmosferskog pražnjenja u posmatranom regionu. Osnovni podaci potrebni za procenu su: učestanost direktnih udara groma u objekat (N_d) i usvojena učestanost udara groma (N_c).

Učestanost direktnih udara groma u objekat - N_d određuje se na osnovu izraza:

$$N_d = N_g A_e 10^{-6} \quad \text{[broj udara/god.]} \qquad (1)$$

gde su:

N_g – lokalna (regionalna) prosečna godišnja gustina pražnjenja [broj udara/km^{2}god.] odnosno prosečna godišnja učestalost pražnjenja po 1 km^2 za region u kome se nalazi razmatrani objekat;

A_e – ekvivalentna prihvatna površina objekta [m^2], koja se definiše kao površina tla koja ima istu učestalost direktnih udara groma kao razmatrani objekat.

Ukoliko nije poznata prosečna godišnja gustina pražnjenja N_g, vrši se njena procena na osnovu formule:

$$N_g = 0{,}04 T_d^{1{,}25} \quad \text{[broj udara/km}^2\text{god.]} \quad (2)$$

gde je T_d – broj dana u toku godine sa grmljavinom uzet iz izokerauničke karte. Na slici 2. prikazana je izokeraunička karta Srbije izrađena na bazi odgovarajućih meteoroloških podataka za period 1991 – 2005. godine (bez podataka za Kosovo i Metohiju), dok je na slici 3. prikazana izokeraunička karta sveta [1].

Usvojena učestanost udara groma - N_c predstavlja broj udara groma u toku godine koji može da se toleriše. Njegova procena se vrši na osnovu obrasca:

$$N_c = \frac{3 \cdot 10^{-3}}{C_1 \cdot C_2 \cdot C_3 \cdot C_4} \text{ [broj udara/god.]} \qquad (3)$$

gde su: C_1, C_2, C_3, C_4 – koeficijenti čije se vrednosti usvajaju prema odgovarajućim tabelama iz literature [3].

Vrednost usvojene učestanosti udara groma, N_c, poredi se sa izračunatom vrednošću učestanosti direktnih udara groma u objekat, N_d, kako bi se utvrdilo da li je neophodna gromobranska instalacija posmatranog objekta i kojeg je nivoa zaštite.

Ukoliko je:

- $N_d \leq N_c$ gromobranska instalacija nije potrebna (biće $E_r < 0$)
- $N_d > Nc$ gromobranska instalacija je potrebna, pa je računska efikasnost gromobranske instalacije - $E_r \geq 0$ i računa se kao:

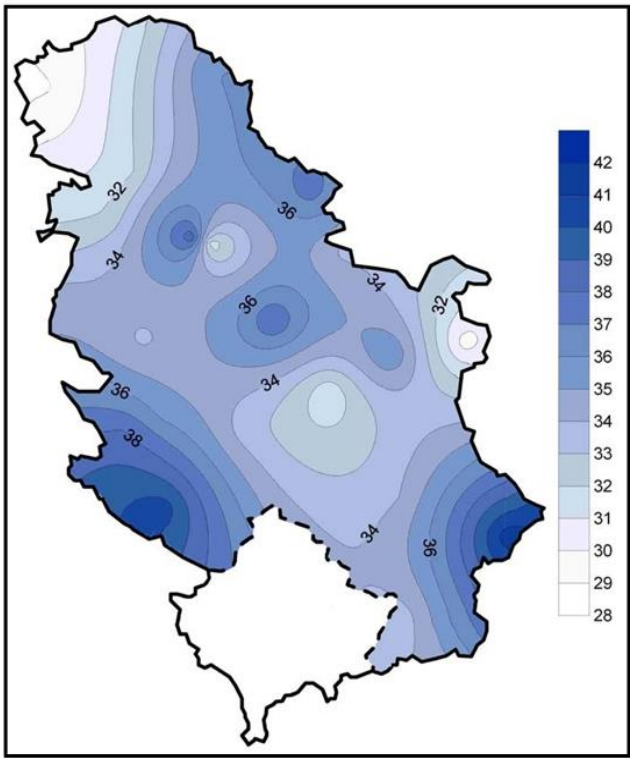
$$E_r = 1 - \frac{N_c}{N_d}. \qquad (4)$$

Nivo zaštite se određuje na osnovu računske efikasnosti gromobranske instalacije prema tabeli I.

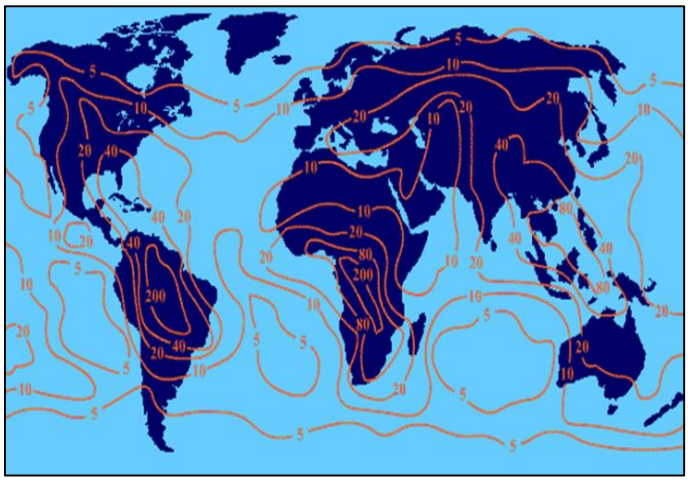
TABELA I
IZBOR NIVOA ZAŠTITE

Računska efikasnost E_r	***Nivo zaštite***	***Udarno rastojanje groma R_{ud} (m)***	***Širina okca mreže (m)***	***Maksimalno rastojanje spusnih provodnika (m)***
> 0,98	I sa posebnim merama*	-	5	10
0,95 do 0,98	Nivo I	20	5	10
0,90 do 0,95	Nivo II	30	10	15
0,80 do 0,90	Nivo III	45	10	20
0 do 0,80	Nivo IV	60	20	25

*Posebne mere su npr. mere za ograničavanje napona dodira i napona koraka, mere za ograničavanje širenja vatre i mere za smanjenje dejstva indukovanih prenapona atmosferskog porekla na osetljivu električnu opremu



Slika 2. Izokeraunička karta Srbije.



Slika 3. Izokeraunička karta sveta.

IV. PRORAČUN

Ovde će biti izložen način utvrđivanja neophodnosti gromobranske instalacije i proračun potrebnog nivoa zaštite za referentni objekat. Za posmatrani objekat biće izvršen proračun na osnovu koga se utvrđuje da li je potrebno izvesti gromobransku instalaciju, i ukoliko jeste, koji nivo zaštite se zahteva, u zavisnosti od lokacije, dimenzija i karakteristika samog objekta. Podaci o objektu su sledeći:

- *dužina objekta*: a = 10 *m*;
- *širina objekta*: b = 10 *m;*
- *visina najviše tačke*: h = 3+3+3+2 = 11 *m*;
- *namena objekta:* stambeni (dvospratni objekat);
- *situacija*: ravan teren.

S obzirom na to da nije poznata prosečna godišnja gustina pražnjenja N_g, njena vrednost se procenjuje na osnovu formule (2). Da bi se ta formula primenila, treba znati T_d prosečan broj dana sa grmljavinom za posmatrano područje. Ovaj broj se očitava sa izokerauničke karte (slika 2. ili slika 3.), ili iz tabele II koja prikazuje prosečan broj dana sa grmljavinom na godišnjem nivou (na osnovu sume grmljavinskih dana u pojedinim mesecima) u Srbiji, za period od 1996. do 2005. godine.

Da bi se primenila formula (1) za određivanje učestanosti direktnih udara groma u objekat N_d, potrebno je izračunati vrednost ekvivalentne prihvatne površine A_e. Referentni objekat se nalazi na ravnom terenu pa se vrednost A_e , izražena u [m^2] , računa prema formuli [3]:

$$A_e = ab + 6h(a+b) + 9\pi h^2 \qquad (5)$$

gde su: a – dužina objekta [m],
b – širina objekta [m],
h – visina objekta [m].

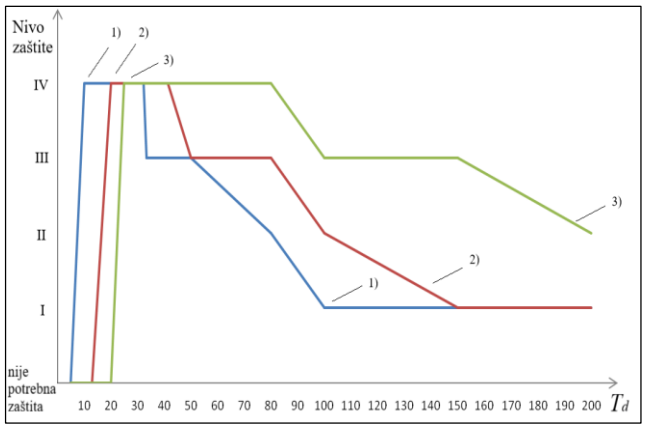
Usvojena učestanost udara groma računa se na osnovu formule (3), pri čemu se za posmatrani objekat, s obzirom na njegov tip i namenu, za sve koeficijente $C_1 \div C_4$ usvaja vrednost 1 iz odgovarajućih tabela [3].

TABELA 2

PROSEČAN BROJ DANA SA GRMLJAVINOM PO MESECIMA I NA GODIŠNJEM NIVOU U SRBIJI (1991-2005. god.) [1]

Mesto	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	God
Palić	0.1	0.2	0.2	2.1	5.2	6.5	6.9	5.5	2.9	1.0	0.3	0.1	31.0
Sombor	0.1	0.2	0.3	1.7	4.9	5.7	6.8	4.9	2.4	1.0	0.3	0.1	28.9
Kikinda	0.1	0.1	0.3	2.6	6.0	8.3	7.8	6.1	3.1	0.8	0.4	0.1	35.9
Novi Sad	0.1	0.3	0.0	2.4	5.7	7.1	6.3	5.6	2.4	1.4	0.3	0.1	31.8
Vršac	0.1	0.3	0.7	3.0	6.6	7.5	8.7	6.2	2.6	1.3	0.3	0.2	37.5
S. Mitrovica	0.3	0.1	0.1	2.9	6.1	7.0	6.3	5.7	2.5	1.3	0.3	0.1	32.3
Surčin	0.3	0.1	0.4	3.3	5.9	8.9	7.9	7.0	2.8	1.5	0.5	0.2	38.8
Beograd	0.2	0.1	0.2	2.7	4.9	6.9	6.8	5.8	2.5	0.9	0.3	0.1	31.3
V. Gradište	0.3	0.2	0.4	2.3	5.2	7.5	6.7	6.3	2.7	1.3	0.5	0.2	33.8
Loznica	0.3	0.3	0.3	2.4	5.7	7.7	6.3	5.9	3.5	1.4	0.5	0.1	34.4
Valjevo	0.3	0.2	0.4	2.3	5.2	7.5	6.7	6.3	2.7	1.3	0.5	0.2	33.8
Sm. Palanka	0.2	0.3	0.3	2.9	6.3	8.1	7.9	7.5	2.7	1.5	0.3	0.1	38.1
Crni Vrh	0.1	0.3	0.3	2.6	6.3	7.3	8.5	6.7	2.5	1.0	0.3	0.1	36.1
Negotin	0.1	0.1	0.1	2.3	5.1	6.4	7.1	5.3	2.0	0.8	0.2	0.0	29.5
Zlatibor	0.1	0.3	0.3	2.3	6.5	7.5	7.1	7.6	3.9	1.3	0.7	0.4	38.1
Požega	0.1	0.3	0.4	2.3	6.4	7.3	7.5	7.0	2.8	1.1	0.3	0.2	35.6
Kraljevo	0.1	0.1	0.3	2.3	6.3	7.1	7.0	6.2	2.7	0.9	0.5	0.2	33.4
Ćuprija	0.3	0.1	0.4	2.3	5.4	5.7	6.8	5.6	2.8	1.2	0.3	0.1	31.1
Sjenica	0.1	0.4	0.3	2.0	6.3	7.9	7.4	8.7	4.5	1.3	1.3	0.5	40.5
Kopaonik	0.2	0.2	0.3	2.0	5.9	6.4	6.8	7.2	3.1	1.3	1.1	0.3	34.9
Niš	0.0	0.2	0.3	2.3	6.1	7.0	6.7	6.8	2.4	1.1	0.6	0.4	33.9
Dimitrovgrad	0.2	0.1	0.1	2.9	7.7	9.2	8.7	8.1	2.9	1.1	0.3	0.2	41.5
Vranje	0.2	0.2	0.3	2.7	6.2	6.5	6.3	5.7	3.1	1.1	0.7	0.3	33.4

Za potrebe proračuna određivanja neophodnosti gromobranske instalacije i potrebnog zaštitnog nivoa u zavisnosti od lokacije ovog objekta, napravljena je skripta u programskom paketu *Matlab*. Ulazni podaci su dimenzije objekta, vrednosti koeficijenata $C_1 \div C_4$ i broj grmljavinskih dana T_d. Analizirani su slučajevi kada se referentni objekat nalazi na teritoriji Srbije, kao i u područjima u svetu koja su karakterisana ekstremno velikim ili malim brojem dana sa grmljavinom. Isti proračun sproveden je i za objekte manje visine, čiji su svi ostali podaci identični podacima o referentnom objektu. Rezultati proračuna su grafički prikazani na slici 4. i diskutovani u nastavku.



Slika 4. Zavisnost potrebnog nivoa zaštite od broja grmljavinskih dana T_d i visine objekta h za:
1) referentni (dvospratni) objekat - visine 11 *m*;
2) objekat niže spratnosti (jednospratni) - visine 8 *m;*
3) objekat niže spratnosti (prizemni) - visine 5 *m.*

Rezultati proračuna pokazuju da je za referentni objekat, ukoliko se nalazi u Srbiji, neohodno izvesti gromobransku instalaciju, nezavisno od mesta u kome se nalazi, a jedina razlika je zahtevani nivo zaštite. Na primer, ukoliko se objekat nalazi u Dimitrovgradu sa 41,5 grmljavinskih dana godišnje (što je najveći broj grmljavinskih dana u Srbiji), treba obezbediti III nivo zaštite, dok u Somboru, gde je najmanje dana sa grmljavinom, treba obezbediti nivo zaštite IV.

Gromobranska instalacija ne bi bila potrebna kada bi se ovakav objekat nalazio u području sa 8 ili manje grmljavinskih dana, što je slučaj na severu Evrope, Rusije ili Kanade (slika 3). Sa druge strane, kada bi se posmatrani objekat nalazio negde na ekvatoru, u području sa oko 200 grmljavinskih dana godišnje, bilo bi neophodno obezbediti najviši zaštitni nivo tj. nivo zaštite I.

Za isti objekat niže spratnosti, situacija se značajno menja, što je prikazano krivama 2) i 3) sa slike 4. Naime, ukoliko bi se smanjio samo jedan sprat (11-3=8 *m*), već u područjima sa 13 i manje dana sa grmljavinom ne bi bila neophodna gromobranska instalacija, dok bi u slučaju prizemnog objekta (visine 5 *m*) gromobransku instalaciju bilo potrebno izvesti tek u područjima sa 25 i više grmljavinskih dana.

V. ZAKLJUČAK

U ovom radu je izložen postupak izračunavanja potrebnih parametara za procenu izvođenja gromobranske instalacije. Urađeni su proračuni za referentni, stambeni objekat, u zavisnosti od njegove lokacije, i varijante niže visine, tj. spratnosti. Na osnovu proračuna zaključeno je da područje na kome se objekat nalazi i visina objekta značajno utiču na neophodnost izvođenja gromobranske instalacije i zahtevani zaštitni nivo.

ZAHVALNOST

Ovaj rad je baziran na jednom delu diplomskog rada *Odvodnici prenapona i gromobranske instalacije kao elementi elektroenergetskih postrojenja*, u kome se razmatraju elementi gromobranske instalacije. Diplomski rad je napisan pod mentorstvom prof. dr Lidije Korunović, kojoj se autorka posebno zahvaljuje na korisnim sugestijama. Autorka je zahvalna i asistentu Ivanu Anastasijeviću, na savetima i pomoći tokom pisanja ovog rada.

LITERATURA

[1] G. Anđelković, *Grmljavinske nepogode kao ekstremna klimatska pojava u Srbiji*, Glasnik srpskog geografskog društva, Beograd, 2009.
[2] *Pravilnik o tehničkim normativima za zaštitu objekata od atmosferkog pražnjenja*, http://www.mre.gov.rs
[3] G. Dotlić, *Elektroenergetika kroz standarde, zakone, pravilnike i tehničke preporuke*, Savez mašinskih i elektrotehničkih inženjera i tehničara Srbije, Beograd, 2013.
[4] P. Rančić, *Električne instalacije u zgradama – pomoćni materijal u nastavi*, Elektronski fakultet, Niš, 2002.

Pametno gazdinstvo

Mihajlo Savić, Srđan Mihajlović, Vladimir Vozar, Jovana Kačavenda, Slobodan Jeremić, Dejan Barcal, Sara Todorović, Sara Kuzman

Sadržaj – U ovom radu prikazan je princip rada jednog pametnog gazdinstva kojim se upravlja preko web aplikacije, kao i alati koji su korišćeni pri njegovoj izradi.

I. UVOD

Pametno gazdinstvo je sistem koji sjedinjuje tri celine:

1. Kuću
2. Plastenik
3. Solarne ćelije

Izvršena je digitalizacija već pomenutih segmenata u cilju olakšavanja svakodnevnog života jednog domaćinstva. *Raspberry Pi*[2] platforma nam je poslužila kao hardverska osnova za izradu projekta.

II. PRINCIP RADA

Raspberry Pi [2], na kome je podignut web server (*Flask*[3]) ima fiksnu IP (Internet Protokol) adresu u okviru lokalne mreže. Našoj aplikaciji za upravljanje gazdinstvom pristupamo kucanjem njegove lokalne IP adrese u web pretraživaču. Kada hoćemo da pristupimo aplikaciji sa interneta unosimo adresu sa WAN (Wide Area Network) porta našeg rutera (našu internet adresu). Aplikacija sadrži formu za logovanje posle koje se ulazi na stranicu sa izborom segmenta kojim želimo da upravljamo. Prijavljivanjem na server dobijate mogućnost odabira kojom celinom želite da upravljate:

Pametni plastenik: Izborom pametnog plastenika možemo da odaberemo da li želimo ručno da upravljamo njime ili da softver obavlja upravljanje automatski.

Automatski mod. Pre pokretanja automatskog moda unose se parametri po kojima će raditi (temperatura, vlažnost zemljišta, vlažnost vazduha…). Senzori očitavaju vrednosti i porede ih sa zadatim. Ukoliko su vrednosti van opsega parametara biće pokrenute određene funkcije. Prvo senzor za temperaturu registruje trenutno izmerenu temperaturu i poredi je sa zadatom vrednošću. Ukoliko je temperatura manja od zadate, pali se sijalica koja će raditi narednih 5 sekundi, ukoliko je temperatura veća od zadate pali se ventilator koji radi u narednih 5 sekundi. Drugi senzor služi za merenje vlažnosti zemljišta. Ukoliko je vlažnost manja od zadate pokreće se pumpa za vodu i navodnjava se zemlja.

Servisni mod. Isti je postupak kao kod automatskog moda, samo što se posle svake izvršene komande ne vrši ponovno merenje, sve dok korisnik ponovo ne klikne na dugme za merenje, a potom i ostale potrebne akcije. On služi za hitne intervencije i testiranje sistema. Ovim modom može da upravlja samo korisnik sa administratorskim pravima pristupa.



Slika 1. Pametni plastenik.

Pametna kuća. Izborom pametne kuće dobijate izbor funkcija koje želite da izvršite u kući:

Paljenje i gašenje svetala. Postoji 4 dugmeta za paljenje i gašenje svetala u kući. Kada se klikne na neko od njih gde piše "*on*" dioda u sobi se pali i tekst dugmeta se menja na "*off*". Ponovnim klikom na dugme diode se gase i tekst se menja na "*on*". Takođe postoji još dva dugmeta koja služe da se sva svetla u kući upale ili ugase.

Otvaranje i zatvaranje kapije. Klikom na dugme "*otvori kapiju*" pokreće se servo motor koji se rotira za 90 stepeni i otvara kapiju. Tekst dugmeta se menja na "*zatvori kapiju*". Sledećim klikom servo motor se pokreće i vraća u početni položaj i kapija se zatvara. Tekst dugmeta vraća se na "*otvori kapiju*".

Otvaranje i zatvaranje garaže. Ova funkcija radi po istom principu kao i otvaranje i zatvaranje kapije.

Solarne ćelije. Ovim delom pametnog gazdinstva korisnik neće moći da upravlja preko aplikacije. Moći će da vidi koliki napon i struju oni daju. Merenje se vrši pomoću *INA219* [7] senzora koji meri struju i napon na solarnim panelima.

U projekat je ugrađen i *solar tracker* koji se sastoji iz 4 fotootpornika i servo motora koji se rotira dokle god osvetljenost sunca ne bude ista na sva 4 fotootpornika.

Mihajlo Savić, Srđan Mihajlovic, Vladimir Vozar, Jovana Kačavenda, Slobodan Jeremić, Dejan Barcal, Sara Todorović i Sara Kuzman, učenici četvrtog razreda smera – Elektrotehničar informacionih tehnologija – ogled, Elektrotehnička škola „Mihajlo Pupin", Futoška 17, 21102 Novi Sad, Srbija, E-mail: justdoit0508@gmail.com

Ovaj segment će služiti za akumulaciju električne energije u neku vrstu baterije (akumulator) koji korisnik može da koristi za napajanje uređaja po njegovoj želji (punjenje telefona, napajanje svetiljki u slučaju nestanka struje, itd.).



Slika 2. Pametna kuća.

III. IMPLEMENTACIJA

A. Hardverska implementacija

Prva stavka koja nam je potrebna za implementaciju hardvera je *Raspberry Pi 3* mikro računar (Slika 3). *Raspberry Pi* je *single-board* kompjuter veličine kreditne kartice.



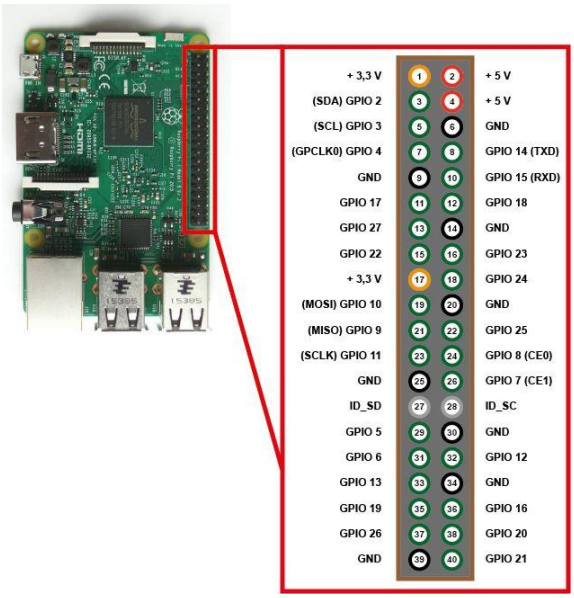
Slika 3. Izgled *Raspberry P*i 3[2] kompjutera.

Kao operativni sistem koristi *Raspbian*. Koristi 1200 MHz quad-core *ARM Cortex-A53* procesor. Poseduje memoriju od 1GB. Za skladištenje koristi *MicroSDHC* slot kao i njegovi prethodnici. Grafiku predstavlja *Broadcom VideoCore IV* ali na većim *clock* frekvencijama. Snaga za napajanje ovog modela iznosi 4.0 W. Moćna karakteristika *Raspberri Pi*-a je red GPIO (*general-purpose input/output*) igala duž gornje ivice ploče. 40-pinsko GPIO zaglavlje se nalazi na svim trenutnim pločama *Raspberry Pi*-a i pinovi imaju određeni raspored (Slika 4).

Nakon *Raspberry Pi 3* kompjutera potrebno nam je nekoliko releja koje koristimo kako bismo prespojili različite šeme.

Potrebne komponente za realizaciju projekta su:

- senzor za merenje temperature
- senzor za merenje vlažnosti zemljišta



Slika 4. Raspored GPIO pinova.

Komponenta koja služi za otvaranje vrata i kapije kao i rotaciju *solar tracker-a* je servo motor koji može da se okreće u obe strane u zavisnosti od ugla za rotaciju koji mu zadamo. Komponente za pretvaranje solarne energije u električnu su solarne ćelije. *LCD (Liquid Cristal Display)* nam pokazuje trenutno stanje 4 diode u kući (koje od njih su upaljene a koje ugašene). Tu su i ostale elektronske komponente poput žica, *Light Emitting* dioda i raznih vrsta otpornika koje nam služe za povezivanje, signalizaciju i zaštitu od kratkog spoja.



Slika 5. Solarne ćelije i servo motori

B. Softverska implementacija

Softverska implementacija počinje od izrade izgleda sajta. To uključuje izradu početne forme za logovanje, gde korisnik unosi svoj username i password. Nakon toga pravimo stranicu za izbor segmenta kojim korisnik želi da upravlja i posebne stranice za svaki od gore navedenih

segmenata. Posle dizajnerskog posla na red dolazi programiranje svake komponente posebno.

Aplikacija je hostovana na server kao što je objašnjeno u principu rada ovog projekta. Server je podignut kao *Flask* web server [3]. *Flask* je *mikro web framework* napisan u Python-u [1]. Nakon podizanja servera implementirana je funkcionalnost sajta pisanjem koda u Python-u[1].

Za paljenje i gašenje releja, senzora i *Light Emitting* dioda (sijalica) koristimo *GPIO* pinove koje kontrolišemo pomoću funkcija iz biblioteke *Rpi.GPIO* koja služi za rad sa pinovima.

IV. ZAKLJUČAK

Upotreba pametnog gazdinstva je metod koji automatizuje i optimizuje održavanje domaćinstva. U ovom projektu je korišćen *Raspberry Pi* koji je stabilna platforma zadovoljavajućeg kvaliteta i pristupačne cene. Operativni sistem i razvojni alati su besplatni što dodatno pojeftinjuje ceo sistem, a ne smanjuje visok nivo pouzdanosti.

ZAHVALNICA

Zahvaljujemo se profesorima i mentorima Branislavu Ušanu i Jovi Pavloviću na usmeravanju ka izradi ovog projekta. Zahvaljujemo se i profesorici Danijeli Radmilović na asistenciji pri izradi sajta.

LITERATURA

[1] Python. Dostupno na: https://www.python.org/doc/
[2] Raspberry Pi. Dostupno na: https://www.raspberrypi.org
[3] Flask. Dostupno na: http://flask.pocoo.org/docs/1.0/api/
[4] HTML. Dostupno na: https://www.w3schools.com/html/default.asp
[5] CSS. Dostupno na: https://www.w3schools.com/css/default.asp
[6] Java Script. Dostupno na: https://www.w3schools.com/js/default.asp
[7] Ina219 current senzor za merenje struje i napona na solarnim panelima. Dosupno na: https://cdn-learn.adafruit.com/downloads/pdf/adafruit-ina219-current-sensor-breakout.pdf

LoRaWAN meteorološka stanica

Miloš Zeljko, Sergej Madić, Branislav Vukoman, Živko Prolić

Sadržaj – U ovom radu je prikazan rad *LoRaWAN* meteorološke stanice, kao i princip rada *LoRaWAN* tehnologije za bežičnu komunikaciju na veliku udaljenost.

I. Uvod

Cilj projekta je da se podaci dobijeni merenjem senzora iz „Meteorološke Stanice“ pomoću *LoRaWAN* tehnologije pošalju sa lokacije koja je teško pristupačna ili na kojoj ne postoji mogućnost povezivanja na internet, na veb sajt odakle će biti na raspolaganju.



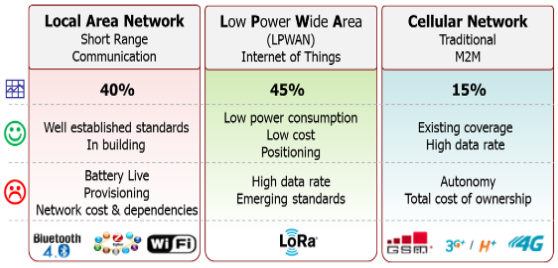
Slika 1. Komponente *LoRaWAN* meteorološke stanice.

II. Princip rada

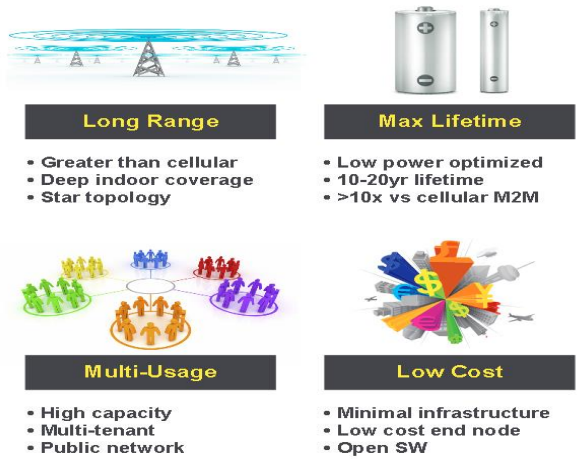
A. LoRaWAN

LoRaWAN je mrežni protokol male snage, širokog područja (*LPWA*) koji je dizajniran da bežično povezuje stvari sa baterijama na internet u regionalnim (Slika 2.), nacionalnim ili globalnim mrežama. Omogućava realizaciju ključnih zahteva *Internet of Things* (IoT) kao što su dvosmerna komunikacija, mobilnost, *end-to-end* bezbednost i usluge lokalizacije (Slika 3.) [3].

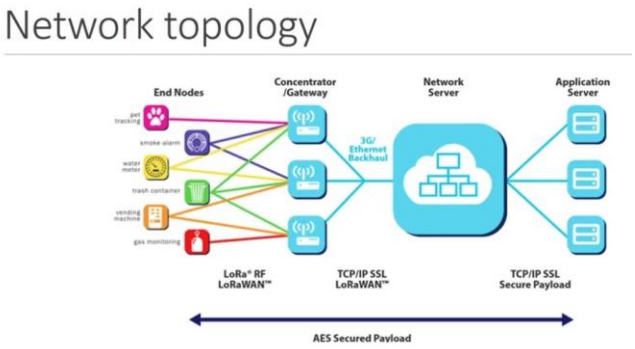
LoRaWAN mrežna arhitektura postavljena je u topologiju zvezde (Slika 4.), u kojoj *Gateway* uređaji prenose poruke između krajnjih uređaja i centralnog mrežnog servera. *Gateway* uređaji su povezani na mrežni server preko standardnih IP veza i deluju kao transparentni most. Njihova uloga je da pretvaraju PF pakete u IP pakete i obrnuto. Bežična komunikacija koristi prednost „*Long Range*“ karakteristiku fizičkog spoja, omogućavajući povezivanje sa jednim slanjem, između krajnjeg uređaja i jednog ili više *Gateway*-eva [3].



Slika 2. Poređenje *LoRaWAN* mreže sa ostalim mrežama.



Slika 3. Prednosti LoRaWAN mreže.



Slika 4. Prikaz *LoRaWAN* topologije.

Miloš Zeljko, Sergej Madić i Branislav Vukoman, učenici četvrtog razreda smera - Elektrotehničar informacionih tehnologija - ogled, Elektrotehnička škola „Mihajlo Pupin“, Futoška 17, 21102 Novi Sad, Srbija, E-mail: miloszeljko00@gmail.com, sergejmadic01@gmail.com, branislav.vukoman@gmail.com

Živko Prolić, učenik drugog razreda smera - Elektrotehničar informacionih tehnologija - ogled, Elektrotehnička škola „Mihajlo Pupin“, Futoška 17, 21102 Novi Sad, Srbija, E-mail: zivko.prolic28@gmail.com

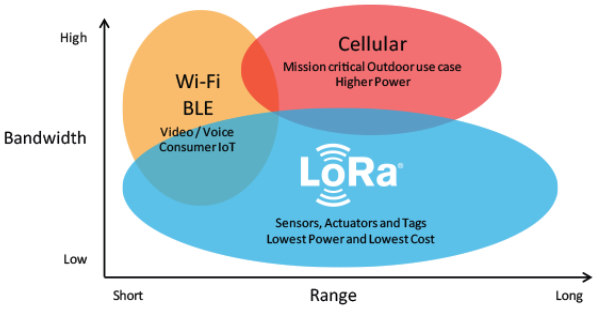
B. Softverska realizacija

U projektu je korišćena *LoRaWAN* tehnologija za komunikaciju između „Meteorološke Stanice“ i veb sajta www.allthingstalk.com. Podaci sa veb sajta se mogu preuzeti i dalje obrađivati.

Kod je rađen u *Arduino IDE* i napisan je u C jeziku. U razvoju aplikacije korišćene su sledeće biblioteke: *AllThingsTalk Arduino LoRaWAN SDK* i *AllThingsTalk Arduino LoRaWAN RDK [1]*.

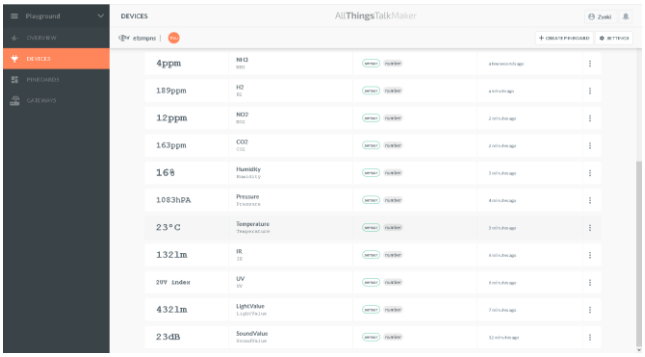
U njima se nalaze već unapred odrađeni šabloni za uspostavljanje komunikacije sa *AllThingsTalk* [6] veb platformom, te samim tim nam je olakšan prenos podataka do krajnjeg korisnika.

Podaci se šalju binarno, na svakih 5 min. Takođe je poželjno da paketi budu što manji jer *LoRaWAN* je protokol male snage, gde se brzina prenosa podataka žrtvuje za manju potrošnju električne energije i veći domet same mreže, od nekoliko kilometara u gustim gradskim područjima, a u ruralnim područjima može da ima domet od čak 15 do 30 km (slika 5.) [3].



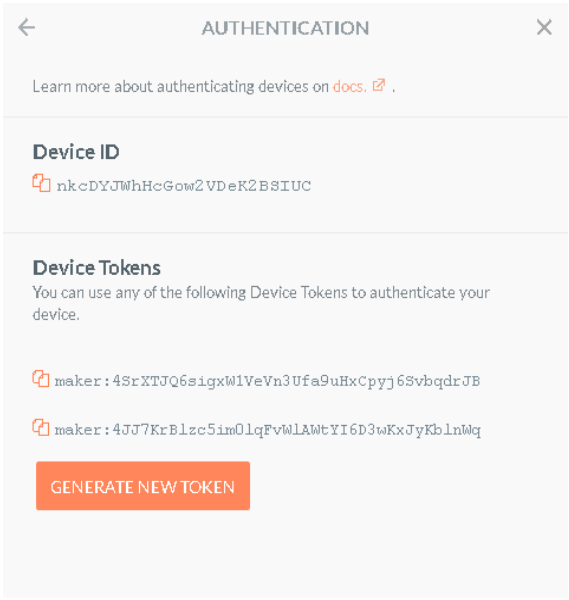
Slika 5. Poređenje brzine i dometa bežičnih mreža.

Poslati podaci se beleže u bazu podataka veb sajta, odakle ih posle pomoću *API* zahteva uz pomoć *Device Token*-a, koji dobijamo od sajta, možemo preuzimati u realnom vremenu(Slika 6.). *Device Token* je niz karaktera (npr. *maker:4IwyOn7VlzyzU05zGzu0L08VTOG82GqwhiD5Hdw1*) kojim potvrđujemo da imamo dozvolu da preuzmemo tražene podatke i da ih možemo koristiti (Slika 7.).



Slika 6. Prikaz pristiglih podataka na web sajtu.

Dodatni *Device Token*-i se uvek mogu generisati preko veb sajta (Slika 7.).



Slika 7. Generisanje *Device Tokens*.

Pored očitanih vrednosti na sajtu se beleži i vreme očitavanja vrednosti tako da se mogu kreirati grafici u realnom vremenu.

C. Hardverska realizacija

Za potrebe projekta korišćen je *Sodaq Mbili* sa *LoRaWAN MicroChip*-om [4] na čije su pinove povezani sledeći senzori:

a) Svetlosni senzor
b) Barometar
c) Senzor za zvuk
d) *Multichannel Gas* senzor
e) Senzor za prašinu

A) Svetlosni senzor meri ambijentalno osvetljenje, infracrvene zrake i ultraljubičaste zrake [5].

Asset	Value Range	Unit
Ambient (visible) light	0 – 1500	Lumen(lm)
IR light	0 – 1500	Lumen(lm)
UV light	0 – 12	UV index

B) Barometar meri pritisak, temperaturu i vlažnost vazduha [5].

Asset	Value Range	Unit
Temperature	-50/+50	°C
Pressure	900 – 1100	hPa
Humidity(relative)	0 – 100	%

C) Senzor za zvuk meri jačinu zvuka iz okruženja [5].

Asset	Value Range	Unit
Sound	0 – 100	dB

D) *Multichannel Gas* senzor meri prisustvo raznih gasova u vazduhu [5].

Asset	Value Range	Unit
Carbon monoxide(CO)	0 – 12800	ppm
Nitrogen dioxide(NO2)	0 – 12800	ppm
Hydrogen(H2)	0 – 12800	ppm
Ammonia(NH3)	0 – 12800	ppm
Methane(CH4)	0 – 12800	ppm
Propane(C3H8)	0 – 12800	ppm
Butane(C4H10)	0 – 12800	ppm
Ethanol(C2H5OH)	0 – 12800	ppm

E) Senzor za prašinu meri količinu prašine u vazduhu [5].

Measured values, effects on human health and recommendations

Fine Dust (by weight)	Approx. number of fine dust particles per liter of air	Health Effects	Recommendations
0 µg/m³ to 9.9 µg/m³	0 - 30'000	No negative health effects to be expected.	No special recommendations
10 µg/m³ to 19.9 µg/m³	30'001 - 60'000	No negative health effects to be expected.	No special recommendations
20 µg/m³ to 34.9 µg/m³	60'001 - 105'000	Hardly any negative health effects to be expected.	No special recommendations
35 µg/m³ to 49.9 µg/m³	105'001 - 150'000	Asthmatics and children with asthma may show cough and asthma symptoms when exposed to dust over a long period of time. People suffering from cardiac and vascular diseases may also show a worsening of symptoms.	Adults and children suffering from respiratory diseases and people suffering from cardiac and vascular diseases should reduce exposure to contaminated areas.
50 µg/m³ to 99.9 µg/m³	150'001 - 300'000	Long exposure can lead to irritations of the respiratory tract, coughs and headache	Time spent in contaminated areas should be reduced.
100 µg/m³ and higher	300'000+	Can lead to irritations of the respiratory tract, coughs and headache. The frequency of asthma attacks may increase.	Time spent in contaminated areas should be reduced to a minimum.

Slika 8. Vrednosti prašine u vazduhu i opasnost po zdravlje.

III. ZAKLJUČAK

U ovom projektu je predstavljena primena *LoRaWAN* tehnologije u prikupljanju podataka sa različitih senzora, koji se nalaze na udaljenim i nepristupačnim lokacijama, kao i njihovo prosleđivanje sa velike udaljenosti. Primenom ove tehnologije nema potrebe za naprednom i skupom infrastrukturom koju bi zahtevale ostale bežične mreže. Upotrebom *LoRaWAN* tehnologije za prenos podataka bežično, štedi se energija krajnjeg uređaja, što je veoma značajno jer uređaj napaja baterija dugog radnog veka. U praktičnoj realizaciji krajnjem uređaju koji se nalaze na nepristupačnim lokaciji omogućavamo red potrebu za punjenjem, odnosno zamenom baterije.

ZAHVALNICA

Zahvaljujemo se prof. Branislavu Ušanu i prof. Danijeli Radmilović, kao našim mentorima, na izdvojenom vremenu, sugestijama i pomoći pri ispitivanju, realizaciji i pisanju rada.

LITERATURA

[1] *All Things Talk* sajt. Dostupno na: https://www.allthingstalk.com/
[2] *The Things Network* sajt. Dostupno na: https://www.thethingsnetwork.org/
[3] Informacije o *LoRaWAN* tehnologiji. Dostupno na: https://lora-alliance.org/about-lorawan
[4] Informacije o *Sodaq mbili* mikrokontroleru. Dostupno na: https://support.sodaq.com/sodaq-one/sodaq-mbili-1284p/
[5] Informacije o senzorima. Dostupno na: http://docs.allthingstalk.com/tutorials/sensors-and-actuators/
[6] Instrukcije za podešavanje *LoRaWAN* mreže. Dostupno na: http://docs.allthingstalk.com/tutorials/setup-lora-rapid-development-kit/

SMS Server

Sergej Madić, Branislav Vukoman, Miloš Zeljko, Marko Čobanov

Sadržaj – U ovom radu je prikazan princip rada SMS (*Short Message Service*) servera kao i njegova implementacija u aplikaciji za slanje SMS poruka, koja se koristi za komunikaciju u našoj školi.

I. UVOD

Server je u oblasti informacionih tehnologija računarski sistem koji pruža usluge drugim operativnim računarskim sistemima – klijentima. Komunikacija između servera i klijenta odvija se putem računarske mreže.

Pojam servera se najčešće odnosi na ceo računarski sistem, ali se ponekada koristi samo za hardver ili softver takvog sistema. Klijent i server zajedno obrazuju klijent-server mrežnu arhitekturu.

A. Server kao hardver

Kada se pod pojmom server podrazumeva računar (hardver), to se, uglavnom, odnosi na računar koji obavlja serverske poslove.

B. Server kao softver

Server kao program (softver) podrazumeva da od klijenta preko mreže prima zahteve, obrađuje ih i opet preko mreže šalje odgovore klijentu. Programi koji se koriste na serverima su posebno razvijani za serverske operativne sisteme i potrebe server/klijent okruženja.

II. PRINCIP RADA

Princip rada SMS servera je definisan načinom rada računara koji šalje SMS poruke putem GSM/GPRS (*General Packet Radio Service*) modema[1]. Ovaj uređaj spada u bežične modeme koji rade sa GSM/GPRS bežičnim mrežama. On je sličan *dial-up* modemu. Glavna razlika je što bežični modem prenosi podatke putem bežične mreže, dok *dial-up* modem prenosi podatke preko bakarnih parica. Većina poruka se na kraju usmerava u mreže mobilnih telefona.

GSM/GPRS modem (Slika 1) ima slot u koji se smešta SIM kartica (*Subscriber Identity Module*) i poveže se na server. Modem omogućava slanje i primanje tekstualnih SMS poruka putem aplikacija korišćenjem jedinstvenog identifikatora iz SIM kartice.

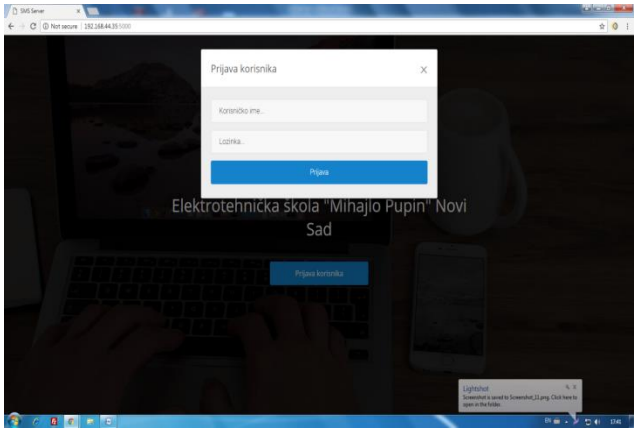
Sergej Madić, Miloš Zeljko, Branislav Vukoman i Marko Čobanov, učenici četvrtog razreda smera - Elektrotehničar informacionih tehnologija - ogled, Elektrotehnička škola „Mihajlo Pupin“ - Futoška 17, 21102 Novi Sad, Srbija, E-mail: sergejmadic01@gmail.com



Slika 1. Primerak 3G (*3rd generation*) modema.

Sam SMS server je na LAN (*Local Area Network*) mreži. Klijent pristupa veb aplikaciji preko lokalne mreže (na ruteru se može dozvoliti i pristup spolja - putem interneta) u kojoj server ima svoju IP adresu. Aplikaciji se pristupa preko *Web Browser*-a, prva strana sadrži formu za logovanje (Slika 2). Nakon logovanja ulazi se u aplikaciju u kojoj su implementirana određena prava pristupa.

Forma za logovanje je implementirana za korisnike i administratora koji imaju različit nivo pristupa aplikaciji.



Slika 2. Forma za logovanje u aplikaciju.

A. Korisnik

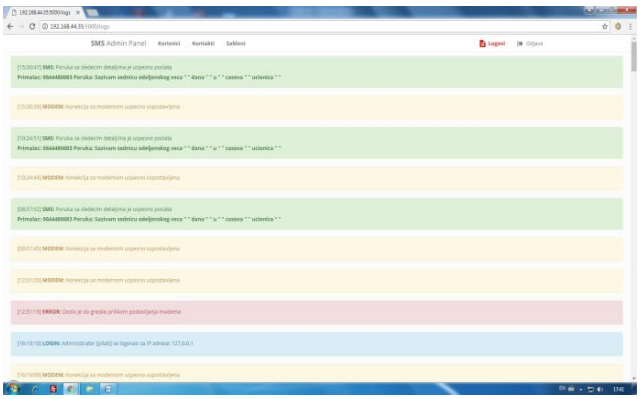
Korisnik dobija nivo pristupa na osnovu pozicije koju ima u firmi. Kao primer uzeta je škola. Direktor škole je u mogućnosti da pošalje poruku bilo kome u okviru škole (predmetnim profesorima, članovima uprave,

nastavnicima...) dok, na primer, odeljenjski starešina može da pošalje poruku članovima odeljenskog veća, roditeljima i učenicima…

Podela nivoa pristupa se završava sa učenicima kojima je jedina uloga u sistemu da primaju poruke.

B. Administrator

Administrator je u mogućnosti da kreira, briše i vrši izmene korisnika i njihovih prava. Takođe, ima uvid u logove (Slika 3) koji prikazuju saobraćaj SMS poruka kao i sva logovanja korisnika. Logovi sadrže informacije o vremenu slanja, statusu poruke, i samom sadržaju kao i destinaciji.



Slika 3. Logovi poruka.

III. IMPLEMENTACIJA

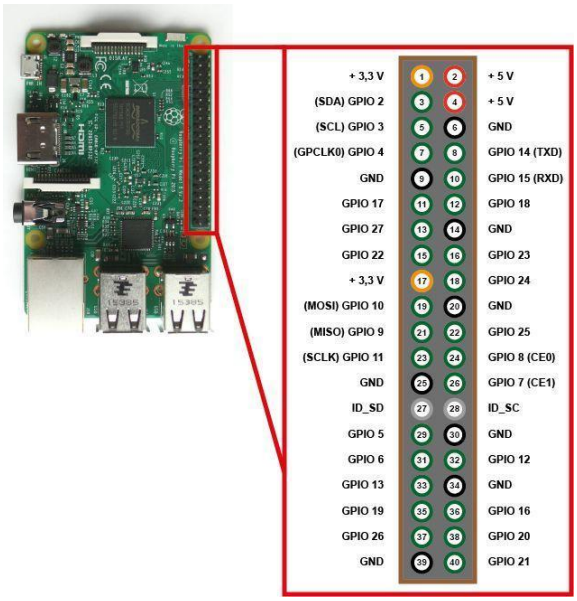
A. Hardverska implementacija

Implementacija hardvera počinje od nabavke računara koji će služiti kao server. U ovom projektu izabran je *Raspberry Pi 3* (Slika 4). *Raspberry Pi*[2] je *single-board* kompjuter veličine kreditne kartice.



Slika 4. Izgled *Raspberry Pi* 3 kompjutera.

Operativni sistem ovog uređaja je *Raspbian*. Koristi se 1200 MHz quad-core *ARM Cortex-A53* procesor. Poseduje memoriju od 1GB. Za skladištenje podataka koristi se memorijska kartica u *MicroSDHC* slot kao i kod njegovih prethodnika. Grafiku predstavlja *Broadcom VideoCore IV* ali na većim *clock* frekvencijama. Snaga za napajanje ovog modela iznosi 4.0W. Moćna karakteristika *Raspberri Pi*-a je red GPIO (*general-purpose input/output*) igala duž gornje ivice ploče. Zaglavlje sa 40 GPIO pinova se nalazi na svim trenutnim pločama *Raspberry Pi*-a i pinovi imaju određeni raspored (Slika 5).

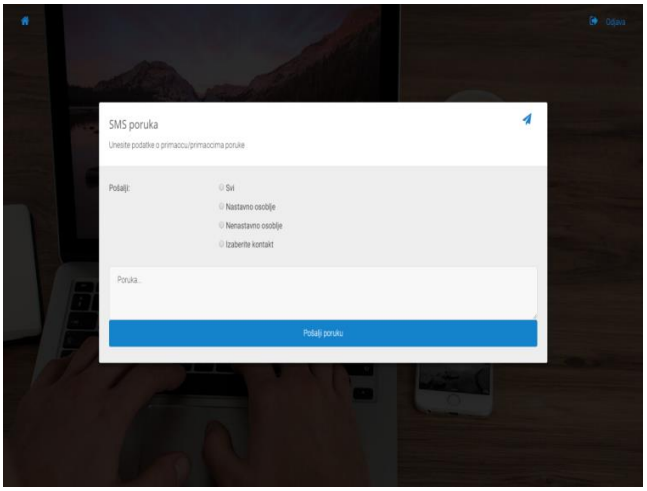


Slika 5. Raspored GPIO pinova.

3G modem[3] (Slika 1) ima slot u koji se ubaci SIM kartica i poveže na *Raspberry Pi* (uređaj koji služi kao server). Modem se priključuje na USB port servera .

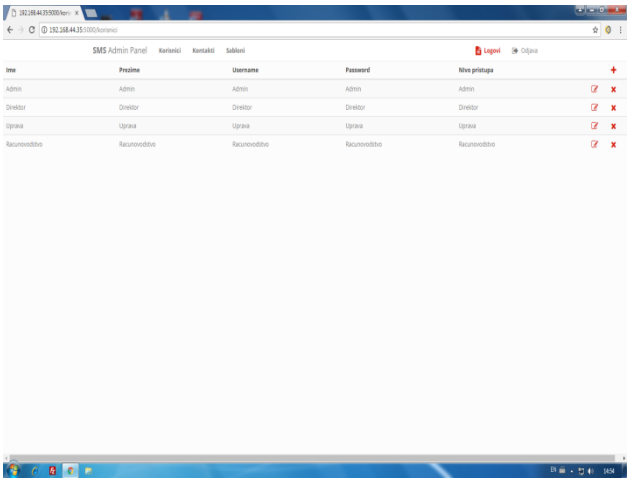
B. Softverska implementacija

Softverska implementacija počinje od izrade izgleda veb stranica. To uključuje izradu početne forme za logovanje, administratorskog panela, panela sa korisnicima (Slika 7), panela sa kontaktima i panela šablona poruka. Što se tiče korisnika treba izraditi početnu stranu korisnika sa formom za slanje poruke (Slika 6) sa svim potrebnim opcijama.



Slika 6. Forma za slanje poruke.

Uz veb aplikaciju kreirana je i baza podataka. U bazi čuvaju se podaci o korisnicima (ime, prezime, broj mobilnog telefona, korisnička grupa), nalozima i šablonima poruka. Bazu je potrebno popuniti u skladu sa tipom podataka svakog polja koje se popunjava. Baza je kroz implementaciju programskog koda povezana sa formama veb strane. U formama je primenjena odgovarajuća kontrola unosa podataka u polja.



Slika 7. Panel sa korisnicima.

Veb server je u LAN mreži kao što je objašnjeno opisu principa rada ovog projekta. Server je tipa *Flask*[4]. Nakon podizanja servera implementirana je funkcionalnost veb aplikacije pisanjem koda u *Python*-u[5].

Klijent šalje poruke tako što pristupi veb aplikaciji putem Browser-a sa lokalne mreže na kojoj server ima svoju IP adresu. Kao što je već rečeno, protok poruka sa servera ostvaruje preko GSM/GPRS modema koji je na server povezan preko USB porta. Instrukcije koje se koriste za kontrolu GSM/GPRS modema nazivaju se AT komande. (AT naredbe se takođe koriste za kontrolu *dial-up* modema za žičani telefonski sistem.) Dial-up modemi, mobilni telefoni i GSM/GPRS modemi podržavaju zajednički skup standardnih AT komandi[6]. Pored ovog zajedničkog skupa standardnih AT komandi, mobilni telefoni i GSM/GPRS modemi podržavaju prošireni skup AT komandi. Jedna od takvih komandi je kontrola slanja i prijema SMS poruka.
U nastavku je prikazan jednostavan primer koji pokazuje kako se koriste AT naredbe i Terminal za slanje SMS tekstualne poruke. Linije sa podebljanim slovima su komandne linije koje treba uneti u Terminal. Ostale linije su odgovori GSM/GPRS modema na instrukcije.

```
AT
OK

AT+CMGF=1
OK

AT+CMGW="+85291234567"
   > A simple demo of SMS text
   messaging.
+CMGW: 1
OK

AT+CMSS=1
+CMSS: 20
OK
```

Kroz AT komande slične navedenom primeru ostvarujemo slanje SMS poruka. Za kraj potrebno je implementirati upravljanje sa bazama preko formi koje se nalaze na veb strani.

V. Zaključak

Upotreba SMS servera za komunikaciju je brz i lak način za razmenu obaveštenja unutar neke firme. Kroz ovu dokumentaciju možemo uočiti par prednosti. Najveća prednost ovakvog sistema je u tome, što se može sa radnog mesta poslati SMS velikom broju korisnika, veoma lako i jednostavno sa računara. Takođe mnogi ljudi ne koriste smart telefone i navikli su na SMS, tako da se aplikacija može iskoristiti za slanje kratkih obaveštenja takvim korisnicima.

Zahvalnica

Zahvaljujemo se profesoru i mentoru Branislavu Ušanu na usmeravanju ka izradi ovog projekta. Zahvaljujemo se i profesorici Danijeli Radmilović na asistenciji pri izradi *Web* sajta.

Literatura

[1] GPRS. Dostupno na:
http://www.3gpp.org/technologies/technologies
[2] *Raspberry Pi.* Dostupno na:
https://www.raspberrypi.org/documentation/

[3] 3G Modem. Dostupno na: https://escapologybb.com/send-sms-from-raspberry-pi/
[4] Flask. Dostupno na: http://flask.pocoo.org/docs/1.0/
[5] *Python.* Dostupno na: https://www.python.org/doc/
[6] AT komande. Dostupno na: https://www.developershome.com /sms/atCommandsIntro.asp

Calmy - Aplikacija protiv anksioznosti

Ivana Krstić, Nenad Đorđević, Stefan Dimitrijević

Sadržaj - U Srbiji sve je više mladih koji boluju od anksioznosti i napada panike, što je uglavnom posledica stresa i brzih i velikih promena, zbog kojih je čovek doveden u situaciju da se naglo prilagođava na nove uslove. Aplikacijom autori žele pomoći sugrađanima da se sa ovim napadima izbore i prevaziđu svoje strahove pmoću pravilnih vežbi disanja i pozitivnih misli.

I. UVOD

A. O nastanku aplikacije

Aplikacija Calmy je originalno delo autora, dok je ideja o njoj nastala 2016. godine, zbog nedostatka ovakvih aplikacija na srpskom jeziku. Tada realizacija nije u potpunosti sprovedena. Motivacija za izradu ove aplikacije potiče iz svakodnevnog života gde se svakim danom ljudi susreću sa stresom u školi, na poslu, kod kuće... Želja autora je da smanje pojavu anksioznih poremećaja i svakodnevni stres ljudi u njihovoj blizini. Realizacija aplikacije odrađena je u saradnji sa studentskom organizacijom SICEF.

B. Šta je anksioznost?

Anksioznost i panični napadi su rezultat nagomilanog stresa sa kojim um pokušava da se izbori.

Ona je stanje unutrašnje uznemirenosti i straha da će se nešto strašno dogoditi uz napetost i nemir. Nije vezana ni za šta konkretno, a osoba često ima osećaj da će izgubiti kontrolu nad sobom.

Ljudi sa anksioznim poremećajem imaju pogrešno uverenje da je život opasan i da treba da se zaštite od opasnosti koja nije realna što izaziva niz telesnih simptoma.

Simptomi anksioznosti mogu biti: [1]

- vrtoglavica, osećaj lebdenja, nesvestica koja vodi ka panici
- pritisak u grlu i grudima, kratko i ubrzano disanje
- ubrzani rad (lupanje) srca sa senzacijama aritmije
- talasi vrućine praćeni osećajem straha, anksioznosti
- opsesivna briga, neželjene misli i preznojavanje

Nenad Đorđević, Ivana Krstić i Stefan Dimitrijević su članovi Studentskog Inovacionog Centra Elektronskog Fakulteta (SICEF), Elektronski fakultet, Aleksandra Medvedeva 14, 18000 Niš, Srbija. Email:djordjevic.nenad@elfak.rs, stefanstele95@hotmail.com, iva.krstic55@gmail.com

Rad na anksioznosti u terapiji započinje upoznavanjem i razumevanjem sopstvenog osećanja. Osoba postaje svesna na koji način sprečava normalno disanje, i time kreira anksioznost. Tokom rada osoba se osvešćuje koja su to uzbuđenja koja ne može da prihvati i preuzima odgovornost za stanje u kome se nalazi jer uči na koji način ona sama kreira opasnost, i u tom procesu shvata da opasnost ne dolazi od spoljašnjih efekata.

II. PRINCIP RADA

A. Funkcionisanje aplikacije

Pokretanje aplikacije je jednostavno i to klikom na ikonicu sa početnog ekrana Android ili Apple telefona. Početni ekran aplikacije prikazuje korisniku opuštajuću animiranu pozadinu sa 4 opcije koje korisnik može izabrati i u svakom trenutku umiriti svoju anksioznost.

B. Animirana pozadina

Aplikacija ima animiranu pozadinu opuštajućeg efekta kao što su morski talasi, svetloplavo nebo i vodopad. Sve ovo simboliše stvari koje su veoma bitne u životu kao što su kiseonik i voda. Uz to pozadine odaju efekat mira i spokoja kako bi pružili korisniku vizeulni efekat mira odmah pri pokretanju aplikacije. Animirane pozadine se mogu menjati u Podešavanju i to korisnik može raditi koliko puta želi u toku dana. Takođe korisnik ima opciju ubacivanja svojih animiranih pozadina. Ove pozadine za cilj imaju i da korisniku aplikacije pokažu sve lepote ovog sveta i podstaknu ga na pozitivne misli.

C. Melodije u aplikaciji

Kako zvuk ima veoma bitan deo u ljudskim životima u ovoj aplikaciji ubačene su relaksirajuće melodije morskih talasa, kiše i strujanja vazduha. Melodije u aplikaciji se menjaju u zavisnosti od pozadine. Svaka pozadina ima svoju melodiju koja podstiče korisnika na mir. U svakom trenutku korisnik može isključiti opciju zvuka klikom na ikonicu zvučnika u gornjem levom uglu.

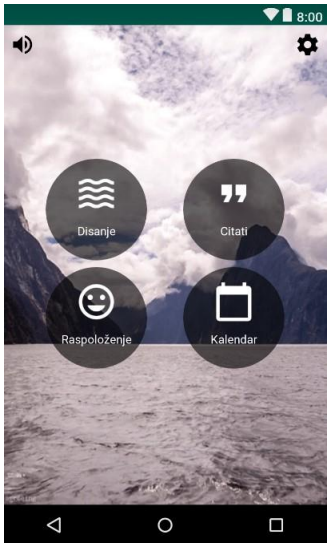
D. Boje aplikacije

Boje u aplikaciji su određene tako da imaju nežnu notu i da su prijatne za gledanje prilikom korišćenja aplikacije. Mogućnost biranja boje pruža korisniku priliku da modifikuje aplikaciju po svom ukusu. Početna boja aplikacije je neutralna crna koja se može promeniti u

Podešavanju u svakom trenutku. Ostale dostupne boje su svetlozelena, umirujuća narandžasta i morsko plava boja.

E. Opcija Podešavanje

Klikom na dugme u gornjem desnom uglu korisnik ulazi u podešavanja aplikacije gde može menjati animiranu pozadinu, boju aplikacije, saznati više o anksioznosti i napadima panike kao i uputstvo kako koristiti aplikaciju i objašnjenje o mogućnostima koje bira na početnom ekranu.



Slika 1. Početni ekran aplikacije.

F. Četiri opcije aplikacije

Na početnom ekranu aplikacije postoje 4 opcije koje pružaju korisniku mogućnost da se preko njih izbori sa teskobama u tom trenutku.

1. Opcija – Disanje

Vežbe disanja su tehnike pomoć kojih se svaki čovek može osloboditi stresa brzo, efikasno i jeftino. Nakon biranja prve opcije aplikacije – Disanje, pojaviće se pulsirajući krug koji označava kada korisnik treba udahnuti i izdahnuti vazduh. Iako postoji nekoliko tehnika disanja u aplikaciji je odabrana jedna od najčešće korišćenih tehnika nazvana „Jednaka tehnika disanja". Kod ove tehnike korisnik udiše na nos četiri sekunde, a zatim izdiše kroz nos, takodje četiri sekunde.

Pulsirajući krug upravo predstavlja ovu tehniku – uvećavanje kruga označava udisaj dok smanjivanje kruga označava izdisaj. Krug prati tehniku disanja i svaki interval je jednak 4 sekunde.

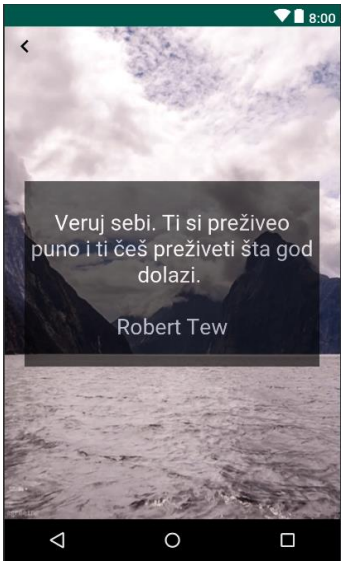
2. Opcija – Citati

Sve u životu se svodi na nešto što se zove zakon privlačnosti, teoriju koju je popularizovala knjiga „Tajna" Ronde Bajrn iz 2006. godine. Teorija glasi: "O čemu razmišljamo, to privlačimo." To je ideja da možemo privući sve što želimo u naše živote vizualizacijom željenih rezultata, koristeći afirmacije. Opcija Citati pruža upravo to korisniku. Pozitivnim citatima poznatih i nepoznatih autora korisnik dobija dozu motivacije kada pogleda ove misli. Pozitivna afirmacija takođe redukuje stres i podiže samopouzdanje. Prilikom svakog pokretanja ove opcije citati se menjaju. Izgled ekrana se može videti na slici 2.

3. i 4. Opcija – Raspoloženje i Kalendar

Opcija aplikacije da prati raspoloženje u toku dana je veoma bitna za korisnika jer on može dobiti retrospektivu svojih osećanja i raspoloženja u toku dana i meseca. Korisnik ovom opcijom dobija detaljnu analizu svojih raspoloženja i u svakom trenutku može pogledati kako se osećao određenog dana što doprinosi boljoj analizi stresa korisnika i mogućnosti izbegavanja stresnih situacija. Korisnik unosi kada se u toku dana osećao stresno i zbog čega i bira nivo stresa koji je iskusio. U svakom trenutku korisnik može videti poslednjih mesec dana svog raspoloženja.

Opcija Kalendar prikazuje mesečni kalendar ovih raspoloženja bojenjem dana u crveno kada se korisnik osećao anksiozno i bojenjem dana u zeleno kada korisnik nije imao stresan dan ili napad anksioznosti



Slika 2. Ekran opcije Citati.

III. RAZVOJNO OKRUŽENJE APLIKACIJE

Kao razvojno okruženje korisćen je Android Studio, dok je kôd pisan u programskom jeziku Java. Podaci koje korisnik unosi, kao što su dnevna raspoloženja i neka podešavanja aplikacije, se čuvaju u lokalnoj SQLite bazi podataka.

IV. ZAKLJUČAK

Aplikacija Calmy namenjena je korisnicima koji se bore u bilo kojoj meri sa svakodnevnim stresom. Pruža korisnicima potrebnu motivaciju da nastave borbu sa napadima stresa a takođe im pruža i uvid u svoje ponašanje tokom meseci kao i na koje načine da se sa njima izbore. Aplikacija pre svega ima za cilj edukaciju svih ljudi o poremećajima anksioznosti i napadima stresa, a uz to pruža i rešenja u borbi sa ovim poremećajem.

ZAHVALNICA

Autori ovog projekta se ovom prilikom posebno zahvaljuju studentskoj organizaciji SICEF koja je obezbedila neophodni materijal i podršku za realizaciju ovog projekta i učešće na konferenciji IEEESTEC.

LITERATURA

[1] Anksioznost.rs, Dostupno na: https://www.anksioznost.rs
[2] Recporec.rs, Dostupno na: https://www.recporec.com/tekstovi/anksioznost/
[3] Antistresvodic.rs, Dostupno na: http://antistresvodic.rs/4-tehnike-disanja-koje-ce-vas- osloboditi-stresa-za-10-minuta-ili-manje/
[4] A.Vulić-Prtorić. Anksiozna osjetljivost: Fenomenologija i teorije, Suvremena psihologija 9 (2006) 2, 171-193, Pregledni članak. Odjel za psihologiju, Sveučilište u Zadru
[5] Senić R., Jovanović N. (2011). Strah od života - o anksioznosti i paničnim napadima. Beograd: Beoknjiga.
[6] Mentalnozdravlje.ba, Dostupno na: http://www.mentalnozdravlje.ba/uimages/pdf/anksiozniporemecaji.pdf

Modifikacija postojeće kontrole rada peći na pelet

Aleksa Čereković, Miloš Šovljanski, Marko Eršte

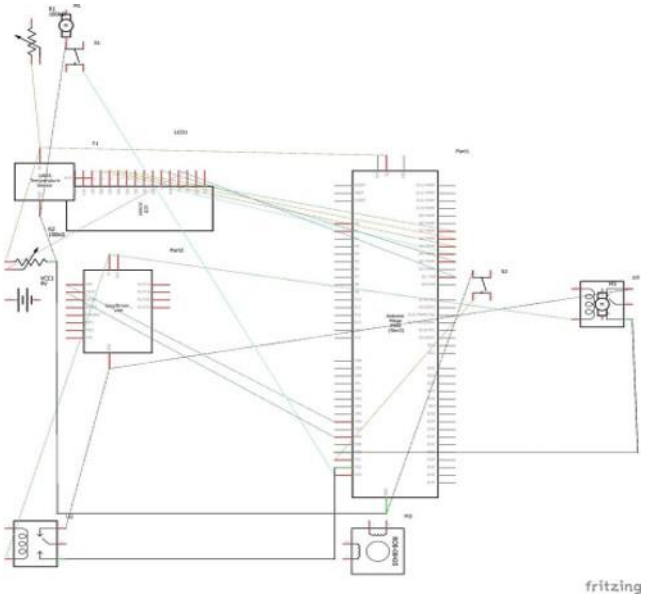
Sadržaj - Peć na pelet koja je poslužila za izradu ovog projekta, koristi se trenutno za grejanje jednog stambenog objekta. U ovom projektu je opisana modifikacija postojeće kontrole rada peći na pelet od 12 kW, proizvođača ″ALFA – PLAM″ - Vranje, upotrebom "Arduino" hardversko - softverske platforme. Cilj ove modifikacije je ekonomičnije korišćenje peći u grejnoj sezoni i smanjeno angažovanja korisnika za održavanje peći (čišćenje).

I. Uvod

Dosadašnji problemi pri upotrebi ove peći bilo su:

- loš način paljenje peleta, jer se merila temperaturu izduvnih gasova pomoću PT100 otpornika,
- nakon završetka rada nije mogla ponovo sama aktivirati zato što je proizvedeni pepeo pokrivao upaljač,
- čišćenje je moralo da se izvrši ručno.

Tako je i došlo do potrebe za modifikacijom kontrole rada peći koje su planirane i predmet su ovog rada. Kako bi se efekti nakon njihove primene na lokaciji gde je peć instalitrana što vernije prikazali, izrađena je maketa koja služi za prezentaciju. Na slici broj 1. prikazana je šema za izvršenu modifikaciju -



Slika 1. Blok šema veze za modifikaciju kontrole rada.

Miloš Šovljanski, Aleksa Čereković, Marko Eršte učenici IV razreda (usmerenje: Elektrotehničar procesnog pravljaja); Srednja elektrotehnička škola "Mihajlo Pupin" – Futoška 17; 2100 Novi Sad. E-mail: milos.sovljanski01@gmail.com, acaleksacerekovic@gmail.com, mareerste@gmail.com

II. Princip Rada Peći Na Pelet Sa Modifikofanom Kontrolom

Peć je dizajnirana tako da omogući indikaciju nivoa peleta pomoću vage koja se nalazi na dnu spremišta koje je namenjeno za skladištenje peleta. Pelet se pali ručno, a izvršenom modifikacijom je planirano da ubuduće nakon toga gotovo nema manuelnih radnji.

Pelet se pali preko upaljača koji radi na principu "ringle". A nakon što se pelet zapali novougrađeni senzor plamena (u maketi foto sensor) će registrovati plamen. Tada sa radom kreće ventilator koji u zavisnosti od brzine kontroliše jačinu plamena

Plamen potom zagreva vodu u kotlu čiju temperaturu meri PT100 otpornik. U istom kotlu je postavljen barometar koji meri pritisak. U slučaju da pritisak pređe dozvoljenu vrednost, peć se automatski gasi.

U kotlu se takođe nalazi i sigurnosni termostat koji služi da u slučaju neispravnosti glavnog PT100 otpornika, on zameni njegovo mesto i to ispiše na displeju da bi nam dao do znanja da treba da zamenimo neispravnu komponentu novom.

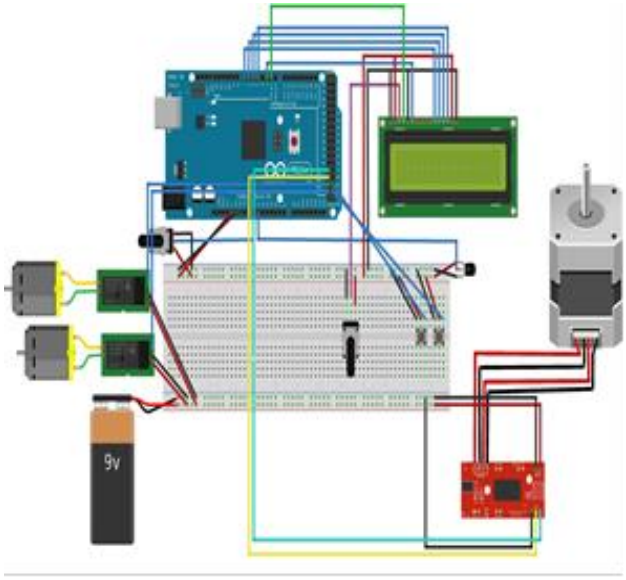
Doziranje peleta se vrši pomoću puža (za potrebe makete je izrađen od PVC-a na CNC mašini) kojeg pokreće u modifikovanom slučaju step (koračni) motor.

U zavisnosti od brzine kojom motor pokreće puža, pelet će se dozirati u većoj ili manjoj količini, tako će i plamen biti jači ili slabiji. Ambijentalna temperatura u prostoriji koju zagrevamo meri LM35 temperaturna sonda. Temperaturu ćemo zadavati kao i do sada u zavisnosti od naših potreba (u ambijetalnim uslovima to se vrši termostatom u prostoriji objekta koja se greje, a za potrebe makete je korišćen potenciometar za simulaciju ovog postupka).

U slučaju da trenutna temperatura pređe preko zadate, doziranje peleta se smanjuje na minimum. U tom režimu će ostati sve dok temperatura ne padne na zadatu.

Ukoliko temperatura prelazi zadatu, uprkos tome što radi na minimalnom režimu rada, peć se automatski isključuje i počinje proces čišćenja koji se obavlja tako što se preko dva releja aktiviraju dva DC motora nakon čega četkice guraju pepeo u veliku "pepeljaru". Jedini posao korisnika ubuduće je pražnjenje pepeljare.

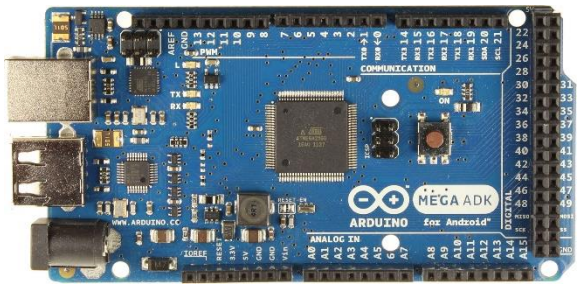
Nakon što se završi proces čišćenja, daje se obaveštenje na displeju da je spremna za ponovno korišćenje. Šema veze za modifikaciju kontrole rada je prikazana na slici 2.



Slika 2. Šema veze za modifikaciju kontrole rada.

A. Opis komponenti korišćenih u radu

”Arduino MEGA” je glavna kontrolna jedinica, a baš taj model izabran je zbog većeg broja pinova u odnosu na UNO. Na sebi sadrži ATmega2560 mikrokontroler i niz dodatnih analognih i digitalnih ulaza. na slici 3.



Slika 3. ”Arduino” – MEGA mikrokontroler.

DC motori u maketi, korišćeni su za stvaranje efekta rotirajućih četkica koje potiskuju ostatke peleta tj pepeo. Kontrolisani su preko relea a njihovo napajanje regulisano je baterijom od 9V(u slučaju makete) na slici 4.



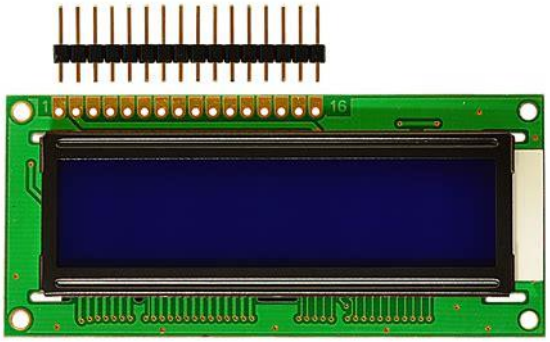
Slika 4. DC motor.

STEP (Koračni) motor sa driver-om koji pokreće puž za doziranje pelta na slici 5.



Slika 5. STEP (koračni) motor sa driver-om.

LCD (na slici 6) služi za vizuelnu kontrolu sistema, na displeju je ispisana temperatura okoline i zadata temperatura koju možemo postaviti koristeći potenciometar. U slučaju prestanka rada koračnog motora koji okreće puža, na displeju će se pojaviti poruka koja će nas obavestiti o problemu.



Slika 6. LCD.

Baterija ona se na šemi koristi za napajanje DC motora. Releji služe kao prekidači koji u zavisnosti od stanja njihovih kontakta vrše kontrolu paljenja i gašenja motora.Takođe njihova namena je i zaštita mikrokontrolera i ostalih komponentata na Arduino pločici.

Temperaturu merimo pomoću LM35 temperaturne sonde. Da bi smo dobili temperaturu, koristimo formulu: temperatura=((očitana vrednost/1024)*5000)/10 Očitana vrednost u ovom slučaju je veličina koju sonda šalje u kontrolnu jedinicu..

III. ZAKLJUČAK

Ovom modifikacijom kontrole rada peći na pelet uz primenjenu “Arduino” razvojnu platformu sa pratećim komponentama, ona će biti ekonomičnija zbog preciznijeg doziranja peleta za sagorevanje, jednostavnija za upotrebu, jer neće zahtevati veliko angažovanje korisnika.

ZAHVALNICA

Autori se posebno zahvaljuju Jovi Paloviću i Novici Gutoviću (mentor), rukovodiocima sekcije „Arduino“ u Srednoj školi „Mihajlo Pupin“- Novi Sad na podršci i saradnji.

LITERATURA

[1]Tehničko putstvo za peć na pelet od 12 kW, proizvođač ″ALFA PLAM”- Vranje
[2] https://www.arduino.cc/
[3] https://howtomechatronics.com/
[4] https://www.electroschematics.com/6393/lm35-datasheet/?fbclid=IwAR2vSztJH3pSvPR9DGy4MWQUd8IJ0Nu5Ucc8xIV2DVvKVQAT2CNuAO84hzU
[5] https://www.engineersgarage.com/sites/default/files/LCD%2016x2.pdf?fbclid=IwAR0jBLmlXsfe0oI_erhvA-4UI9c0ff_JDC6t-m7GsowmhgqhxX2LgcKrsvk

Health Bracelet

Luka Marković, Vojislav Ćulibrk, Ognjen Ćirić, Vesna Ilić

Abstract - HEALT BRACELET is designed to help the elderly in maintaining daily routine in taking drugs at the prescribed time. It emits sound and light signals and displays text on the display to remind the patient when it is the time to take the therapy. The prototype was developed by students. The concept is confirmed in practice. It is usable and useful. In the future work we are planning to improve the design, size and number of tested users.

I. INTRODUCTION

According to statistics from 2015, the negative birth rate is the highest recorded since the end of the Second World War in Serbia. Expressed in figures, the negative natural increase was 38,021 inhabitants (no data from Kosovo and Metohija). The number of medicines and the dynamics of which they are taken increases with age, according to geriatrics, and everyday observations. One of the serious problems encountered by older people is how to take prescribed medicine every day in the exact time.

This work is meant to help the elderly in maintaining daily routine in taking drugs at the prescribed time. This is possible to achieve by wearing a HEALTH BRACELET. It gives sound and light signals, and prints text on the display to remind the patient when it is the time to take the therapy. Testing was done on team members. At the end of the project we visited The Geriatric Center Ruma where we demonstrated how to use the bracelet. The presented concept is confirmed in practice, it is usable and useful.

We developed a prototype, so improvements are needed in design, size and number of tested users. With certain financial support to develop the product, market exploitation is possible.

II. PRINCIPLE OF WORK AND PRACTICAL REALIZATION

The HEALTH BRACELET is based on radio waves, the frequency of 433 MHz. The value/ information is sent from the transmitter to the receiver. Text, sound and audio messages can be shown simultaneously.

The system is based on the following components:

- LCD screen
- RF 433 modules
- Receiver-transmitter, 433 MHz, optimal voltage 5V
- Arduino x2
- Proto plate, 5V - 20V
- Resistors 220 Ω x2
- Diode 2-2.4V
- Potentiometer 10KΩ
- Buzzer
- Connectors
- Battery 9 V

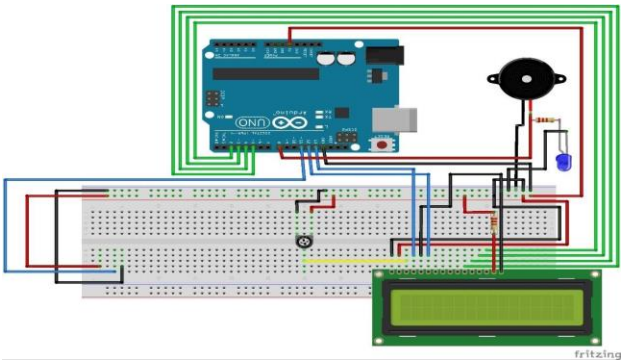


Fig. 1. The components on the proto board.

The prototype is programmed in Arduino 1.8.5. The functions for each component are written one by one. The first step was to write the code for each component of the system individually. At first, we programmed the transmitter and receiver, than the buzzer and the LCD screen. To operate these components, it was necessary to install additional libraries (<RH_ASK.h>, <SPI.h>, "pitches.h", <LiquidCrystal.h>). We solve initial problems fast and easy.

To work with variables and constants, we needed an int type. For example: const int rs = 13, en = 12, d4 = 5, d5 = 4.

We used the management structure *if -else* for communication between the receiver and the LCD screen. For example: *if (driver.recv (buf, & buflen)) {lcd.display (); lcd.print ("Medication!"); mjetal (); } else {OFF (); }*

We used the clear function to delete the contents of the display, also. For example: *lcd.clear ();*

Through a certain pin, we extinguished sound on the buzzer using the Digital Write () function. For example: *digital Write (sound, LOW).*

III. RESULT

The receiver and a transmitter are configured on the Arduino board. The buzzer is activated and the text for the LCD screen is printed. Then the two components, the

L. Marković, V. Čulibrk and O. Ćirić are students of the Vocational School “Milenko Brzak Uča” Ruma, Vuka Karadžića 70 , 22400 Ruma, Serbia, E-mail: ilicmaravic@gmail.com

buzzer and the LCD screen are set up to communicate with the receiver and the transmitter. The transmitter sends a signal to the receiver every 10 seconds, which, after receiving the signal on the screen, prints the text "Medicine". At that moment, a buzzer is also activated and sent an audible signal in the form of music from the game "Super Mario". We got this track down and we used it using matrices and transferred it into the code for this project. All of the above is linked to the protoboard. The blue LED is connected to the buzzer, so when the buzzer sounds, the LED shines. After all, the user knows when it is the time for therapy through the screen, using sound and light.

```
#include "pitches.h" //buzzard library
#include <RH_ASK.h>//RF 433 modules library
#include <LiquidCrystal.h>//LCD screen library
#include <SPI.h>//library for compiling the RF 433
RH_ASK driver;//loading the RF 433 driver
 int zvik=8;//loading the buzzard
 int melody[] = {
  NOTE_E5, NOTE_E5, 0, NOTE_E5, 0, NOTE_C5, NOTE_E5, 0, NOTE_G5, 0, NOTE_G4, 0, //note insertion
};
int noteDurations[] = {
  8, 8, 8, 8, 8, 8, 8, 8, 4, 4, 4, 4, //note duration
};

const int rs = 13, en = 12, d4 = 5, d5 = 4, d6 = 3, d7 = 2;//loading pins for the LCD screen
LiquidCrystal lcd(rs, en, d4, d5, d6, d7);//connecting to the LCD screen

void setup() {
  lcd.begin(16, 2);//marking the number of rows and the nuber of characters on LCD screen
    Serial.begin(9600);
    if (!driver.init())
         Serial.println("init failed");
}
void OFF(){//function that turns off all the components
  lcd.clear();
  lcd.noDisplay();
  digitalWrite(zvik,LOW);
  }
void rf(){//function for the recevier
```

Fig. 2. Part of the code from the Arduino IDE editor.

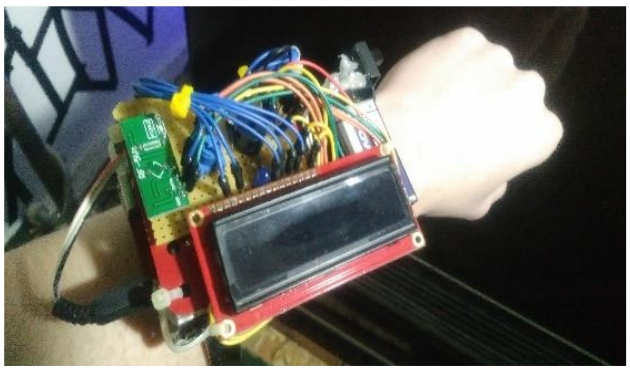


Fig. 3. Healthy bracelet prototype in practice.

IV. Conclusion

All functions of HEALTH BRACELET worked flawlessly and within the limits of the specified values. The user expressed satisfaction, with the remark that the accompanying device is bigger than the one he expected. He especially liked the light warning because his hearing was damaged almost 100%.

This prototype could be developed into a profitable model with certain financial investments in higher quality components. One of the first improvements would be the function of vibration as a reminder for taking medication. To make the bracelet commercially exploitable, it is necessary to improve the design. This can be done in two ways: either to be unisex, or for each sex separately. It is necessary to expand the test group and develop a questionnaire on the user's impressions/ expectations, too.

The bracelets with the same purpose as HEALTH BRACELET are common on the foreign markets. Despite the research, we did not find any similar model in Serbia. In that fact, we see our chance for developing described prototype.

Acknowledgement

We would like to thank the mentor, professor of informatics, Vesna Ilic, for her commitment to the project and her faith in our team. We also own thanks to parents for their financial support. They were our first investors. We have great respect for the first practitioner, Sinisa Boskovic, whose suggestions were of great importance for the development of the model. The Geriatric Center Ruma was our constant partner in this research, and we are very grateful for their patience and commitment.

References

[1] McComb G, Boysen E, “Electronics for Dummies”
[2] www.arduino.cc/en/Tutorial/HelloWorld
[3] www.arduino.cc/en/Tutorial/toneMelody
[4] http://randomnerdtutorials.com/rf-433mhz-transmitter-receiver-module-with-arduino/

IoT – Koncept upravljanja uređajima preko Interneta

Andrija Aleksić

Sadržaj – Cilj ovog rada je predstavljanje koncepta upravljanja uređajima preko Interneta - IoT (Internet of Things). Opisani su osnovni entiteti pomenutog koncepta, kako hardverski tako i softverski, objašnjena je njihova uloga i date su smernice za njihov izbor. Posebna pažnja posvećena je MQTT (Message Queuing Telemetry Transport) protokolu za razmenu podataka između IoT uređaja. Na kraju, kao ilustracija svega pomenutog, opisan je praktično realizovan primer sistema za održavanje konstantne temperature u prostoriji koji može biti prototip za neki veći IoT sistem.

I. UVOD

Pojam Internet of Things (IoT) obuhvata skup umreženih elektronskih uređaja koji u sebi imaju ugrađene senzore, elektroniku ili softver. Koncept IoT [1] omogućava da objekti budu opaženi i upravljani daljinski, putem postojeće mrežne infrastrukture, što donosi efikasnije, pouzdanije i ekonomski bolje rezultate, uz minimalno angažovanje ljudskih resursa. Danas se termin IoT [2] koristi da označi napredno povezivanje uređaja, sistema i usluga, koje dosežu van "machine-to-machine"[3] komunikacije i pokrivaju različite domene, protokole i aplikativni softver.

Cilj ovog rada je približiti IoT što većem broju korisnika, opisivanjem osnovnih entiteta vezanih za sam pojam IoT, kao načina za povezivanje više malih elektronskih uređaja, kontrolu njihovog rada i razmene podataka između njih preko interneta. Obično se povezuju uređaji koji, koristeći internet, razmenjuju kratke informacije velikim brzinama kako bi podaci bili funkcionalni i obradivi u realnom vremenu. Takođe, biće opisan rad IoT klijenata i servera, odnosno, kako zaista funkcioniše kompletna komunikacija između servera, uređaja koji šalje podatke i uređaja koji ih prima. Biće reči i o protokolima za komunikaciju između uređaja. Na osnovu opisanih teorijskih postavki, u radu je objašnjen princip funkcionisanja sistema za održavanje konstantne temperature u prostoriji koji može biti prototip za neki veći IoT sistem, a kojim je ilustrovan koncept IoT na realnom primeru. Na kraju rada je dat sažetak praktične realizacije tog sistema.

II. KONCEPT IOT

Koncept IoT obuhvata IoT uređaje, servere i klijente. Objedinjavanjem ove tri komponente, uz dodatak protokola za komunikaciju, dobija se kompletan IoT projekat.

Andrija Aleksić je student Elektronskog fakulteta, Univerziteta u Nišu, Aleksandra Medvedeva 14, 18000 Niš, Srbija, E-mail: andrijaaleksic10@gmail.com

A. IoT uređaji

Za fizičku realizaciju IoT uređaja mogu biti upotrebljene različite hardverske platforme (Arduino, ESP 8826, ESP 32, razne platforme na bazi ARM procesora ili PIC mikrokontrolera, Raspberry Pi...).

Izbor hardverske platforme zavisi od određenih uslova koji bi trebalo da budu ispunjeni, kako bi data platforma mogla biti dobra osnova za realizaciju IoT uređaja. Naime, hardverska platforma mora da poseduje dovoljan broj kako digitalnih ulaza i izlaza tako i analognih ulaza (A/D konverzija) i izlaza (D/A konverzija). Ulazi služe za prikupljanje informacija od senzora, dok se upravljanje različitim izvršnim uređajima obavlja preko digitalnih ili analognih izlaza. Kako se od IoT uređaja zahteva dugotrajan autonomni rad funkcija automatskog restarta programa u slučaju neke greške (watchdog timer) je uslov koji svakako treba biti ispunjen. Slično se može zaključiti i za modul za bežičnu komunikaciju čije je postojanje suština prilikom upravljanja uređajem putem interneta. Ne treba zanemariti i mogućnost rada u režimu smanjene potrošnje energije jer IoT uređaji, za svoj rad, vrlo često koriste baterijsko ili čak i solarno napajanje. Jedan od kriterijuma za izbor može biti i postojanje velikog broja dodatnih hardverskih modula za različite primene što sa druge strane uslovljava da hardverska platforma mora da obezbedi podršku za veliki broj interfejsa (RS 495, I2C, SPI, I2S, …).

Osim toga, poželjno je da postoji i integrisano razvojno okruženje u kojoj bi aplikacije bile razvijane na nekom od programskih jezika višeg nivoa (tipično C), veliki broj lako dostupnih programskih biblioteka, kao i da bude podržan rad nekog od operativnih sistema za rad u realnom vremenu.

Praktičan deo sistema, čija je primena opisana u ovom radu, baziran je na upotrebi Geekcreit® [4] ESP32 razvojne ploče, čiju osnovu čini mikrosistem na čipu ESP32 [5]. Ovu ploču kontroliše dvojezgarni 32-bitni Xtensa mikroprocesor sa koprocesorom za rad u režimu smanjene potrošnje energije. Tipična ESP32 ploča poseduje 18 ADC kanala, 2 DAC kanala, 10 senzora dodira, 4 SPI, kao i po 2 I2C i I2S interfejsa.

Za razvoj programa, može biti korišćena Arduino razvojno okruženje, dopunjena odgovarajućim bibliotekama, Mongoose OS, MicroPython ili NodeMCU, razvojno okruženje specijalizovana za ovu platformu.

B. IoT serveri

IoT serveri predstavljaju mrežni servis preko kojeg podaci mogu biti primljeni, poslati ili obrađivani. Korišćenje IoT servera drastično ubrzava kompletan proces IoT programiranja i znatno smanjuje komercijalne troškove korisnika. Kako po svojoj definiciji pojam IoT obuhvata mrežu IoT uređaja i IoT klijenata koji razmenjuju podatke preko IoT servera, od presudnog značaja je da IoT serveri budu stalno dostupni na internetu. Zbog ovoga se IoT serveri najčešće instaliraju na cloud serverima. Neki od najpoznatijih su Amazon-ov cloud server (AWS), Microsoft-ov Azure, Google-ov Cloud....

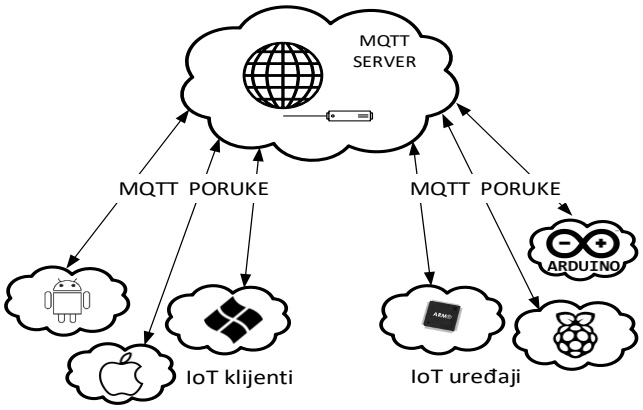
U praktičnom primeru korišćen je Mosquitto open-source MQTT server, instaliran na zakupljenom cloud serveru, koji radi pod Ubuntu 18.4 LTS operativnim sistemom.

C. IoT klijenti

IoT klijenti predstavljaju programe koji služe kako za prijem, tako i za obradu podataka koje dobijaju od IoT uređaja. Druga njihova uloga je da, na osnovu obrađenih podataka, omoguće upravljanje IoT uređajima od strane korisnika. Komunikacija između IoT uređaja i klijenata realizuje se posredstvom IoT servera.

IoT klijenti se mogu razvijati na različitim programskim jezicima (Java, C, C++, …) i izvršavati na različitim operativnim sistemima (MS Windows, Android, Linux, iOS, …).

Prilikom realizacije praktičnog dela ovog projekta, klijent je razvijen u vidu apk (Android package), u Android studiju [6,7], na programskom jeziku Java i samim tim se izvršava na Android operativnom sistemu.



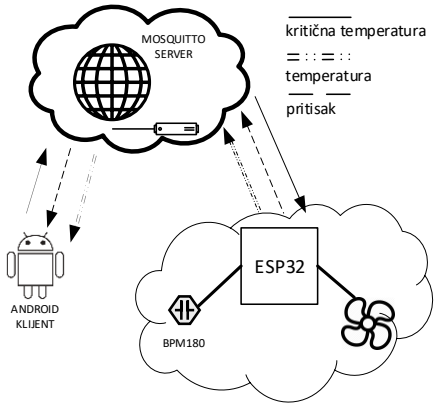
Slika 1. Šematski prikaz komunikacije između IoT komponenata.

III. PROTOKOLI ZA KOMUNIKACIJU

Protokoli predstavljaju standardizovani skup naredbi koje služe za komunikaciju između uređaja. Postoji mnogo vrsta standardnih protokola za komunikaciju, kao što su HTTP, FTP, MQTT... Generalno, u IoT komunikaciji, između IoT uređaja i IoT klijenata, najčešće se koristi MQTT protokol [8] i on je korišćen u ovom projektu. Glavni razlog za to je taj što se informacije prenose kratkim porukama velikim brzinama. MQTT [9] protokol predstavlja jednostavan protokol za slanje poruka, koji je namenjen za uređaje sa slabom procesorskom snagom, minimalnom potrošnjom električne energije i nestabilnom mrežnom konekcijom. Glavna osobina ovog protokola jeste minimalno opterećenje mreže prilikom slanja ili prijema poruka. Ove osobine čine MQTT protokol pogodnim za „machine-to-machine“ komunikaciju, kao i, u našem slučaju, za IoT komunikaciju. MQTT protokol koristi dva TCP porta: 1883 port za komunikaciju bez SSL (Secure Sockets Layer) i 8883 port, uz upotrebu SSL-a. MQTT [10] protokol radi na principu prijavljivanja i primanja informacija na određenu „temu“. Komunikacija se sastoji iz više delova (Slika 1) [11]. U centru komunikacije je IoT server koji prima poruke od svih klijenata i uređaja. Uloga servera je da svaku primljenu poruku, koja pripada tačno jednoj temi, distribuira svim ostalim uređajima/klijentima koji su prijavljeni da tu temu slušaju. Ukoliko je uređaj/klijent prijavljen na više tema, slušaće sve teme istovremeno (ni jedna nema prednost).

IV. PRAKTIČNI PRIMER

Kako bi IoT koncept bio što bolje ilustrovan, realizovan je jedan praktičan sistem za održavanje konstante temperature u prostoriji (Slika 2). Sastavni delovi ovog projekta su razvojna ploča na bazi ESP32 [12] mikro sistema na čipu, BMP180 inteligentni senzor za merenje pritiska i temperature, ventilator koji će hladiti prostoriju, kao i tranzistor i rele koji služe za upravljanje radom ventilatora. Svi ovi elementi čine jedan tipičan IoT uređaj (slika 3).

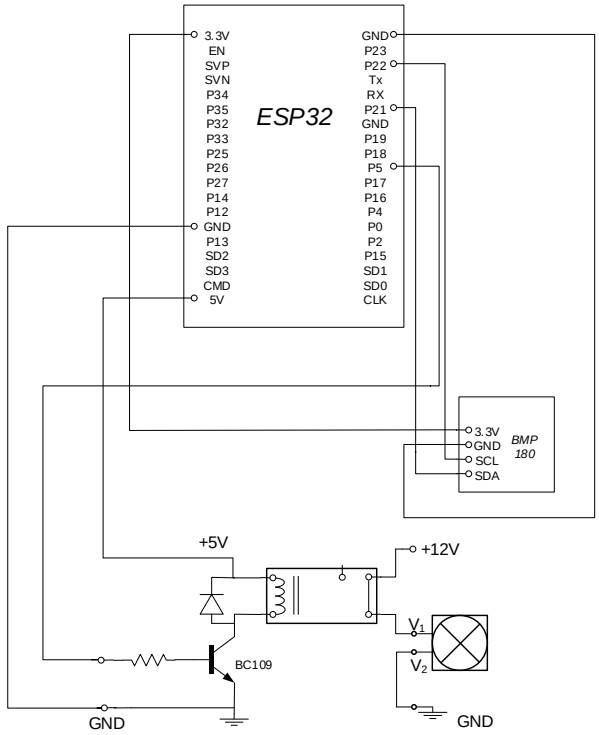


Slika 2. Šematski prikaz sistema za održavanje konstantne temperature u prostoriji.

Drugi deo predstavlja Mosqutto MQTT [13] server, instaliran na iznajmljenom cloud serveru koji radi pod Ubuntu 18.4 LTS operativnim sistemom i treći deo je Java aplikacija koja se izvršava na mobilnom telefonu pod Android operativnim sistemom. Važno je napomenuti da

sva tri pomenuta dela IoT sistema pripadaju različitim lokalnim mrežama (Slika 2)

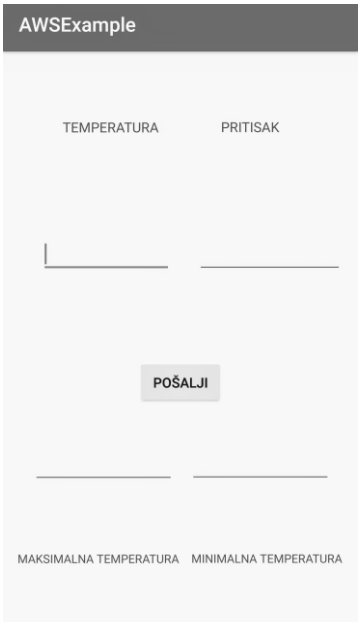
Nakon fizičkog povezivanja komponenata, potrebno je softverski povezati ploču sa senzorima i sa Mosquitto serverom. Da bi komunikacija funkcionisala, ESP32 treba da bude prijavljen da šalje informacije na teme *Temperatura*, *Pritisak* i „sluša“ temu *Kritična temperatura*. Na temama *Temperatura* i *Pritisak* će ESP32 serveru konstantno slati izveštaj o trenutnim vrednostima te dve fizičke veličine merene senzorom BMP180. Da bi komunikacija bila uspešna, Android aplikacija mora da bude prijavljena da „sluša“ teme *Temperatura* i *Pritisak* i šalje podatke na temu *Kritična temperatura*. Uloga MQTT servera – Mosquitto, je da, kada primi informaciju sa neke teme, nju prosledi svim ostalim prijavljenim uređajima, čije IP adrese čuva u svojoj memoriji.



Slika 3. Električna šema sistema za održavanje konstantne temperature u prostoriji.

Na primer, kada primi informaciju o trenutnim vrednostima temperature i pritiska od IoT uređaja, preko odgovarajućih tema, server će odmah pretražiti IP adrese uređaja koji su prijavljeni na te teme, i proslediti im primljene podatke (u našem slučaju je to Android aplikacija). Po prijemu podataka o trenutnim vrednostima temperature i pritiska, Android aplikacija će te podatke ispisati na ekranu uređaja (Slika 4).

Korisnik je, putem Android aplikacije [14], u mogućnosti da zada maksimalnu temperaturu u prostoriji. Nakon zadavanja kritične vrednosti temperature od strane korisnika, Android aplikacija će poslati informaciju o kritičnoj vrednosti temperature Mosquitto serveru, preko odgovarajuće teme. Potom će server informaciju o kritičnoj temperaturi proslediti IoT uređaju jer je on „prijavljen“ da prima informacije koje pristižu na tu temu. ESP32 će po prijemu te informacije uporediti zadatu kritičnu vrednost temperature sa trenutnom izmerenom.



Slika 4. Izgled korisničkog interfejsa Android klijenta.

Ukoliko je temperatura veća od kritične, ESP32 će preko svog digitalnog izlaza spojenog na odgovarajući tranzistor i rele, uključiti ventilator. Ventilator ima funkciju da hladi vazduh u prostoriji, dok će BMP180 senzor neprekidno meriti trenutnu temperaturu. Onog trenutka kada se temperatura smanji ispod kritične vrednosti, ESP32 će isključiti ventilator.

V. ZAKLJUČAK

Osnovna ideja ovog rada je ilustrovanje načina funkcionisanja IoT sistema. Najpre je diskutovan pojam IoT, šta on predstavlja, koji su njegovi osnovni elementi i kakva je uloga svakog od njih. U narednom poglavlju, dat je opis IoT uređaja, klijenata i servera. Posebna pažnja posvećena je opisu MQTT protokola za komunikaciju unutar IoT sistema. Značajan deo rada predstavlja opis praktične realizacije jednog primera IoT sistema za održavanje konstantne temperature u prostoriji. Realizovani primer ima sve elemente i funkcionalnost pravog IoT sistema i, kao takav, može da predstavlja dobru polaznu osnovu za neki mnogo složeniji IoT sistem.

ZAHVALNOST

Ovaj rad je nastao na osnovu maturskog rada Andrije Aleksića, učenika specijalnog odeljenja za fiziku Gimnazije Svetozar Marković, u Nišu, koji je napisan maja

2018. godine, uz veliku pomoć profesora sa Departmana za Fiziku, Prirodno-matematičkog fakulteta u Nišu.

LITERATURA

[1] https://www.weforum.org/about/the-fourth-industrial-revolution-by-klaus-schwab
[2] https://www.linux.com/news/who-needs-internet-things
[3] http://tec.gov.in/pdf/Studypaper/White%20Paper%20on%20Machine-to-Machine%20(M2M)Communication.pdf
[4] https://www.geekcreit.com
[5] https://www.espressif.com/en/products/hardware/esp32/overview
[6] https://developer.android.com/studio
[7] https://github.com/eclipse/paho.mqtt.java
[8] https://mosquitto.org
[9] https://www.hivemq.com/blog/how-to-get-started-with-mqtt
[10] http://androidkt.com/android-mqtt8
[11] https://www.hivemq.com/blog/mqtt-essentials-part-1-introducing-mqtt
[12] https://github.com/256dpi/arduino-mqtt
[13] https://www.digitalocean.com/community/questions/how-to-setup-a-mosquitto-mqttserver-and-receive-data-from-owntracks
[14] https://www.baldengineer.com/mqtt-tutorial.html

Realizacija sistema za kontrolu pristupa korišćenjem RFID tehnologije

Nikola Mitrović

Sadržaj – Ovaj rad pruža uvid u projektovanje jednog RFID sistema i obuhvata čitav proces, od odabira komponenata do praktične realizacija. Prilikom odabira komponenata vodilo se računa o njihovim specifikacijama, ceni na tržišti i generalnoj kompatibilnosti sa ostalim komponentama.

I. UVOD

RFID (Radio Frequency IDentification) sistem je inicijalno bio zamišljen kao sredstvo koje će u budućnosti zameniti bar-kod tehnologiju koja je odavno zastupljena u prodavnicama. Glavna prednost ovih sistema je to što, pored toga što je moguće bežično očitavanje (kao i kod bar-kod sistema), između RFID taga i čitača se može nalaziti prepreka, dok je za bar-kod sistem potrebna optička vidljivost između čitača i oznake. Razvojem tehnologije, RFID sistemom je postalo moguće preneti više podataka nego bar-kod sistemom.

Kroz poslednju deceniju, tehnologija identifikacije na principu radio frekvencije i njene aplikacije su napredovale od skromnijih sistema do jedne od najmodernijih sredstava koje pomažu razvoj evidentiranja i bezbednosti dobara. Identifikacija je danas omogućena sa veće distance i bez neophodne linije vida između čitača i odašiljača, koji se u literaturi nazivaju tagovi. Glavni razlog nedovoljne implementacije ovakvih sistema je i dalje cena. Kada su se, u poslednjim decenijama prošlog veka tražila rešenja za sisteme za očitavanje, cena RF tehnologija je i dalje bila značajno veća od cene bar-kod tehnologija, pa je ta tehnologija i preovladala tržištem. Međutim, naglim razvojem komercijalne tehnologije, usled globalnog povećanja tržišta i povećanja broja proizvođača, RF sistemi su danas finansijski znatno pristupačniji, i deluju kao jedan od neizbežnih delova razvoja u budućnosti.

II. STRUKTURA RFID SISTEMA

Svi RFID sistemi se suštinski sastoje iz tri dela, čitača, taga i odgovarajućeg *backend* dela [1]. Dok je *backend* deo više skoncentrisan na programiranje, samo jezgro komunikacije sistema čine RFID čitač i RFID tag. Čitač je odgovoran za napajanje i komunikaciju sa tagom, a tag najčešće predstavlja kartica, mada su komercijalno jako pristupačne i varijante sa priveskom, prstenom, ili sa ručnim satom. RFID tag se uglavnom sastoji od čipa, antene, kućišta i baterije, ako je u pitanju aktivni tag.

Suštinski, tag funcioniše tako što čitač generiše elektromagnetno polje koje indukuje struju u anteni taga. Ta struja napaja čip. Kod pasivnih tagova, u sastavnom delu čipa potrebno je kontrolisati struju kako bi se obezbedilo odgovarajuće napajanje za čip. Jedan pasivan RF tag realizovan kao kartica prikazan je na slici 1.



Slika 1. Pasivan tag.

Veličina čipa uglavnom zavisi od antene. Veličina i oblik antene pak zavise od frekvencije koju će tag koristiti. Veličina celokupnog taga takođe mora biti skladna sa tom konkretnom primenom taga. Dimenzije taga kreću se od reda veličine milimetra, pa do veličine A4 papira. Napredniji tagovi imaju čak i svoje memorije, tako da se prilikom očitavanja, dodatni podaci mogu upisati u tagove.

III. PRINCIP FUNKCIONISANJA RFID SISTEMA

Postoji mnogo tipova RFID sistema, ali na najosnovnijem nivou, svi RFID uređaji se mogu podeliti na dve velike grupe, odnosno na aktivne i pasivne [2]. Odrednica aktivni i pasivni se u najvećem broju slučajeva odnosi na tagove, koji mogu biti aktivni (zahtevaju dodatni izvor napajanja za funkcionisanje) i pasivni (ne zahtevaju dodatni izvor). Suštinski, postoje dva pristupa dizajnu RFID sistema i oni se razlikuju po tome kako se napajanje dovodi do taga, odnosno kako se uspostavlja komunikacija između čitača i taga. Prvi pristup odlikuje primena magnetne indukcije, a drugi deljenje elektromagnetnih talasa. Oba pristupa koriste elektromagnetne osobine antene, s tim što jedan pristup potencira takozvano blisko polje, a drugi daleko polje.

A. Pristup bliskog polja (Close field)

Pristup bliskog polja bazira se na Faradejevom zakonu [3], datom u izrazu 1. Faradejev zakon glasi: Indukovana elektromotorna sila (e) je jednaka brzini promene fluksa

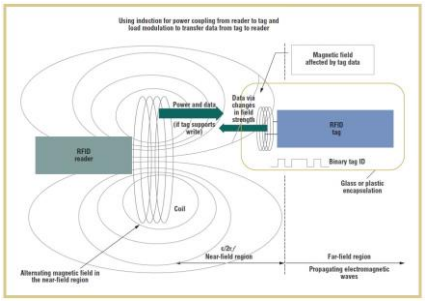
Nikola Mitrović je student doktorskih studija sa Katedre za mikroelektroniku na Elektronskom fakultetu, Univerziteta u Nišu. Aleksandra Medvedeva 14, 18000 Niš, Srbija, E-mail: nikola.mitrovic.nis@gmail.com

kroz površinu konture. Matematička interpretacija ovog zakona glasi:

$$e = - d\Phi / dt \quad (1)$$

Znak minus u izrazu za indukovanu elektromotornu silu je matematički iskaz Lencovog pravila, koje glasi: Prilikom promene fluksa kroz zatvorenu provodnu konturu, u njoj se indukuje elektromotorna sila takvog smera da struja, koja je njena posledica, stvara sopstveno magnetno polje koje se suprotstavlja promeni fluksa.

Čitač odaje veliku naizmeničnu struju kroz čitajući kalem, i time indukuje promenljivo magnetno polje u svojoj okolini. Ukoliko se u okolini tog magnetnog polja nađe tag koji takođe sadrži manju antenu/kalem (slika 2), kroz taj kalem će se indukovati naizmenični napon. Ukoliko se ovaj napon ispravi i poveže sa kondenzatorom, taj kondenzator može da uskladišti dovoljno energije za napajanje čipa.

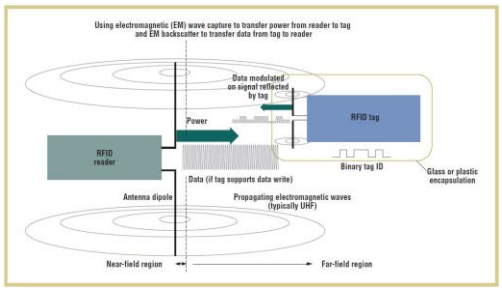


Slika 2. Pristup bliskog polja.

Tagovi koji rade na ovom principu, za slanje signala koriste poseban vid modulacije signala koji se naziva load modulation. Svaka elektromotorna sila koja se indukuje u kalemu taga će takođe indukovati svoje malo promenljivo magnetno polje, koje će se suprotstavljati polju čitača (Lencovo pravilo). Čitač je u stanju da detektuje ove promene u intenzitetu svog polja i te promene može da tumači kao informacije. Medijum prenošenja signala predstavlja polje, tačnije napajanje polja, pa se samim tim i tip modulacije zove *load modulation*, odnosno modulacija napajanjem.

B. Pristup dalekog polja (Far field)

RFID tagovi koji rade na principu dalekog polja deluju sa elektromagnetnim talasima koji se šire sa dipolne antene čitača (slika 3). Manja dipolna antena u tagu prihvata ove talase i usled razlike potencijala na anteni, dolazi do indukovanja napona za pobuđivanje čipa. Pošto taj napon nije linearan, potrebno je dodati diodu, kao ispravljač i kondenzator kako bi se eliminisali suvišni naizmenični signali. Tehnika koju projektanti koriste za komercijalno dostupne RFID tagove koji rade na principu dalekog polja zove se povratno rasejanje, odnosno *back scattering*.



Slika 3. Pristup dalekog polja.

Kreiranjem antene preciznih dimenzija, moguće je podesiti antenu na određenu frekvenciju, tako da se većina energije koja je na toj frekvenciji prihvati. Međutim, ukoliko dođe do neslaganja impedanse na ovoj frekvenciji, antena će odbiti nazad neke delove energije ka čitaču, što će se manifestovati kao mali talasi energije. Čitač može da registruje ove male talase. Promenom impedanse antene tokom vremena, tag može da odbije nazad veći ili manji deo dolaznog signala i na taj način da izvrši kodiranje podataka sa taga (zato je ime tehnike povratno rasejanje). Ovaj pristup zahteva napredniji hardver, i uglavnom se koristi za specifičnije primene. Ima znatno širi opseg frekvencija nego pristup bliskog polja, i koristi se za frekvencije komunikacije od 100 MHz pa do reda GHz.

IV. KOMPONENTE ZA REALIZACIJU

Svaki složeniji sistem sačinjen je od jednostavnijih komponenata. Komponente su odabrane na osnovu svojih individualnih karakteristika, ali i na osnovu mogućnosti povezivanja sa ostalim delovima sistema.

A. Čitač tagova RDM6300

RDM6300 (slika 4) je modul za čitanje RF tagova [4]. Ovo kolo je čitač za tagove operativne na frekvenciji od 125 kHz. Operativan je i sa upisanim tagovima a može da vrši i upis na tagove koji imaju tu mogućnost.

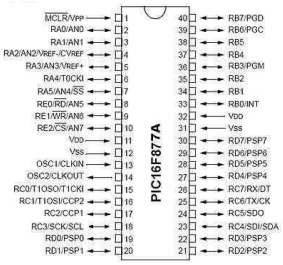


Slika 4. Modul RDM6300.

Ovaj modul dolazi sa ugrađenim UART kolom, tako da je način komuniciranja modula sa mikrokontrolerom preko UART tipa komunikacije [5]. Ima tri grupe pinova, od kojih jedna služi za napajanje, druga za povezivanje sa antenom, a treća za uspostavljanje serijske komunikacije.

B. Mikrokontroler PIC16F877A

PIC16F877A je jedan od prisutnijih mikrokontrolera u modernoj industriji [6]. Pakovanje koje je iskorišćeno je DIP 40. Ima 40 pinova, od kojih su 33 ulazno-izlazni. Pinout ovog mikrokontrolera prikazan je na slici 5.



Slika 5. Pinout kola PIC16F877A.

Poseduje mogućnost serijske komunikacije i zahvaljujući relativno velikom broju pinova, moguće je povezati ga sa dosta komponenata.

C. Displej Hitachi QAPASS1602

Kao indikator komunikacije iskoriščen je 16x2 alfanumerički displej (slika 6) Hitachi QAPASS1602 [7]. Displej može da ispisuje po 16 karaktera u dva reda.



Slika 6. Displej Hitachi QAPASS1602.

Poseduje modul za komunikaciju sa perifernim uređajima, pa je komunikacija sa displejem znatno olakšana.

D. Ultrazvučni senzorski modul HC – SR04

Ultrazvučni senzorski modul za merenje udaljenosti HC-SR04 [8] omogućava merenje udaljenosti do prve prepreke, na dužinama od 2 cm do 400 cm (slika 7), sa preciznošću do 3 mm.



Slika 7. Modul HC - SR04.

Modul se sastoji iz tri radne jedinice, ultrazvučnog predajnika, ultrazvučnog prijemnika i kontrolnog kola. Ima četiri pina, Vcc, Trig, Echo i GND. Princip funkcionisanja ovog modula bazira se na merenju vremena. Sa pina Trig (od eng. *Trigger*, okidač) šalje se frekvencijom od 40 kHz povorka 8 odmeraka signala, gde svaki od signala mora biti bar 10 μs na nivou logičke jedinice. Modul detektuje da li postoji povratni signal koji ima osobine kao poslati. Ukoliko je signal detektovan, meri se vreme od slanja do prijema signala. Na ovaj način se merenje udaljenosti svodi na merenje vremena.

E. Servo motor SG90

Servo motor SG90 [9] može da vrši rotaciju kraka koja odgovara uglu od 180˚, po 90˚ u oba smera. Ima pin za napajanje (VCC), za masu (GND) i za signal (PWM).



Slika 8. Servo motor SG90.

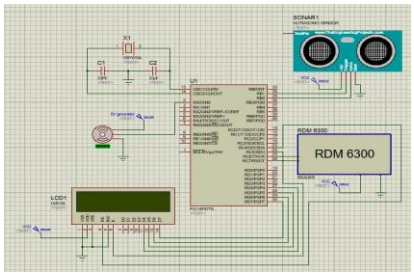
Ugao rotiranja motora određuje se širinom impulsnog signala koji se šalje do motora. Ukoliko je trajanje signala duže, veći je i ugao rotiranja servo motora.

V. PRAKTIČNA REALIZACIJA

Jedan od glavnih kriterijuma za izbor komponenata je mogućnost međusobnog povezivanja. Zbog toga je bitno odabrati modul i mikrokontroler koji mogu komunicirati preko UART tipa komunikacije, jer je na ovaj način projektovanje znatno olakšano.

A. Projektovanje sistema

Zadatak ovih sistema se sastoji iz ispravnog očitavanja podataka sa taga, komunikacije čitača i mikrokontrolera, a onda i pokretanja drugih kola u zavisnosti od primljenih podataka Za projektovanje je prvo potrebno jasno definisati algoritam rada. Odgovarajuća šema, skicirana korišćenjem alata *Proteus 8* [10] data je na slici 9.



Slika 9. Šema sistema.

Projektovani sistem je zadužen za kontrolu pristupa prostoriji. Vrata prostorije su zaključana, gde krak servo motora simulira jezičak brave. Prostoriji se može pristupiti samo očitavanjem odgovarajućeg taga koji će pokrenuti krak tako da se vrata mogu otvoriti. Kada je tag prinet čitaču, mikrokontroler preko čitača prihvata sadržaj taga. Ukoliko je sadržaj taga u bazi mikrokontrolera, krak motora se pokreće, i vrata se mogu otvoriti. Kada se vrata nakon prolaska zatvore, ultrazvučni senzor meri udaljenost od zida do zida. Ukoliko udaljenost odgovara dimenzijama prostorije, to je znak da su vrata zatvorena i da se krak motora vraća u početni položaj. Pri napuštanju prostorije, potrebno je prići vratima, što će pokrenuti ultrazvučni senzor, i vrata će se otvoriti. Na ovaj način, obezbeđena je kontrola pristupa prostoriji.

B. Programiranje mikrokontrolera

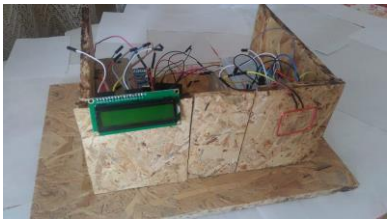
Za programiranje mikrokontrolera, iskorišćen je softverski alat *Proton IDE* [11]. Kod čitavog sistema je obiman, pa će u radu biti objašnjeni samo ključni delovi. Potrebno je odrediti *baud rate* i sadržaj registra RCSTA, tako da se omogući konstantan prijem sa čitača.

```
Declare Hserial_Baud = 9600
Declare Hserial_RCSTA = %10010000
```

Prema projektovanom algoritmu, napisane su procedure za rotacije motora i proveravanje distance. Ispisivanje sadržaja na displeju se vrši kontinualno. Baza podataka heksadecimalnih kodova koji odgovaraju tagovima je sačuvana u *flash* memoriji i upoređivanje taga se vrši element po element, kako bi se izbegla greška.

C. Realizacija makete

Maketa sistema realizovana je opisanim komponentama. Napravljen je drveni ram za simulaciju prostorije, nadograđen je krak motora za simuliranje brave i optimalno su raspoređene ostale komponente. Vrata su sa ramom povezana šarkom, a cela maketa je učvršćena sa unutrašnje strane. Napajanje je obezbeđeno baterijom.



Slika 10. Realizovana maketa.

Rad motora i prisutnost mehaničke akcije unosi dosta šumova u kolo. Ovi šumovi izazivaju resetovanja sistema, i samim tim nepravilan rad kola. Da bi se obezbedilo nesmetano funkcionisanje, potrebno je obezbediti posebno napajanje, samo za motor. Na ovaj način, kolo funkcioniše sa zanemarljivim šumovima.



Slika 11. Pozicija motora.



Slika 12. Pozicija senzora.

Očitavanjem više tagova i selektivnim otvaranjem vrata potvrđen je ispravan rad kontrole pristupa.

VI. Zaključak

U radu su dati osnovni principi realizacije RFID sistema. Opisana je namena i princip rada ove tehnologije. Prikazano je projektovanje jednog sistema, gde su posebno objašnjene sve komponente. Realizovana je i maketa koja potvrđuje ispravan rad sistema.

Kako RFID tehnologija ima svoje nedostatke, najviše u vidu komunikacije preko metalnih prepreka ili dometa, jedna od ideja za unapređenje je uvođenje sekundarnog tipa pristupa prostoriji. To može biti unošenje šifre preko tastature, ili skeniranje koda iz aplikacije. S druge strane, bezbednost se može unaprediti kvalitetom brava.

Zahvalnica

Rad je realizovan kao unapređenje master rada na modulu Elektronika i mikrosistemi. Autor se zahvaljuje mentoru doc. dr Danijelu Dankoviću i Milošu Đorđeviću na pruženom znanju i pomoći.

Literatura

[1] The Government of the Hong Kong Special Administrative Region „*RFID Security*" February, 2008. Dostupno na: https://www.infosec.gov.hk/english/technical/files/rfid.pdf
[2] R. Want „*An introduction to RFID technology*" Article in IEEE Pervasive Computing, February 2006. Dostupno na: https://www.researchgate.net/publication/3437143
[3] D. Mitić „*Osnovi elektrotehnike II*" Elektronski fakultet, 2011.
[4] RDM6300 datasheet. Dostupno na: https://elty.pl/upload/download/RFID/RDM630-Spec.pdf
[5] Stanford University „*Circuit Basics: Basics of UART Communication*" 2011. Dostupno na: https://web.stanford.edu/class/cs140e/notes/lec4/uart-basics
[6] PIC16F877A datasheet. Dostupno na: https://www.microchip.com/datasheet/PIC16F877A
[7] QAPASS1602 datasheet. Dostupno na: https://funino.de/1602
[8] HC-SR04 datasheet. Dostupno na: https://www.mouser.com/ds/2/813/HCSR04-1022824.pdf
[9] Servo SG90 datasheet. Dostupno na: http://www.ee.ic.ac.uk/pcheung/teaching/sg90_datasheet.pdf
[10] Proteus 8, Labcenter Electronics. Dostupno na: https://www.labcenter.com/purchasing/
[11] Proton IDE, Crownhill Associates. Dostupno na: https://www.crownhill.co.uk/01334.html

Dimovanje RGB LED trake

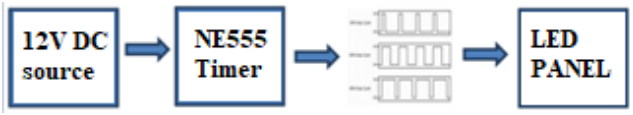
Nikola Milenković

Sadržaj - U ovom radu obrađena je tema dimovanje RGB LED trake, tj. podešavanje intenziteta svetlosti svake boje trake zasebno. Za ovu primenu je iskorišćeno integrisano kolo NE555 (generator tačnih vremenskih impulsa), u kombinaciji sa ostalim pasivnim komponentama, koje služe za podešavanje režima rada i podešavanje širine impulsa (PWM-*Pulse Width Modulation*).

I. Uvod

Integrisano kolo NE555 predstavlja glavnu komponentu [1]. Kolo je postavljeno da radi u astabilnom režimu rada. Uloga ovog kola je da menja širinu impulsa signala na njegovom izlazu, čime se direktno utiče na brzinu uključivanja i isključivanja LED trake.

Od brzine ove operacije zavisi na koji način će ljudsko oko videti intenzitet svetla LED trake. Ukoliko je traka uključena kraće nego što je isključena, ljudsko oko to vidi kao slabiji intenzitet svetlosti, i obrnuto. Kolo se napaja naponom napajanja od 12V DC, dok na izlazu daje pravougaone impulse.

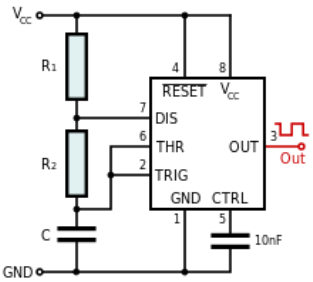


Slika 1. Blok dijagram električne šeme.

II. Realizacija kola

A. *Astabilni režim*

Astabilni režim rada podrazumeva da se sa samo jednim početnim impulsom podstiče kontinualan tok pravougaonih impulsa određene frekvencije. Kada se poveže kao astabilni multivibrator, izlaz iz kola NE555 oscilatora će nastaviti na neodređeno vreme, pražnjenje i punjenje između 2/3 *Vcc* i 1/3 *Vcc* sve dok se napajanje ne ukloni.



Slika 2. Astabilni režim rada.

Nikola Milenković je student master studija na studijskom programu Elektronika i mikrosistemi, Elektronski fakultet, Univerzitet u Nišu, Aleksandra Medvedeva 14, 18000 Niš, Srbija, E-mail: nikolakpd@elfak.rs

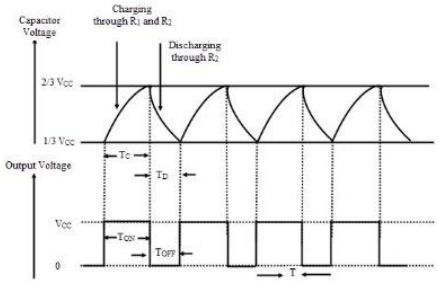
U astabilnom režimu, frekvencija impulsa zavisi od vrednosti otpornika R_1, R_2 i kondenzatora C. Ova zavisnost je prikazana u jednačini 1.

$$f = \frac{1}{\ln(2) \cdot C \cdot (R1 + 2R2)} \quad (1)$$

Promenom vremenske konstante jedne od *RC* kombinacija, faktor ispunjenosti izlaznog talasa može se precizno postaviti i daje se kao odnos otpornika R_2 do otpornika R_1. Faktor ispunjenosti za kolo NE555, koji je odnos "ON" vremena podeljen sa "OFF", daje:

$$Duty\ Cycle = \frac{Ton}{Ton + Toff} = \frac{R1 + R2}{R1 + 2R2}\% \quad (2)$$

Na slici 3 je prikazan napon punjenja i pražnjenja kondenzatora i izlazni napon iz kola NE555.



Slika 3. Astabilni režim - oblik talasa na kondenzatoru (gore) i izlaznom pinu (dole).

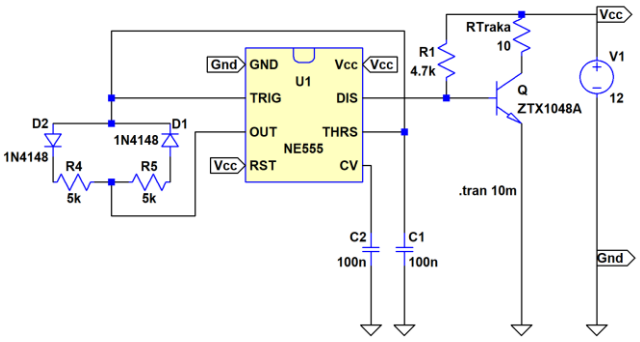
B. *Električna šema*

Na slici 4 je prikazana kompletna električna šema za dimovanje samo jedne boje *RGB* LED trake. Kako bi se postigla kontrola svake boje zasebno, potrebno je projektovati ukupno tri identične električne šeme kao sa slike 4. Umesto korišćenja tri kola NE555, moguće je napraviti malu optimizaciju i koristiti jedno kolo NE555 i jedno kolo NE556, koje je zapravo sačinjeno od dva NE555 kola.

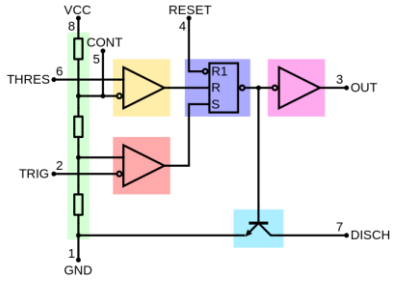
U astabilnom režimu, izlaz se kontinuirano uključuje i isključuje. Na električnoj šemi prikazanoj na slici 4, može se primetiti da su *THRESHOLD* i *TRIGGER* povezani sa kondenzatorom C_1. To znači da je napon na kondenzatoru isti i na oba ta pina.

Na početku ciklusa uključivanja / isključivanja, napon je nizak na C_1, *TRIGGER* i *THRESHOLD* pinu. Kad god je napon na *TRIGGER* nizak, uključen je komparator koji daje *HIGH* na *RESET* pinu flip-flopa i izlaz (tranzistor) je

isključen. Pošto je tranzistor isključen, struja može da protiče kroz otpornike R_1 i R_2, i puni kondenzator C_1. Ovim je na izlazu logička jedinica sve dok se napon na kondenzatoru ne napuni do 2/3 *Vcc*.



Slika 4. Šema električna kola za dimovanje LED trake.



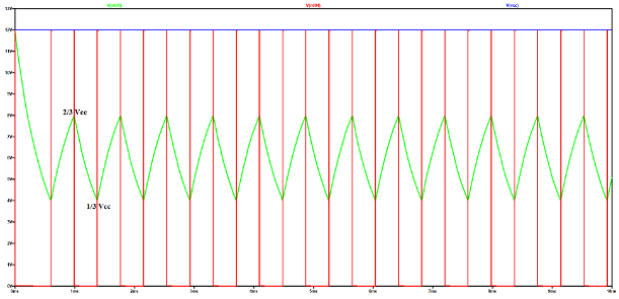
Slika 5. Prikaz unutrašnjosti kola NE555 sa pinovima i komponentama.

Kada se C_1 napuni do 2/3 *Vcc*, napon na *THRESHOLD* pinu postaje veći od 2/3 *Vcc*, pa komparator daje *HIGH* na *SET* pinu flip flopa. Istovremeno je drugi komparator (povezan na *RESET* pinu flip-flopa) isključen. Tako se uključuje tranzistor, i kondenzator C_1 kreće da se kroz njega prazni ka masi. *OUTPUT* pin se isključuje zbog komplementarnog izlaza flip flopa. Time se završava trajanje logičke jedinice na izlazu i signal pada na nulu.

Kada napon padne ispod 1/3 *Vcc*, *TRIGGER* pin se isključuje a tranzistor opet isključuje, tako da se pokreće ponovno punjenje kondenzatora C_1 [2].

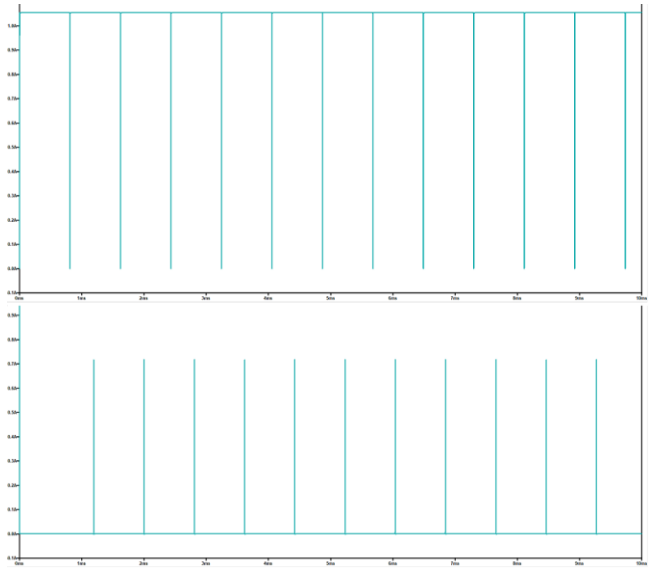
Na ovaj način se postiže periodično trajanje impulsa na izlaznom pinu NE555 kola, a ujedno i na *DISCHARGE* pinu sa kojeg se uzimaju impulsi za aktiviranje spoljnog tranzistora koji kontroliše protok struje kroz LED traku. Opisani postupak se može videti na slici 6, na kojoj su prikazani talasni oblici napona na kondenzatoru, napona na izlaznom pinu i napona napajanja.

Promenom potenciometra (R_4 i R_5) se direktno utiče na promenu faktora ispunjenosti NE555 kola. *Duty cycle* u ovom kolu može da ide od približno 0 do približno 100%, što je značajno bolje od klasičnih električnih šema astabilnog režima reda.



Slika 6. Talasni oblici napona na kondenzatoru (trouglasti signal) i napona na izlaznom pinu (pulsni signal).

Faktor ispunjenosti je najvažnija karika u celom radu kola. Ukoliko je faktor manji, manje je i trajanje impulsa a samim tim se i tranzistor mnogo manje uključuje a sa njim i LED traka. Na taj način će frekvencija uključivanja i isključivanja trake biti takva da se ljudskom oku čini kao da traka slabije svetli. Međutim to je samo efekat, a razlog je taj da su diode više vremena isključene nego uključene. Potpuno isto se dešava i sa povećanjem faktora ispunjenosti signala. Na slici 7 je prikazan faktor ispunjenosti u dva slučaja, kada je potenciometar okrenut skroz u jednu i skroz u drugu stranu.



Slika 7. faktor ispunjenosti približno 100% (gore) i približno 0% (dole).

Diode D_1 i D_2 služe kako bi osigurale protok struje do kondenzatora, tačnije, jedna vodi tokom procesa punjenja kondenzatora, dok druga vodi samo tokom pražnjenja. Obe diode su identične - 1N4148 silicijumska dioda.

Tranzistor koji je korišćen u kolu je BJ snažni tranzistor TIP 31c. Njegova uloga je prekidačka, provešće samo kada se pojavi pozitivni impuls na pinu baze. Na taj način kada tranzistor vodi, on spaja određeni *RGB* pin LED trake na masu, čime se traka polariše direktno i vrši emitovanje svetlosti.



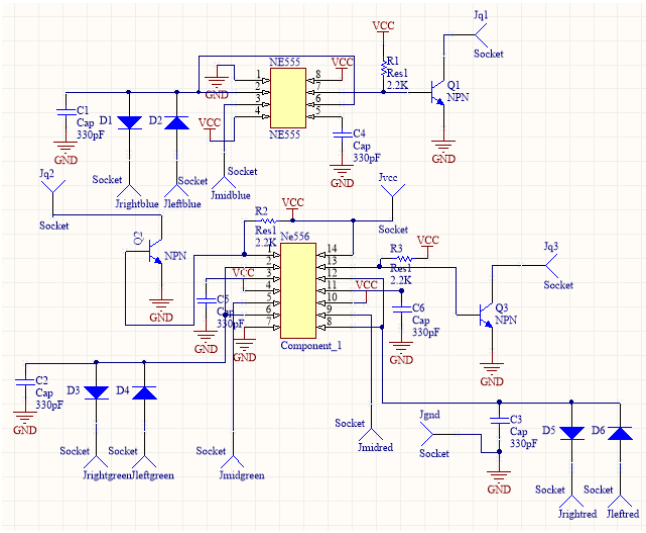
Slika 8. BJ tranzistor TIP31c.

Za potpuno projektovanje cele električne šeme, pored tri NE555 kola, potrebna su i tri potenciometra za svako od njih. Svaki potenciometar kontroliše faktor ispunjenosti signala na samo jednom pinu, tačnije kontroliše osvetljenje jedne boje *RGB* trake. Nije potreban četvrti potenciometar za kontrolu celokupnog osvetljenja, jer se taj efekat postiže sa tri pomenuta potenciometra. Električna šema je kreirana i simulirana u *LT Spice* simulatoru.

C. Projektovanje PCB

Električnu šemu nakon uspešne simulacije, bilo je potrebno projektovati i fizički. Prvo je izvršeno testiranje na proto ploči, a nakon toga je napravljena *PCB* pločica u programu *Altium Designer 17* [3].

Prvo na redu je projektovanje šematika, koji je prikazan na slici 9. Umesto potenciometra postavljeni su trnovi, jer potenciometri nisu postavljeni direktno na pločicu. Mogu se primetiti i dva integrisana kola NE555 (DIP 8) i NE556 (DIP 14).

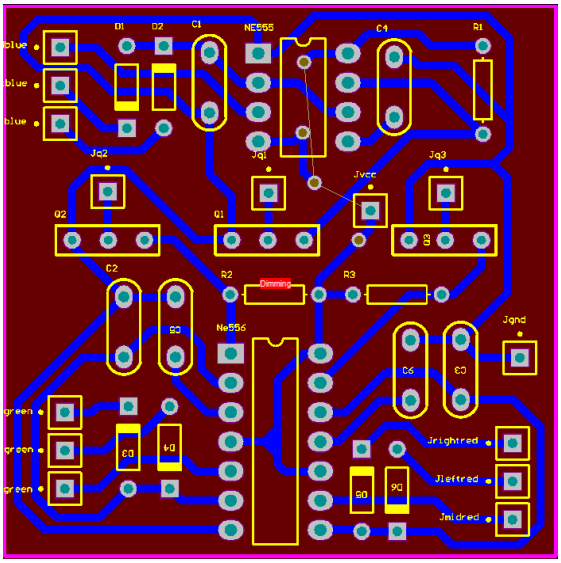


Slika 9. Šematik projektovan u *Altium Designer*-u.

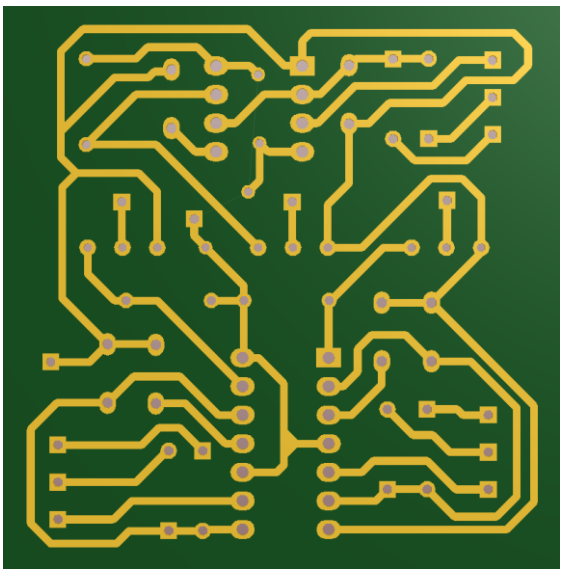
Nakon završetka projektovanja šematika, prelazi se na projektovanje *layout*-a. Neki footprintovi su ručno crtani jer nisu postojali u standardnim bibliotekama. Kako izgleda 2D prikaz pločice nakon postavljanja rasporeda komponenata i izvršenog rutiranja može se videti na slikama 10 i 11. Rutiranje je izvršeno samo sa donje strane pločice zbog jednostavnosti projektovanja i samog kasnijeg lemljenja komponenti na pločicu. Zbog mogućeg proticanja velike struje u nekim delovima kola, za širinu linije veze je odabrana konstanta vrednost od 0.7mm. Dimenzije pločice su 47.47 x 47.4 mm.

III. ZAKLJUČAK

Projektovanje ovakvog uređaja je relativno jednostavno i ne zahteva previše vremena i sredstava za realizaciju. Za razliku od običnih belih LED traka pomoću ovog uređaja je moguće ručno kontrolisati i dobiti željene boje. Primene su mnogobrojne, od sve popularnijeg uređivanja ličnog prostora LED rasvetom, do postavljanja rasvete u bilo kojem drugom objektu. Uređaj je napravljen i uspešno testiran u praksi. Malih je dimenzija i upravljanje njime je jednostavno.



Slika 10. 2D prikaz *layout*-a pločice za dimovanje.



Slika 11. 2D prikaz pločice sa donje strane (linije veze).

LITERATURA

[1] NE555, datasheet, ST Microelectronics, http://pdf1.alldatasheet.com/datasheet-pdf/view/23384/STMICROELECTRONICS/NE555.html

[2] Fuller, Brian "*Hans Camenzind, 555 timerinventor, dies*". *EE Times*. Retrieved 27 December 2016

[3] Altium Designer 17 https://www.altium.com/altium-designer/

Primena programabilnog logičkog kontrolera Omron u realizaciji digitalnog sata

Miroslav Kocić

Sadržaj - U ovom radu je prikazan način realizacije digitalnog sata primenom programabilnog logičkog kontrolera Omron. Projekat u PLC-u je formiran u okviru programa CX-Programmer, koji nudi različite načine za kreiranje programa, njegovu obradu, simulaciju rada programa, povezivanje sa PLC-om i razne druge mogućnosti. Način programiranja koji je iskorišćen je lestvičasto ili ladder programiranje. Ovaj način programiranja je karakterističan za rad sa programabilnim kontrolerima. Za grafički prikaz, iskorišćen je program CX-Designer.

I. UVOD

Element upravljanja kod digitalnih satova jeste sedmo-segmentni displej. Sedmo-segmentni displej predstavlja oblik elektronskog uređaja za prikazivanje dekadnih brojeva koji predstavlja alternativu složenijim ekranima.

Sedmo-segmentni displeji se široko koriste u digitalnim satovima, elektronskim meračima, kalkulatorima i drugim elektronskim uređajima koji prikazuju numeričke informacije. Ukoliko se koristi za realizaciju digitalnog sata, treba da prikazuje numeričke dekadne vrednosti od 0 do 9, gde će svaka vrednost aktivirati specifične segmente na displeju.

II. PROGRAMABILNI LOGIČKI KONTROLERI

Programabilni logički kontroleri (PLC) predstavljaju industrijski digitalni računar koji je robusan i prilagođen za kontrolu proizvodnih procesa.

Prihvaćeni su kao kontroleri automatizacije visoke pouzdanosti koji su pogodni za teška okruženja. PLC je primer "tvrdog" sistema u realnom vremenu jer rezultati izlaznih podataka moraju biti proizvedeni kao odgovor na uslove unosa u ograničenom vremenu, u protivnom bi došlo do neželjenih radnji.

Na slici 1 prikazan je programabilni logički kontroler koji je u suštini digitalni računar koji se projektuje tako da može da upravlja određenom mašinom ili postrojenjem u nekom industrijskom okruženju. PLC je takođe i primer sistema koji se izvršava u realnom vremenu jer stanje na izlazima sistema kojim PLC upravlja zavisi od stanja na ulazima tog sistema.

Miroslav Kocić je student četvrte godine Osnovnih akademskih studija na Elektronskom fakultetu Univerziteta u Nišu, A. Medevedeva 14, 18000 Niš, Srbija
(e-mail: miroslav.kocic@hotmail.com)



Slika 1. Programabilni logički kontroler.

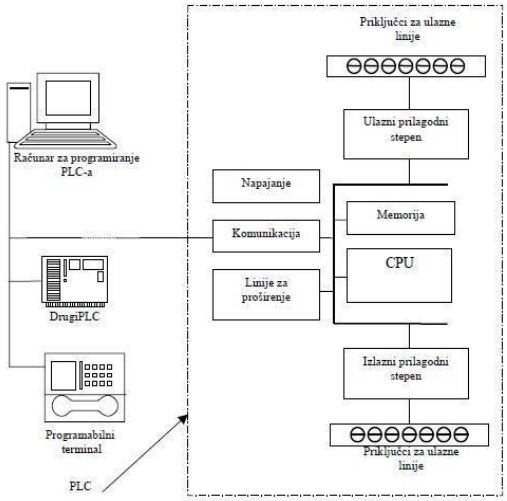
PLC sadrži specijalne ulazne i izlazne interfejse i on se programira pomoću posebnog jezika kojim se upravlja određenim procesima. Programi pomoću kojih se upravlja proizvodnjom mašina i opreme se skladište u memoriju koja je trajna ili ima vlastito napajanje.

PLC kao industrijski računar projektovan je tako da može da se primeni u blizini procesa sa kojim upravlja. Samim tim, PLC radi u veoma nepovoljnim klimo-tehničkim uslovima koji vladaju u neposrednom okruženju procesa, i otporan je na razne nepovoljne uticaje kao što su: vibracije, udarci, vlaga, visoka temperatura, električni šum, itd. Programabilni logički kontroleri se obično primenjuju kod rešavanja decentralizovanih upravljačkih zadataka, na samom mestu upravljanja, gde se preko ulaza i izlaza povezuju sa uređajima poput operatorskih panela, motora, prekidača, ventila, senzora, itd.

Programabilni logički kontroleri imaju svoj operativni sistem, koji iako ima dosta manje mogućnosti od operativnog sistema opšte namene, može da u potpunosti podrži potrebe za komunikacijama. Samim tim, mogu se povezati programabilni logički kontroleri sa centralnim računarom ili sa drugim računarima, radi rešavanja nekih složenijih upravljačkih zadataka ili jednostavne akvizicije podataka i upravljanja sa daljine. Glavne prednosti primene rešenja sa PLC uređajima su velike mogućnosti komunikacije koje omogućavaju visok stepen iskorišćenja i koordinacije procesa, kao i veliku fleksibilnost u smislu prilagođavanja različitim izmenama u procesu.

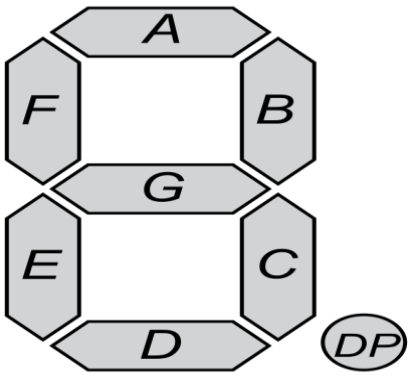
Na slici 2 su prikazani osnovni elementi PLC kontrolera, gde svi PLC kontroleri bez obzira na veličinu imaju istu hardversku strukturu koja je dosta slična strukturi drugih računarskih sistema. Ova struktura se adaptira određenom industrijskom okruženju, i ima sledeće osnovne celine:

- CPU (centralna procesorska jedinica)
- Memorija za program i podatke
- Deo za komunikaciju
- Mrežni deo za napajanje
- Ulazni deo (digitalni, analogni)
- Izlazni deo (digitalni, analogni)
- Deo za proširenje



Slika 2. Osnovni elementi PLC kontrolera.

III. UPRAVLJANJE SEDMO-SEGMENTNIM DISPLEJOM



Slika 3. Sedmo-segmentni displej.

Sedmo-segmentni displej predstavlja oblik elektronskog uređaja za prikazivanje dekadnih brojeva koji predstavlja alternativu složenijim ekranima. Takav naziv ima zato sto se sastoji od 7 segmenata koji u zavisnosti od toga koji sadžaj treba da prikazuju, svetle na odgovarajući način. Ovi dispeji imaju široku primenu, a veoma su korisni pri izradi digitalnih satova. Svaki segment na displeju, je povezan sa odgovarajućim pinom i kada se na pin dovede 1, segment koji je povezan sa tim pinom će svetleti (iz tog razloga se ovi displeji i koriste kada se radi u digitalnom domenu).

Na slici 3 je prikazan raspored segmenata na displeju. Svaki segment je označen slovima: A, B, C, D, E, F, G. Ukoliko format bilo koje cifre koja može da se prikaže na displeju možemo da zamislimo u formatu ABCDEFG, onda bi kodovi brojeva u binarnom obliku imali sledeći izgled:

- 0 – 1111110
- 1 – 0110000
- 2 – 1101101
- 3 – 1111001
- 4 – 0110011
- 5 – 1011011
- 6 – 1011111
- 7 – 1110000
- 8 – 1111111
- 9 – 1111011

IV. PRIMER UPRAVLJANJA NAD SEDMO-SEGMENTNIM DISPLEJIMA ZA REALIZACIJU DIGITALNOG SATA POMOĆU PROGRAMABILNOG LOGIČKOG KONTROLERA

Zadatak ovog rada jeste da se pokaže kako digitalni sat može da se realizuje pomoću programabilnih logičkih kontrolera. Ovaj projekat je realizovan u OMRON PLC-u.

Digitalni sat se sastoji od 6 sedmo-segmentnih displeja, gde su oni raspoređeni u 3 para. Prvi par za prikazivanje sekundi, drugi za minute i treći za časove. Svaki par ima levi i desni displej (displej koji prikazuje jedinice i displej koji prikazuje desetice). Pored displeja iskorišćene su i 4 LED diode, gde su one rasporedjene u 2 para. Jedan par za odvajanje sekundi od minuta, a drugi za odvajanje minuta od časova. Sat na kućištu ima 6 tastera. Prvi taster Power, daje napajanje satu (postavlja vrednosti na displejima u obliku 00:00:00), drugi Start, gde sat posle podešavanja kreće sa radom, treći taster Stop, gde se gasi napajanje i resetuju vrednosti dispeja na 0 (0 iz razloga što je namešteno da je početno stanje sata pre podešavanja 00:00:00) i jos tri tastera za podešavanje sekundi, minuta i časova.

Način rada sata – posle pritiska tastera Power, na ekranima se pojavljuje 00:00:00. Pre pritiska tastera Start , moguće je podesiti željeno vreme. Posle podešavanja vremena, pritiska se taster Start gde sat počinje da radi normalno. Sat je isprojektovan tako da dok radi , ne može da prima komande sa tastera za podešavanje, tek posle pritiska tastera Stop, koji resetuje sve vrednosti na dispejima na 0 i koji gasi napajanje i posle ponovnog uspostavaljanja napona preko tastera Power, moguće je opet podešavati vreme.

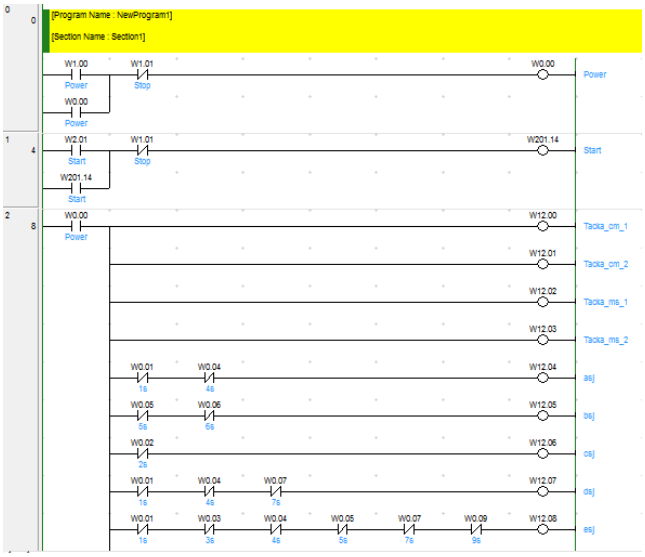
Objašnjenje lestičastog dijagrama (programa) – U programu se nalaze 6 ulaza, koji su realizovani kao tasteri i označavaju taster Power, Start, Stop (Slika 4) i tri taster za

podešavanje. Postoje 4 izlaza koji predstavljaju LED diode koje služe za odvajanje sekundi od minuta i minuta od časova. Svaki displej ima 7 segmenata, koji su takodje izlazi, a pošto postoje 6 displeja, onda postoje 42 izlaza za displeje. Svaki ulaz i izlaz ima svoju adresu. Pritiskom na taster Power, dobija se sadržaj na svim displejima u obliku 00:00:00. To znači da posle pritiska ovog tastera, na displejima neće samo svetleti g segmenti. O podešavanju vremena će više reči biti kasnije. Posle pritiska tastera Start, uključuje se tajmer koji broji 1s i koji automatski resetuje samog sebe. Taj tajmer setuje više brojača istovremeno, samo što ti brojači broje drugačiji broj ciklusa.

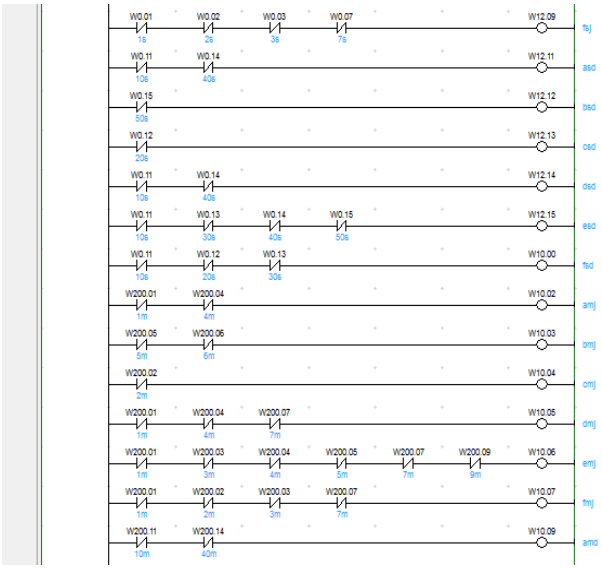
Za prvu sekudu, brojač koji broji do 1, a kog setuje tajmer, za drugu, brojač koji broji do 2 itd do brojača za devetu sekundu, gde se posle 10s setuje brojač koji na prvom displeju vraća 0, a vrednost na drugom displeju inkrementira za 1 (princip setovanja prvog brojača prikazan je na slici 6).

Svaki brojač drugačije reaguje na segmente i svaki generiše odgovarajući sadržaj na displejima.Npr pošto je početno stanje na svim displejima 0 i pod pretpostavkom da je sat krenuo sa radom u ponoć tj u 00:00:00, posle 1s na displejima treba da se prikaže sadržaj 00:00:01, što znači da će brojač koji prikazuje jedinicu na displeju za jedinice koji se nalazi u paru displeja za sekunde onemogućavati aktiviranje segmenata A, G, D, F, E, a omogućavati aktiviranje segmenata B, C itd za sve moguće kombinacije. Dejstvo brojača na segmente nije direktno, već je to realizovano preko flegova (Slika 7). Rađeno je tako da bi se optimizovao način na koji će se brojači resetovati. Uslovi koji kontrolišu rad segmenata su praikazani na slici 5. Posle svake sekunde na displejima se prikazuje drugačiji sadržaj. Svaki put kada prodje 10s, brojači desetica pamte taj interval, tako da postoji brojač koji ukazuje na interval od 10s, 20s…50s, a kada se 6 puta ponovi taj interval od 10s, tada se displeji za sekunde resetuju a inkremetira se vrednost na displeju koji prikazuje minute i to displej koji je namenjen za jedinice. Logika za sekunde, minute i časove je identična ovoj, s tim što mora da se obrati pažnja da displeji koji se odnose na sekunde i minute rade identično i sinhronizovano tj brojači se resetuju uvek na isti način (svaka 10-ta sekunda resetuje displej jedinice, a inkrementira displej desetice, a 6-to inkrementiranje vrednosti displeja desetice resetuje prethodne displeje i inkrementira vrednost narednog displeja, displej sa leve strane). Dispeji za časove rade malo drugčije. Logika je skoro ista kao i za minute i sekunde, samo što displeji za časove mogu da prikažu sadržaj od 00-23, za razliku od minuta i sekundi gde je opseg sadržaja isti 00-59. Pošto je kod časova nemoguće sinhrono resetovati sadržaje na displejima, uvodi se jedan novi brojač, koji se setuje na svaki sat , a zadatak mu je da kada treba da se navrši 24 sata, on resetuje sadržaj na dispejima koji su vezani za prikazivanje časova. Što se tiče podešavanja vremena pre početka rada sata, tasteri za podešavanje će se jednostavno paralelno vezivati sa ulazima, koji su predviđeni da automatski vrše setovanje brojača.

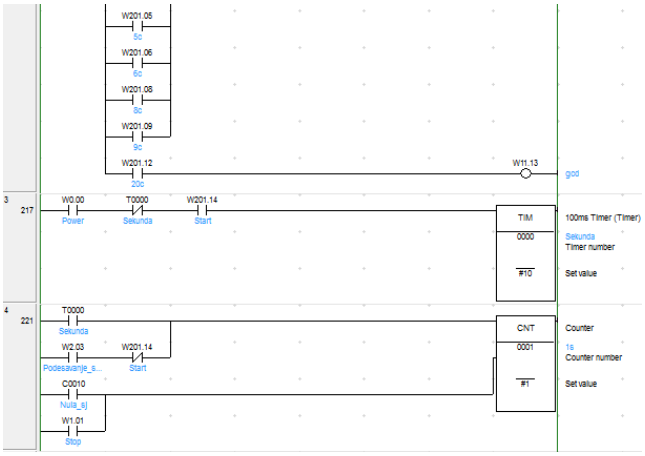
Projekat je realizovan pomoću ladder dijagrama u programu CX-Programmer, a specifični delovi dijagrama su prikazani na sledećim slikama:



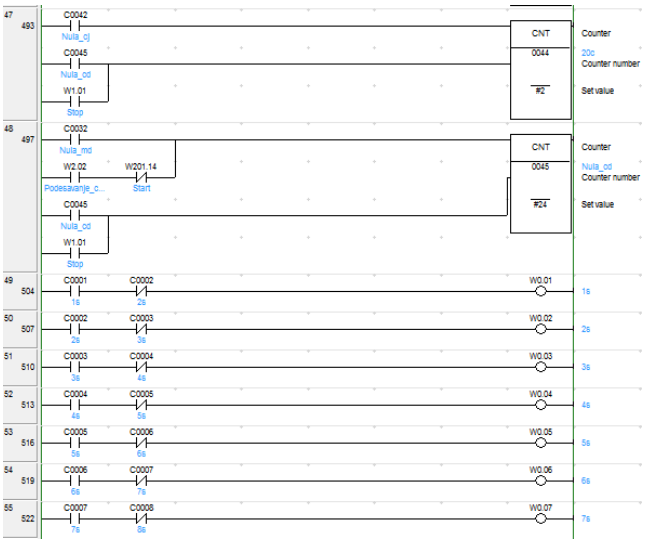
Slika 4. Realizacija tastera Power, Start i Stop.



Slika 5. Uslovi koji kontrolišu rad segmenata.

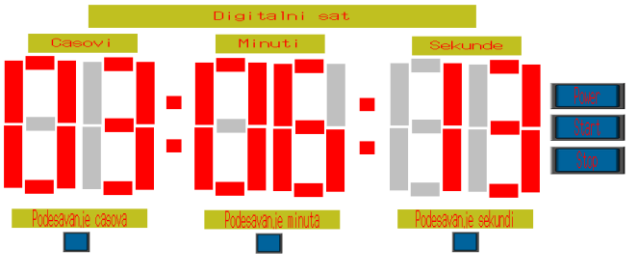


Slika 6. Setovanje brojača (automatski i ručno).



Slika 7. Dejstvo brojača na flegove.

Grafički prikaz projekta rađen je u programu CX-Designer i na slici 8 se može videti jedan trenutak koji je zabeležen u toku rada digitalnog sata projektovanog u programu CX-Programmer.



Slika 8. Projekat prikazan u programu CX-Designer.

V. Zaključak

Sedmo-segmentnim displejom je karakteristično da se upravlja kontrolerima kao što su npr Arduino ili Pic, dok PLC ima više industrijsku primenu. Iako nije uobičajeno da se ovim displejima upravlja preko PLC-a, realizacija digitalnog sata na ovaj način je interesantna, zato što je logika specifična, pa preko upravljanja nad 6 ovakva displeja je realizovan digitalni sat.

Rad na ovakvim projektima, kod budućih inženjera može da razvije logiku i probudi maštu, što je jedna vrlo bitna stvar. Ovaj projekat je urađen da prikazuje samo vreme, medjutim tu ima prostora da se on još više usloži kako bi prikazivao i druge sadržaje, npr pored vremena da prikazuje i datum (kao satovi u holu Elektronskog fakulteta), kao i mnoge druge sadržaje koji su od koristi.

“Sometimes it is the people no one can imagine anything of who do the things no one can imagine.”
— Alan Turing

Literatura

[1] PLC – Programmable Logic Controller: Predavanja 2007/08
[2] Petrović, V. (2013): Upravljanje u realnom vremenu– Priručnik za laboratorijske vežbe
[3] https://en.wikipedia.org/wiki/Seven-segment_display
[4] https://www.google.com/images.

Merni balon za određivanje koncentracije ugljen monoksida u vazduhu

Katarina Stefanović, Matija Mihailović, Boris Brzački, Antonio Ilić, Radmila Mitić, Predrag Šubarević

Sadržaj - U ovom radu je prikazan postupak izrade Mernog balona za određivanje koncentracije ugljen monoksida (CO) u vazduhu i njegova svrha. Sva istraživanja, sa ciljem realizacije ovog rada, obavljena su u laboratorijama ETŠ „Nikola Tesla" Niš.

I. UVOD

Paralelno sa društveno-ekonomskim razvojem odvija se i industrijski razvoj, što ima za posledicu povećanje rizika od ekoloških katastrofa. Među mnogobrojnim ekološkim opasnostima za čoveka i čovečanstvo posebno se izdvaja zagađenje vazduha i posledice uzrokovane aerozagađenjem.

Istraživanja pokazuju da su najzagađeniji gradovi na svetu:

Kanpur, Indija

Grad Kanpur je u severnoj Indiji i prosečno ima PM 2.5 nivo od 173 mikrograma po kubnom metru, mnogo više nego preporuke Svetske zdravstvene organizacije (*World Health Organization*) od 10 mcg

Faridabad, Indija

Ima 172 mcg po kubnom metru.

Varanasi, Indija

Ima 151 mcg po kubnom metru.

Gaya, Indija

Ima 14 mcg po kubnom metru.

Patna, Indija

Ima 144 mcg po kubnom metru.

Delhi, Indija

Ima 143 mcg po kubnom metru.

Lucknow, Indija

Ima 138 mcg po kubnom metru.

Bamenda, Cameroon

Ima 132 mcg po kubnom metru.

Agra, Indija

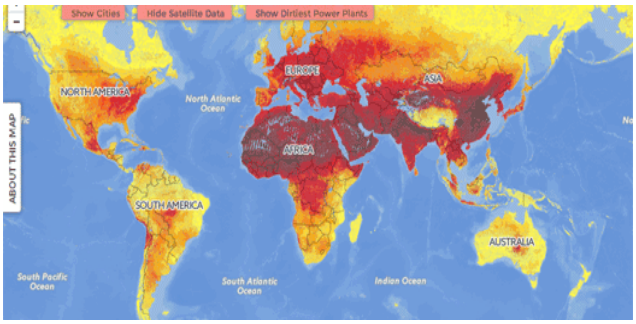
Ima 131 mcg po kubnom metru.

Muzaffarpur, Indija

Ima 120 mcg po kubnom metru.

Katarina Stefanović i Mateja. Mihailović su učenici III razreda, Boris Brzački i Antonio Ilić su sa IV godine na smeru:Tehničar mehatronike ETŠ "Nikola Tesla", Aleksandra Medvedeva 18, 18000 Niš, Serbia, E-mail: etstesla@etstesla.ni.ac.rs

Radmila Mitić, Predrag Šubarević, nastavnici stručnih predmeta Elektrotehničke škole "Nikola Tesla" Aleksandra Medvedeva 18, 18000 Niš, Srbija, E-mail: racamitic@gmail.com



Slika 1. Mapa zagađenosti ugljen monoksidom.

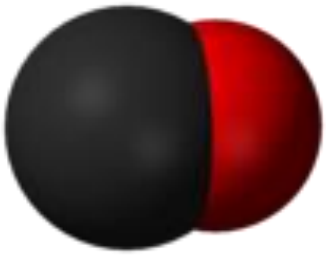
Prilikom detektovanja veće doze i pojave simptoma trovanja ugljen monoksidom kao prva pomoć može da se preduzme aplikacija 100% kiseonika (O_2) putem maske.[7], [8]

Čist vazduh predstavlja uslov postojanja i održanja živog sveta na Zemlji. To je smeša gasova koja se sastoji iz 78,1% azota, 20,09% kiseonika 0,9% argona 0,9% ugljen dioksida, 0,03% neona, helijuma, metana, kriptona, ksenona i dr. Ova prirodna ravnoteža gasova može biti narušena intenzivnim procesima sagorevanja fosilnih goriva, uništavanjem šuma i drugim procesima koji mogu da dovedu do zagađivanja vazduha. [1]

II. UTICAJ UGLJEN MONOKSIDA

Zagađivanje vazduha je problem koji se najčešće javlja u industrijskim centrima u kojima je došlo do promene hemijske ravnoteže i promene kvaliteta vazduha. Kao najčešći uzročnici zagađivača javljaju se azotni oksidi, oksidi sumpora, ugljen monoksid, suspendovane čestice (dim, čađ, prašina) i ispariva organska jedinjenja. Pored navedenih zagađivača, u zavisnosti od postojanja određenih industrijskih postrojenja, mogu se naći i drugi zagađivači. [2]

Ugljen monoksid je gas bez boje, ukusa ili mirisa koji se sastoji iz jednog atoma ugljenika i jednog atoma kiseonika (Slika 2), koji su vezani kovalentnom vezom. Ugljen monoksid je veoma otrovan za živa bića, čija su crvena krvna zrnca izgrađena od hemoglobina. Ovaj gas se vezuje za hemoglobin i sprečava vezivanje i transport kiseonika.[2]



Slika 2. Molekul ugljen monoksida [3].

Da bi se ljudi informisali o riziku od zagađenja životne sredine koriste se posebne oznake koje su prikazane na slici 3.

Prve zapise o dejstvu ugljen monoksida je zapazio Aristotel koji je pisao da gorenje uglja dovodi do stvaranja toksičnih gasova. U to vreme je jedan od načina izvršavanja smrtne kazne bio da se osuđeni stavi u prostoriju sa ugljem koji gori. Škotski hemičar Vilijam Kruišank je 1800. godine otkrio da je u pitanju atom ugljenika i kiseonika. Tokom drugog svetskog rata ugljen monoksid je često korišćen u nekim koncentracionim logorima za masovna ubistva. Do zagađenja ugljen-monoksida uglavnom dolazi zbog nesavršenog sagorevanja uglja, drveta, prirodnog gasa, goriva ili nekog drugog izvora energije.

Samim tim i nivoi ugljen-monoksida u vazduhu dosta zavise od prostora u kome se meri . U proseku nivo ugljen-monoksida je 0,1 PPM, ali u većim gradovima je 100 do 500 puta veći, u zavisnosti od prometa mernog mesta.



Slika 3. NFPA 704 oznaka (broj 3 u plavom kvadratu označava da je u pitanju hemijski molekul otrovan po ljudski život, broj 4 označava visoku zapaljivost, a broj 0 označava malu reaktivnost) [3].

Kritične granice koncentracije ugljen-monoksida u vazduhu su jasno definisane, i ima ih četiri:

1.) Nizak nivo - 50 PPM ili manje. Ovo je maksimalna dozvoljena koncentracija ugljen-monoksida za nekog odraslog čoveka u rasponu od osam sati.

2.) Srednji nivo – Između 51 i 500 PPM. Ovaj nivo ugljen-monoksida dovodi do glavobolje nakon 1-2 sata.

3.) Visoki nivo - Viši od 800 PPM. Ovaj nivo ugljen-monoksida može izazvati smrt, ali je verovatnoća ovoga veoma mala.

4.) Opasni nivo – Viši od 1600 PPM. Ovaj nivo ugljen-monoksida može dovesti do gubljenja svesti u roku od sat vremena, i može dovesti do smrti u roku od dva sata.[4,5,6]

Ugljen-monoksid može biti veoma opasan jer je veoma teško odrediti njegovo prisustvo. U analizi kompanije *"Underwriters Labaratories"* čak šezdeset procenata Amerikanaca koji su imali povišenu koncentraciju ugljenmonoksida u kući nije bilo svesno toga.[9]

Iz bezbednosnih razloga su napravljeni ugljen-monoksid detektori i alarmi koji upozoravaju čoveka ukoliko procenat ugljen-monoksida u vazduhu preti njihovom zdravlju.

Naučnim istraživanjima je utvrđeno da je među najnezagađenijim gradovima u našoj zemlji i sam grad Niš.

Prosečan AQI (*Air Quality Index*-Indeks kvaliteta vazduha*)* Niša je oko 50, što je manje od 100 (vazduh sa AQI od 100 se smatra zagađenim), ali se može smanjiti korišćenjem drva za ogrev koja ispuštaju manje štetnih supstanci po čoveka.

Shvatajući da je za čovekovo zdravlje veoma bitno da na vreme bude informisan o mogućem zagađenju vazduha mi smo konstruisali uređaj koji detektuje ugljen monoksid. Ovaj gas smo odabrali za detekciju zbog njegove toksičnosti, fizičke neprimetnosti i velike rasprostranjenosti.

III. PRINCIP RADA I PRAKTIČNA REALIZACIJA

Za detektovanje ugljenmonoksida konstruisan je uređaj "Merni balon". Ovaj uređaj je realizovan u školskoj laboratoriji. Šema rada je prikazana na slici 4. Za njegovu realizaciju su potrebne sledeće komponente:

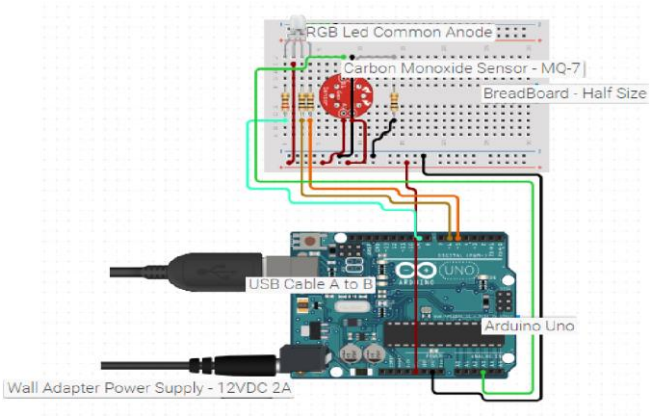
Primarne komponente:

- Arduino Uno (20€)
- Senzor ugljen monoksida MQ-7(5€)
- RGB dioda (3.5€)
- USB kabl ide uz arduino
- Držač baterija (2.5€)

Sekundarne komponente:

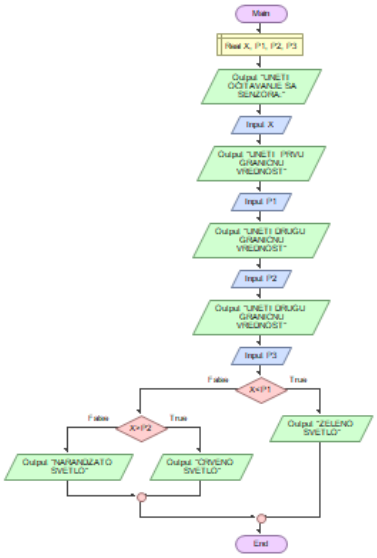
- Otpornik 100Ω (0.08€)
- Otpornik 220Ω (0.08€)
- Otpornik 10KΩ (0.14€)
- Adapter ploča za senzor (1.2€)
- Provodnici (muški)
- Kućište

Ukupna cena proizvoda : 30€



Slika 4. Šema veze mernog balona.

Tok signala u uređaju može da se prikaže sledećim algoritmom, koji je prikazan na slici 5. Parametri P1, P2 i P3 su kritične granične vrednosti koncentracije ugljen monoksida, dok promenljiva X predstavlja očitanu vrednost koncentracije sa senzora.



Slika 5. Algoritam programa [10].

IV. Opis rada

Merni balon je uređaj koji se sastoji od balona za koji je vezan senzor, kanapa kojim se reguliše visina balona i kutije u kojoj se nalaze elektronske komponente. Kanap je nivelisan, odnosno na njemu je jasno označena visina na kojoj se nalazi balon. Ideja je bila da se koristi za merenje ugljen monoksida u područjima gde ne postoji meteorološka stanica, a gde je primećena veća zagađenost vazduha ugljen monoksidom.

Korisniku ovog uređaja nije potrebno neko prethodno predznanje, jer je sam uređaj napravljen da svako može da ga koristi. Aktiviranje ovog uređaja je veoma jednostavno, što se može videti u narednim koracima:

Korisnik dolazi na željeno mesto merenja.

Uređaj se uključuje uz pomoć prekidača (dovođenje napona).

Balon se pušta na određenu visinu (može da bude unapred određena ili da korisnik sam određuje visinu na kojoj se detektuje zagađenje ugljen monoksidom).

Korisnik detektuje koncentraciju ugljen monoksida putem promene boje diode koja je povezana sa senzorom na balonu.

Evidencija očitanih podataka (preko RGB diode).

Senzor koji je zakačen za balon šalje signal nazad u Arduino i prema unapred zadatim parametrima upoređuje se dobijeni signal sa unapred zadatim referentnim vrednostima koje se nalaze u samom programu, a koje su zadate od strane programera. U odnosu na vrednost dobijenog signala dioda će menjati boju. Značenje boja diode je sledeće:

ZELENA - Niska zagađenost, vazduh relativno čist.
NARANDŽASTA-Srednja zagađenost, vazduh delimično zagađen.
CRVENA- Visoka zagađenost, vazduh nije čist.

V. Zaključak

Uređaj koji je realizovan pod nazivom „Merni balon za određivanje koncentracije ugljen monoksida u vazduhu“ je zadovoljio potrebne karakteristike. Pod tim se podrazumeva da sa velikom tačnošću može da da podatak o postojanju većeg ili manjeg stepena zagađenja vazduha ugljen monoksidom.

Po pristupačnoj ceni od 30€, ovaj uređaj može da bude konkurentan na tržištu, jer se cena drugih uređaja za detekciju ugljen monoksida kreće od 100$ pa naviše.

Zahvalnica

Ovaj red je finansiran od strane elektrotehničke škole „Nikola Tesla“ iz Niša. Autori se zahvaljuju nastavnicima i rukovodstvu škole na pomoći pri realizaciji rada.

Literatura

[1] M. Radović, D. Radivojević, “Vazduh njegov značaj i fizičke osobine” *Zbornik radova 6. Međunarodne konferencije o nastavi u srednjim školama,* Aleksinac, 9-11. Mart 2018.
[2] B. Pejić, “Zagađenje vazduha kao determinanta ekološke bezbednosti Srbije”, *Zbornik radova-Geografski fakultet Univerziteta u Beogradu*, 2015, 63: 1-30.
[3] https://en.wikipedia.org/wiki/Carbon_monoxide#Occurrence
[4] D. Osweiler, Gary "General toxicologic principles for clinicians." *Small Animal Toxicology (Third Edition).* 2013. 479-487.
[5] Respirabilne čestice i njihov uticaj na zdravlje čoveka https://www.chem.bg.ac.rs/~grzetic/predavanja/Osnovi%20hemi%20atmosfere%20i%20zagadjivaci%20vazduha/SUSPE

SUSPEND%20I%20RESPIRABILNE%20CESTICE%20U%20URBANIM%20SREDINAMA.pdf
[6] J. Knežević, B Jović i L. Marić Tanasković "Stanje kvaliteta vazduha u Republici Srbiji", *45 Savetovanje "Zaštita vazduha 2017"*, Palić, 16-17.10.2017.
[7] Nivoi ugljen monoksida i njihova opasnost https://www.kidde.com/home-safety/en/us/support/help-center/browse-articles/articles/what_are_the_carbon_monoxide_levels_that_will_sound_the_alarm_.aspx [poslednji put pristupljeno 18.10.2018]
[8] http://qginc.com/sites/default/files/Lawrence%20Berkeley%20NaNation%20Laboratory%20%28LBNL%29%20Report%20040556.ppd [poslednji put pristupljeno 18.10.2018]
[9] Saopštenje o opasnosti ugljen dioksida https://www.ul.com/newsroom/pressreleases/most-americans-at-risk-against-the-silent-killer/
[10] http://www.flowgorithm.org/

Automatizovani prozor

Uroš Stojković, Marko Nikolić, Jovan Cekić, Marko Marjanović, Radmila Mitić, Dejan Stamenković

Sadržaj - Automatizovani prozor je sklop električnih elemenata koji je projektovan i konstruisan sa ciljem automatske regulacije temperature, koncentracije ugljendioksida i osvetljenosti prostorije. Rad je realizovan u laboratorijskim uslovima korišćenjem *Arduino Uno* mikrokontrolera. U radu je predstavljen jedan od načina realizacije Automatizovanog prozora.

I. Uvod

Od nastanka prvih civilizacija ljudi su pravili kuće i kroz društveni razvoj kuće su se razvijale sa potrebama ljudi. Razvojem kuća dolazimo do nastanka prvih prozora. Na početku to su bile najobičnije rupe u zidovima, najčešće male zbog grejanja prostorije [1]. Sa razvojem društva povećale su se i potrebe ljudi, pa su se samim tim i prozori usavršavali i pored svoje primarne namene postali i neosporivi detalj u arhitekturi. Kroz vekove prozori su postali veći i tanji ali su zadržali svoju osnovnu namenu osvetljavanja i provetravanja prostorije. Sa sve bržim životom javlja se sve veća potreba za automatizaciom. S obzirom na to da se u zadnjih trideset godina nije desila drastična promena u konstrukciji prozora, jedan od mogućih pravaca razvoja je automatizacija prozora. Automatizacija prozora, pored ostalog, može da podrazumeva samostalno otvaranje i zatvaranje prozora i podizanje i spuštanje roletni, na osnovu parametara koji su unapred definisani programom, koji dati sistem koristi.

II. Arhitektura sistema

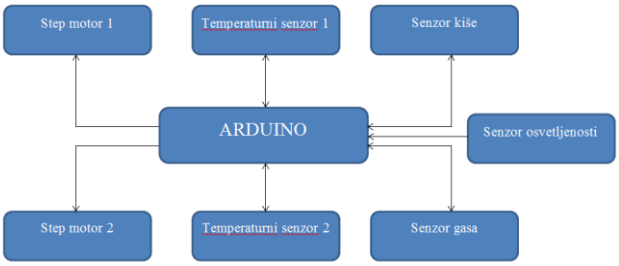
Automatizovani prozor, koji smo konstruisali, satavljen je iz hardverskog i softverskog dela.

Hardverski deo čine:

- Arduino Uno
- Dva step motora
- Dva temperaturna senzora
- Senzor osvetljenosti prostorije
- Senzor gasa
- Optički senzor
- Senzor kiše
- Rele
- Elektromanget

Osnovu softverskog dela predstavlja kod koji je napisan i realizovan u Arduino softverskom okruženju.

Povezanost datog sistema i tok informacija u njemu prikazan je na slici 1.



Slika 1. Blok šema sistema.

III. Način rada sistema

Sa blok šeme (slika 1) se uočava da je Arduino glavna komponenta sistema koja prima signale iz svih senzora (kišnog, temperaturnog, gasnog i senzora osvetljenosti). Na osnovu postojanja ili nepostojanja signala sa odgovarajućeg senzora Arduino, na osnovu unapred zadatih uslova koji su definisani u samom programu, odlučuje i šalje odgovarajuće signale step motorima. Oni, na osnovu dobijene komande, izvršavaju zadatu funkciju, otvaraju ili zatvaraju prozor, spuštaju ili podižu roletnu.

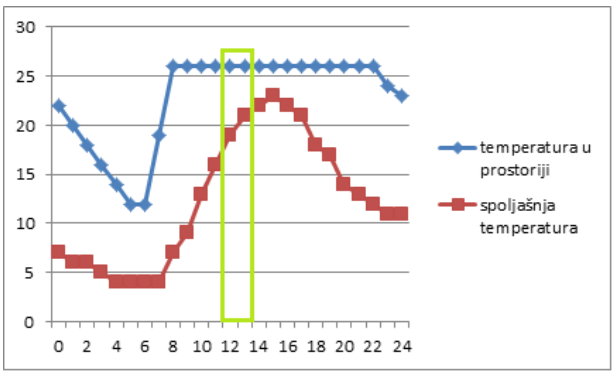
Prilikom realizacije ovog projekta susreli smo se sa problemom oko izbora optimalne temperature i osvetljenosti prostorije. Istraživanjem smo utvrdili da ove vrednosti zavise pre svega od namene same prostorije i da u zavisnosti od toga date vrednosti mogu da imaju širok dijapazon promena. Za naš rad smo odabrali da se prozor koristi u prostoriji koja je namenjena za dnevni rad učenika i koja predstavlja deo kuće. Za dati primer optimalna vrednost temperature u prostoriji je 26^{o}C, dok je za optimalnu vrednost osvetljenosti prostorije odabrana vrednost 800 lux-a. Vrednost ovih parametara je moguće po želji korisnika promeniti. Korisnik, odnosno naručilac automatskog prozora treba da prilikom naručivanja obavesti koje optimalne vrednosti temperature i osvetljenosti želi u svojoj prostoriji.[2]

Marko Nikolić, Uroš Stojković, Jovan Cekić i Marko Marjanović su učenici IV godine smera mehatronike ETŠ “Nikola Tesla”, Aleksandra Medvedeva 18, 18000 Niš, Serbia, E-mail: etstesla@etstesla.ni.ac.rs

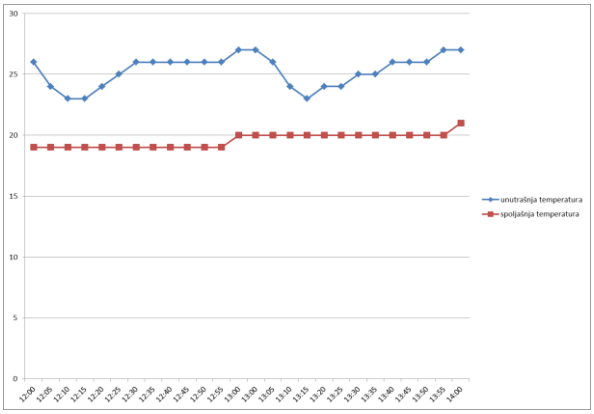
Radmila Mitić i Dejan Stamenković su nastavnici ETŠ “Nikola Tesla”, Aleksandra Medvedeva 18, 18000 Niš, Serbia, E-mail: etstesla@etstesla.ni.ac.rs

Nakon realizovanja i ugradnje samog sistema izvršili smo merenja spoljašnje temperature i temperature u prostoriji sa automatizovanim prozorom. Izabrana prostorija je dimenzija 5m×4m×2.8m sa centralnim grejanjem u kojoj se nalazi automatizovani prozor dimenzija 1.2m×1m. Ovde takođe treba naglasiti da dimenzije sobe utiču na izbor dimenzija prozora. Takođe, učestalost funkcionisanja prozora zavisi od dimenzija sobe, kao i od zadatih parametara koji treba da se postignu u prostoriji [3]. Sledeći faktori koji mogu da se izdvoje, a koji imaju uticaj na rad samog sistema, su spoljašnji vremenski uslovi. Njihov uticaj se ne ogleda samo na aktviranje senzora već u velikoj meri utiču i na brzinu kretanja vazduha u cilju postizanja zadate temperature u prostoriji. Pošto su loši vremenski uslovi, kao na primer jak vetar ili jako sunčan dan retki, mi smo merenja izvršili pri najčešćim uslovima za ovo doba godine [4] Merenja su izvršena 4.10.2018. godine, tokom 24h, na svakih sat vremena osim u periodu između 12 i 14 časova. U tom periodu smo vršili češće merenja radi boljeg upoznavanja funkcionisanja samog sistema.

Rezultati merenja prikazani su grafički na slici 2. Na njoj se jasno uočava da je u ranim jutarnjim časovima spoljašnja temperatura niska i da naglo počinje da raste posle 8 sati ujutru. Svoj maksimum dostiže u 15 sati nakon čega temperatura počinje da opada. Temperatura u prostoriji u ranim jutarnjim časovima naglo opada i kao razlog tome se navodi nedostatak grejanja u prostoriji. Uključivanjem grejanja temperatura za kratak vremenski period naglo poraste do optimalne vrednosti, 26 stepeni. Nakon tog vremena temperatura prostorije se održava konstantnom sve do 22 sata, kada se grejanje isključuje. Postignuta konstantna vrednost temperature u periodu od 8 do 22 časova je nastala zahvaljujući radu automatizovanog prozora. Prozor prilikom porasta temperature (iznad optimalne vrednosti) u prostoriji se automatski otvara i ostaje u tom stanju sve dok se temperatura u prostoriji ne spusti na optimalnih 26 stepeni. Bolji uvid u rezultate rada automatizovanog prozora može se steći na osnovu rezultata prikazanih na slici 3. Na njoj je prikazan uporedni prikaz promene temperature u prostoriji i spoljašnje temperature. Oscilacije temperature u prostoriji nastaju oko optimalne vrednosti temperature i one su intenzivnije u periodu kada je spoljašnja temperatura porasla što je nakon nekog vremena dovelo do povećanja i temperature u prostoriji. Registrovanjem datih promena temperature dolazi do aktiviranja i otvaranja prozora tako da temperatura u prostoriji opada ispod optimalne vrednosti, u našem slučaju je izmerena temperatura 23 stepena. Temperaturne granice koje uslovljavaju otvaranje i zatvaranje su uslovljene senzorom koji se koristi. Za nas je važno da su ove oscilacije u temperaturi male i da automatizovan prozor može da održava željenu temperaturu konstantnom tokom vremena u prostoriji.



Slika 2. Poređenje spoljašnje i unutrašnje temperature.



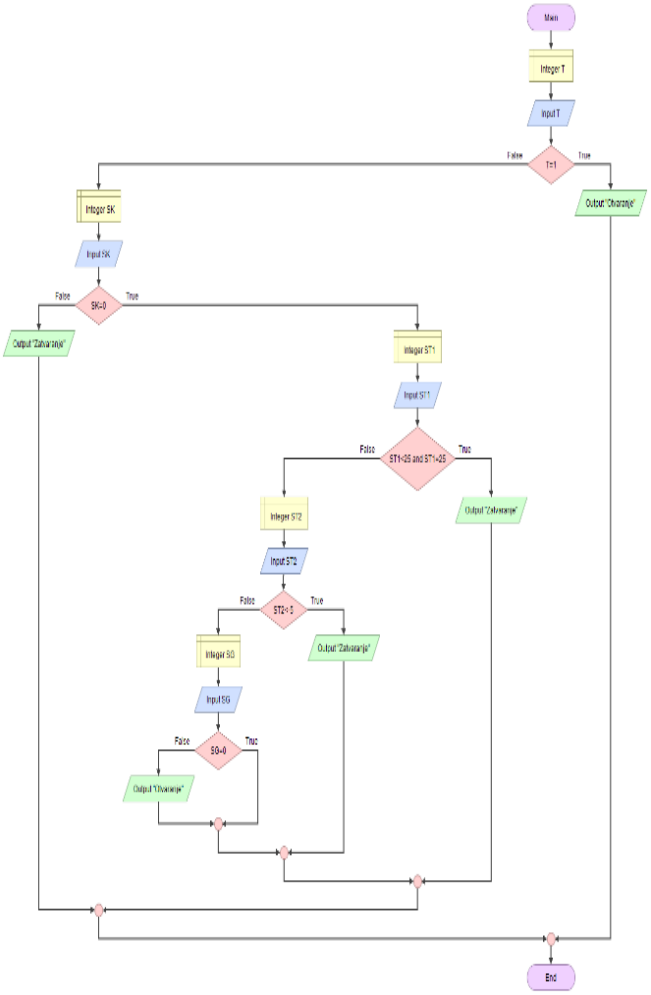
Slika 3. Uveličani prikaz perioda od 12h do 14h.

Princip rada celog sistema je prikazan algoritmom na slici 4. Funkcionisanje celog sistema je zasnovano na korišćenju 4 tastera i to: taster za otvaranje prozora, taster za zatvaranje prozora, taster za podizanje roletne i taster za spuštanje roletne. U algoritmu je prikazana jedna od jednostavnijih verzija rada prozora u kojoj je korišćen samo taster za otvaranje prozora. U datom primeru su korišćene oznake koje imaju sledeće značenje:

- -taster za otvaranje prozora
- SK-senzor kiše
- ST1-senzor temperature unutar prostorije
- ST2-senzor temperature spoljašnjosti
- SG-senzor gasa

Ako uzmemo najsloženiji slučaj, tok signala prolazi kroz pet petlji. Ulazni signal je uključivanje odnosno startovanje tastera koji otvara prozor. Utvrđivanjem da je taster za otvaranje prozora isključen ide se na sledeći uslov, da li napolju ima ili nema kiše. Ako nema kiše dalji tok signala ide na očitavanje temperature u prostoriji. U slučaju da temperatura odgovara unapred zadatoj (optimalnoj) vrednosti, sledeće je dobijanje signala o vrednosti spoljašnje temperature. Ako je spoljašnja temperatura iznad minimalne zadate temperature sledeće ispitivanje je ispitivanje stanja senzora gasa. Ako je sensor gasa detektovao veliku koncentraciju štetnih gasova Arduino

šalje signal motoru za otvaranje prozora. Prikaz toka programa (algoritma) koji uključuje i korišćenje tastera za zatvaranje prozora, roletnu, senzor osvetljenja, tastere za zatvaranje i otvaranje roletne bio bi dosta komplikovaniji pa zato nije prikazan u radu.



Slika 4. Algoritam.

IV. Dobre i loše karakteristike

Prilikom realizacije rada zaključili smo da ovaj rad ima dobre ali i loše karakteristike. Tokom njegove realizacije uspeli smo da otklonimo neke njegove loše karakteristike Radi daljeg usavršavanja rada napravili smo sistematizaciju karateristika.

Dobre karakteristike automatizacije prozora su:

- Manji utrošak vremena kod provetravanja i rashladjivanja prostorije.
- Ljudima sa invaliditetom nije potrebna pomoć u rukovanju sa automatizovanim prozorom
- Smanjen je rizik u slučaju vremenskih nepogoda, ako nismo kod kuće (otvoren prozor)

Nedostatci ovog sistema su:

- U slučaju nestanka stuje prozor će ostati u trenutnom položaju i ceo sistem prestaje sa radom.
- U slučaju požara prozor će se otvoriti zbog povećane temperature u prostoriji što dovodi do povećanja koncentracije kiseonika u prostoriji i rasplamsavanja požara.

V. Budućnost

Predpostavljamo da će automatizovani prozor imati široku upotrebu u svakoj kući u budućnosti, što će pomoći mnogim ljudima koji nisu često kući zbog posla, kao i ljudima sa invaliditetom da lakše i efikasnije kontrolišu uslove boravka u svojim prostorijama. Dalji planovi rada na projektu biće usmereni na povezivanju automatizovanog prozora sa protivpožarnim alarmom i sigurnosnim alarmom, pri čemu će prozor, u bilo kom da je stanju, zatvoriti.

Takodje, postoji mogućnost povezivanja ovog uređaja na mobilni telefon (tablet, računar,…) čime se postiže mogućnost praćenja i kontrolisanja parametara i stanja sistema uređaja.

Dalje usavršavanje sistema može da se ostvari ugradnjom UPS sistema. Time se otklanja nemogućnost rada sistema u slučaju nestanka struje.

VI. Zaključak

Nakon završetka rada možemo da zaključimo da je ovo dosta komplikovan i zahtevan poduhvat koji zahteva dobru pripremu kako u teorijskom tako i u tehničkom smislu. Zadovoljni smo realizacijom rada i nadamo se njegoom daljem usavršavanju.

Literatura

[1] V. Petrović, Istorija arhitekture
[2] Правилник о превентивним мерама за безбедан и здрав рад на радном месту, Службени гласник РС", број 101/05
[3] https://www.mojenterijer.rs/gradnja/prozori-i-prirodna-svetlost
[4] https://www.accuweather.com/sr/rs/nis/299758/october-weather/299758

Primena programabilnih logičkih kontrolera u ilustraciji racunskih operacija sabiranja i oduzimanja

Danilo Đorđević

Sadržaj –U ovom radu je ilustrovana binarna logika pomoću koje je upravljano radom četiri sijalice, gde je svaka prikazivala binarne težine 8, 4, 2, 1. Svaka sijalica predstavlja određeni broj i kada ista zasvetli, uzima se vrednost i njene težine za formiranje broja koji se očekuje na izlazu, a broj se dobija kao suma težina svih sijalica koje svelte u datom trenutku. Projekat je realizovan pomoću programabilno logičkih kontrolera u programu CX-programmer.

I. UVOD

Brojevi mogu da se prikazuju u četiri različita formata, a to su: binarni, oktalni, dekadni i heksa decimalni. Danas smo navikli da radimo sa brojevima u dekadnom formatu, međutim savremena tehnologija se danas zasniva na digitalnom domenu gde su sve vrednosti prikazane u binarnom formatu. Svaki bit u nekom binarnom zapisu u zavisnosti od položaja ima svoju tezinu. Ako bi smo jedan binarni broj prikazali sa četiri bita onda bi smo mogli da prikažemo 16 kombinacija, koje bi se u dekadnom obliku prikazivale u opsegu od 0 do 15(od 0000 do 1111), gde su težine bitova raspoređene u format 8421.

II. PROGRAMABILNI LOGIČKI KONTROLERI

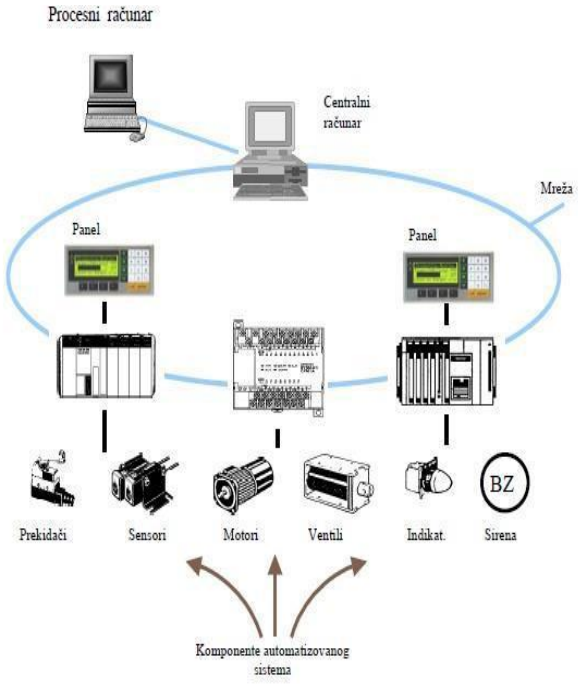
Programabilni logički kontroleri (programmable logic controller, PLC) se danas veoma često koriste za upravljanje određenim industrijskim procesima. Prema standardima Udruženja proizvođača električne opreme programabilni logički kontroler se definiše kao: “Digitalni elektronski uređaj koji koristi programabilnu memoriju za pamćenje naredbi kojima se zahteva izvođenje specifičnih funkcija, kao što su logičke funkcije, sekvenciranje, prebrojavanje, merenje vremena, izračunavanje, u cilju upravljanja različitim mašinama i procesima”.

Programabilni logički kontroler (slika 2) je u suštini digitalni računar koji se projektuje tako da može da upravlja određenom mašinom ili postrojenjem u nekom industrijskom okruženju. Procesi u PLC-u obavljaju se preko niza ciklusa koji predstavljaju Sken ciklus (slika 1). PLC je takođe i primer sistema koji se izvršava u realnom vremenu jer stanje na izlazima sistema kojim PLC upravlja zavisi od stanja na ulazima tog sistema. PLC sadrži specijalne ulazne i izlazne interfejse i on se programira pomoću posebnog jezika kojim se upravlja određenim procesima. PLC kao industrijski računar projektovan je tako da može da se primeni u blizini procesa sa kojim upravlja.

Danilo Đorđević je student četvrte godine Osnovnih akademskih studija na Elektronskom fakultetu Univerziteta u Nišu, A. Medvedeva 14, 18000 Niš, Srbija, e-mail:danilo.djordjevi@elfak.rs



Slika 1. Sken ciklus.



Slika 2. Programabilni logički kontroler.

III. Prevođenje binarnih vrednosti u dekadne

Svaki broj koji je zapisan u binarnom obliku sastoji se od niza bitova. Svaki položaj bita u tom zapisu ima svoju težinu. Težina se određuje po formuli 2^n, gde se n kreće u domenu od 0 do beskonačno. Ako bismo zamislili jedan binarni broj od 4 bita, onda bi postojale 2^4 kombinacije prevedenih vrednosti. Te vrednosti možemo videti u sledećoj tabelici:

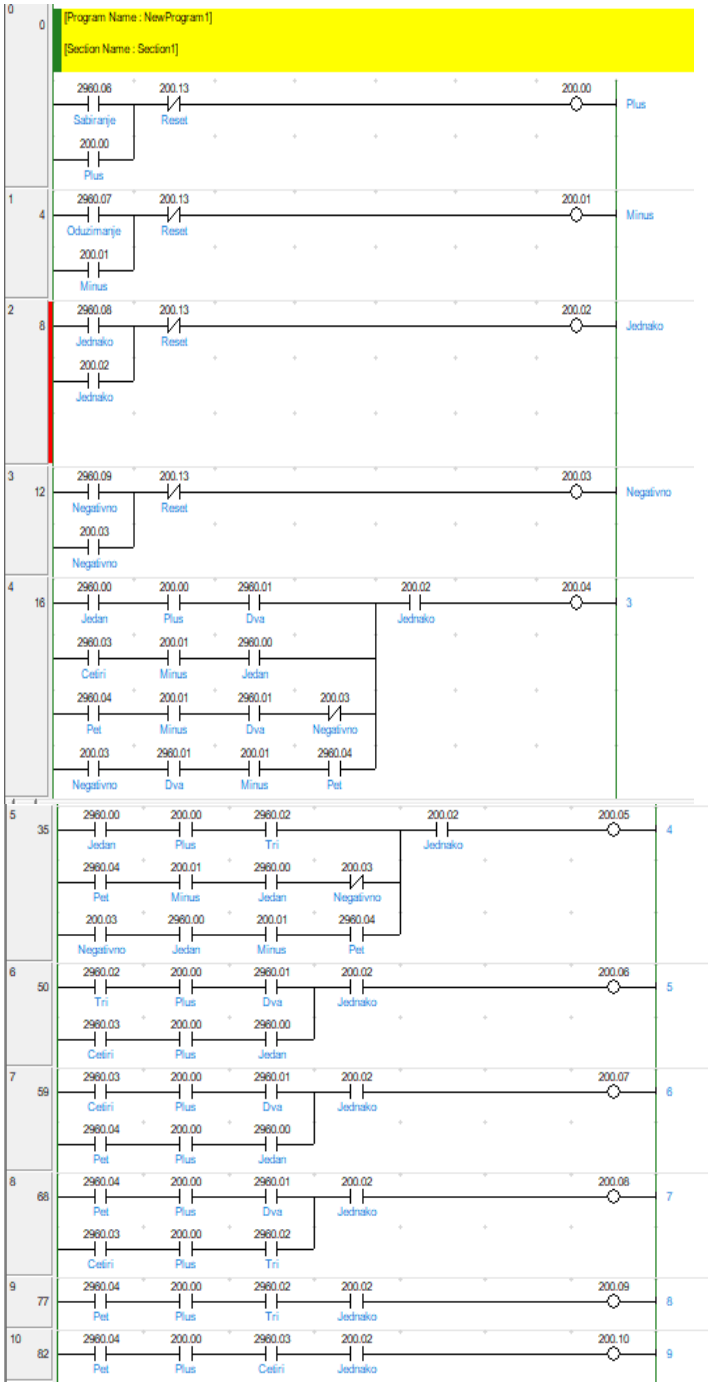
Tabela 1
Prevođenje dekadnih vrednosti u binarne

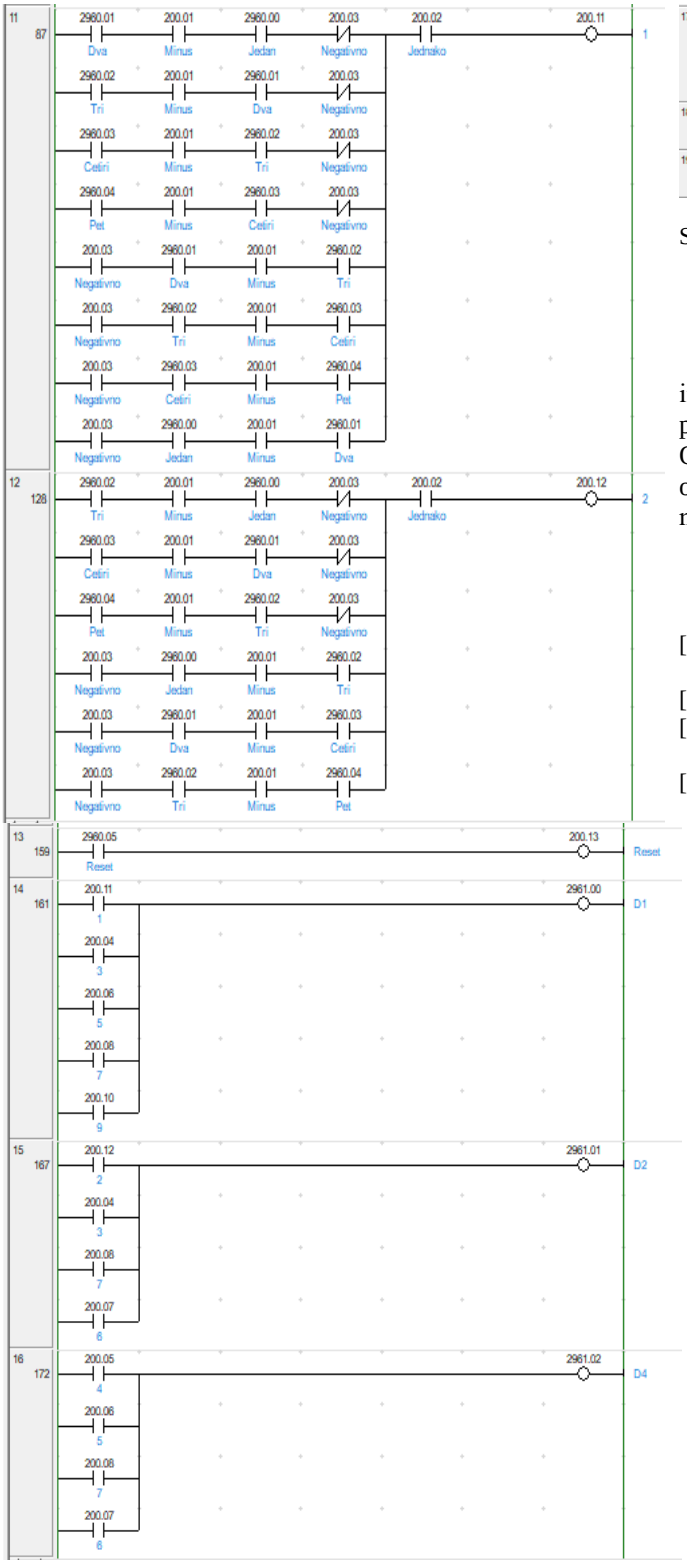
DEKADNA VREDNOST	BINARNA VREDNOST
0	0000
1	0001
2	0010
3	0011
4	0100
5	0101
6	0110
7	0111
8	1000
9	1001
10	1010
11	1011
12	1100
13	1101
14	1110
15	1111

Težine bitova su date u formatu 8421, pa će položaji jedinica uzimati ove vrednosti u obzir i od njih formirati neki dekadni broj.

IV. Primer sabiranja, oduzimanja i negacije binarnih brojeva pomoću programabilnog logičkog kontrolera Omron

Ovaj projekat je specifičan po tome što je njegova realizacija rađena u PLC-u, međutim ovo je čista ilustracija kako je u PLC-u bitno na koji način se postavljaju određeni uslovi i kako se poštovanjem tih uslova dolazi do željenih rezultata. Naime ovaj projekat je zamišljen tako da su nam ulazi u stvari vrednosti brojeva koji se kreću u opsegu od 1 do 5, takodje postoje ulazi koji nam menjaju operacije sabiranja, oduzimanja, ulaz koji govori da li je rezultat pozitivan ili negativan broj i ulaz koji zamenjuje jednako. U projektu je moguće raditi samo sa 2 operanda. Na izlaze može da se očekuju rešenja koja su u opsegu od 1 do 9, što se može videti iz projekta. Za svaki izlaz su vezane sve moguće kombinacije koje su vezane paralelno na tu granu i na svim izlazima su postavljene sve kombinacije koje mogu da daju željene rezultate. U jednom trenutku je moguć uvid samo na jedan izlaz i za ponovno postavljanje jednačine neophodno je resetovati program na taster koji je predviđen za reset. Svaki broj će biti predstavljen preko 4 sijalice, koje će svetleti po pravilu koje je dato u tabeli 1 prevođenja dekadnih vrednosti u binarne. IlustracijA projekta data je na slici 3.







Slika 3. Leder dijagram.

V. ZAKLJUČAK

PLC – programabilni logički kontroleri jesu alat koji ima svoju najveću primenu u industriji, međutim oni su pokazali svoju primenu i u mnogim drugim oblastima. Ovaj projekat nije svakidašnji za rad u PLC-u, medjutim ovim projektom je ilustrovano kako određeni problemi mogu da se reše alatom i koji nije baš za njih namenjen.

LITERATURA

[1] Jegeš, Z. i sar. (2005): Upravljanje primenom PLC uređaja. Subotica: Viša tehnička škola;
[2] PLC – Programmable Logic Controller: Predavanja 2007/08;
[3] Petrović, V. (2013): Upravljanje u realnom vremenu– Priručnik za laboratorijske vežbe.
[4] https://www.google.com/images

Realizacija automatskog školskog zvona

Stefan Nikolić

Sadržaj – U ovom radu je realizovano automatsko školsko zvono korišćenjem mikrokontrolera u sklopu sa dodatnim modulima radi postizanja automatizacije u školskim ustanovama. Celokupan sistem zasniva se na prikupljanju informacija mikrokontrolera sa RTC (*Real Time Clock*) modula, kontrolisanju vremena signalizacije zvona i prosleđivanju informacija na drugi sistem. Pored RTC modula koriste se: UART (*Universal Asynchronous Receiver-Transmitter*), RF (*Radio Frequency*) modul, elektromagnetni relej i led displej.

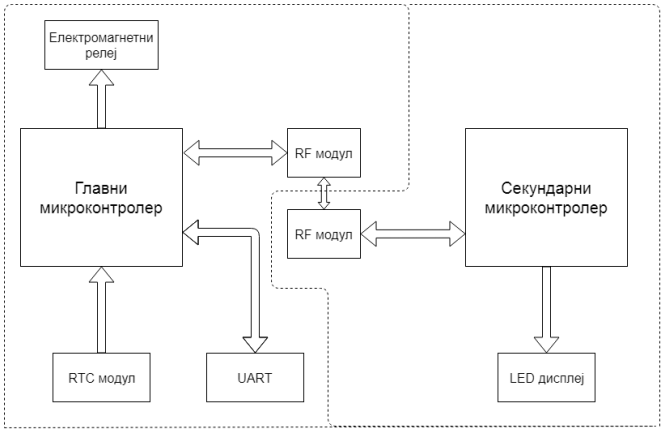
I. UVOD

Brzi razvoj tehnologije poslednjih decenija je omogućio da se umanji potreba za stalnom kontrolom toka aktivnosti. Čovek je uveo sistem automatizacije i mehanizacije kako bi olakšao procese za koje je potreban ljudski kontakt. Automatizacija ne samo što je široko primenjena u industrijskim sistemima nego je pronašla upotrebu i u ostalim procesima koje obavljaju kućni elektronski uređaji. Takođe je pronašla svoje mesto i u ustanovama, poput škola, fakulteta i dr. U svakoj školi nastava je organizovana u vremenskim intervalima koji su signalizirani zvukom zvona. Preteča automatizovanog zvona bilo je klasično zvono koje se oglašavalo prilikom početka i završetka časa ili odmora. Današnji sistemi zamenjuju potrebu dežuranja i kontrole toka. Ove aktivnosti se realizuju kroz upotrebu naprednih mikrokontolera. Prednost ovakvih uređaja je mogućnost programiranja po potrebi korisnika. Ovim se smanjuju greške koje su izazvane ljudskim faktorom i obezbeđuju sigurnost od izmena i pada sistema. U svakodnevnom životu nailazimo na uređaje koje pokreću mikrokontroleri. Do danas, dizajnirani su brojni tipovi mikrokontrolera koji su ubrzo postali čovekov nevidljivi saputnik. Osvojila nas je njihova neverovatna jednostavnost i fleksibilnost. Zajedno sa pažljivo odabranom elektronikom (prekidač, senzor, relej, LCD displej, itd.), mikrokontroleri mogu kontrolisati razne procese i uređaje kao što su električna struja, temperatura, performanse motora i mnoge druge. Karakteriše ih veoma niska cena zahvaljujući kojoj je svet danas preplavljen jeftinim pametnim uređajima. Za programiranje mikrokontrolera potreban je softver i jednostavan uređaj koji se naziva „programator“ koji se koristi za učitavanje programa u njegovu memoriju. Nakon prekida napajanja, ovaj program ostaje zapamćen tako da nakon ponovnog pokretanja, mikrokontroler počinje sa izvršavanjem svojih zadataka od početka.

Stefan Nikolić, master inženjer elektrotehnike i računarstva na studijskom programu Elektronika i mikrosistemi. Elektronski fakultet u Nišu, Aleksandra Medvedeva 14, 18000 Niš, Srbija, E-mail: stefa93swc@outlook.com

II. PRINCIP RADA

Na slici 1. je prikazana blok šema školskog zvona. Šemu možemo podeliti na dva dela koji sadrže mikrokontrolere (predajnik i prijemnik). Kod glavnog mikrokontrolera (predajnika), vrši se aktiviranje školskog zvona pomoću elektromagnetnog releja. Za dobijanje realnog vremena koristi se RTC modul koji ima dodatnu bateriju u slučaju gubitka napajanja, a za komunikaciju sa mikrokontrolerom koristi I2C komunikacioni protokol. Mikrokontroler ima i mogućnost komunikacije sa personalnim računarom preko UART-a kojim možemo podešavati vreme trajanja časova. Za bežičnu komunikaciju sa drugim mikrokontrolerom koriste se dva RF modula, jedan kao predajnik, a drugi kao prijemnik koji su povezani sa mikrokontrolerima preko SPI protokola. Drugi mikrokonroler koji služi kao prijemnik, ispisuje na LED displej informacije o trenutnom času i vremenu kraja istog.

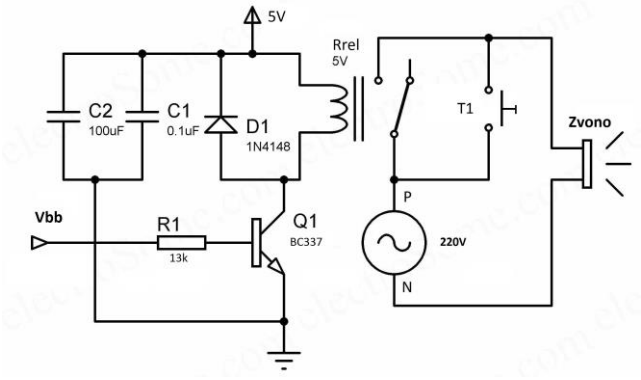


Slika 1. Blok šema automatskog školskog zvona.

U programu glavnog mikrokontrolera se vrši čitanje realnog vremena svake sekunde koje se upoređuje sa podešenim vremenom zvona. U slučaju da se ova dva vremena poklapaju, šalje se impuls proizvoljnog trajanja na digitalni pin za aktivaciju zvona. Podešavanje vremena aktivacije zvona se može rešiti ubacivanjem tastera za biranje moda (skraćeni ili normalni časovi) ili preko UART-a koji je malo zahtevniji za programiranje ali pruža mnogo veće mogućnosti izmena vremena trajanja časova. U programu tokom odbrojavanja, ovaj mikrokontroler na svakih 60 sekundi šalje informaciju koja sadrži koji je čas u tom trenutku i koliko je još vremena preostalo do kraja tog časa drugom sistemu bežičnom komunikacijom. Mikrokontroler je povezan sa RF modulom pomoću SPI

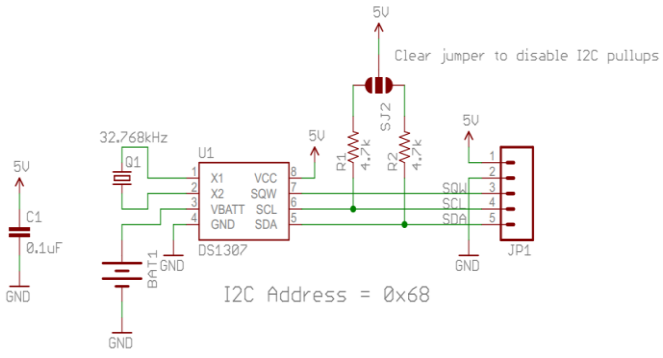
komunikacije koji odašilja „pakete“ podataka na jedan ili više prijemnika.

U sistemu je primarni mikrokontroler iskorišćen kao pokretač elektromagnetnog releja kojim se vrši aktivacija zvona. Relej se upotrebljava u slučaju kada hoćemo da pokrenemo neki deo kola koji ima visoku vrednost struje ili napona pomoću kola relativno niskih struja ili napona. Za kontrolu releja je iskorišćen bipolarni tranzistor kao prekidač. Pin mikrokontrolera se dovodi na bazu tranzistora V_{bb} koji kontroliše stanje elektromagnetnog releja i tako aktivira školsko zvono. Na slici 2. je prikazana električna šema ovog bloka sistema.



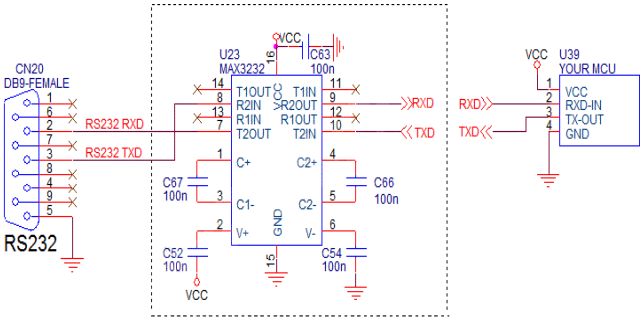
Slika 2. Električna šema bloka za aktiviranje zvona.

RTC modul se koristi za praćenje trenutnog datuma i vremena. Uglavnom se koristi u računarima, laptopovima, mobilnim telefonima, uređajima „embedded“ sistema itd. U nekim mikrokontrolerima je ugrađen RTC registar, a nekima je potrebno dodati eksterni RTC čip. Postoji mnoštvo tipova RTC integrisanih kola, a ovde je za primer uzet „DS1307“ (slika 3.) koji se napaja sa 5 V, koristi I2C komunikaciju, a sadrži i litijumsku CR1225 bateriju koja može da izdrži minimum 9 godina bez eksternog napajanja.



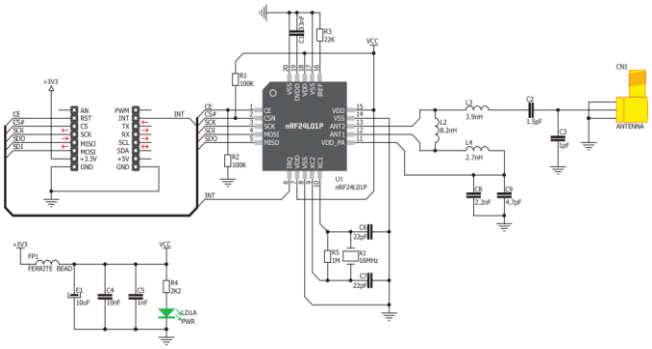
Slika 3. Električna šema RTC modula [1].

Univerzalni asinhroni prijemnik-predajnik (ili skraćeno UART) je računarski hardver za asinhronu, serijsku komunikaciju koji koristi samo dve linije za prenos podataka između uređaja. U ovoj komunikaciji dva UART-a komuniciraju direktno jedan sa drugim. Ovim principom se realizuje komunikacija personalnog računara sa mikrokontrolerom. Da bi računar mogao da komunicira sa mikrokontrolerom potrebno je konvertovati signale u određene naponske nivoe. Za konvertovanje (+12 V / -12 V) u TTL (3 V / 5 V) koristi se bidirekcioni konvertor nivoa „MAX3232“ koji koristi RS232 standard i napaja se od 3 V do 5 V (slika 4.).



Slika 4. Električna šema UART modula [2].

Radio frekventni modul (ili skraćeno RF modul) je elektronski uređaj koji se koristi za slanje ili primanje radio signala između dva sistema bežično. Razlikuju se dva tipa uređaja: predajnik (*transmitter*) i prijemnik (*receiver*). Postoje razni tipovi modula sa različitim dometom i frekvencijom nosioca (najčešće 433.92 MHz, 915 MHz, 2400 MHz). Primer jednog RF modula (slika 5.) koji se može iskoristiti u sistemu je „nRF S click“ proizvođača MikroElektronika koji radi na 2.4 GHz. Koristi „nRF24L01P“ transiver koji podržava protok podataka od 250 Kbps, 1 Mbps i 2 Mbps, a takođe je pogodan kao potrošač male snage. Sadrži interfejse SPI i GPIO za komunikaciju sa mikrokontrolerom i radi na 3.3 V. Poseduje SMA konektor za antenu i kombatibilnost za *MikroBUS* podnožje.



Slika 5. Električna šema RF modula [3].

III. PRAKTIČNA REALIZACIJA

Za praktičnu realizaciju korišćena su dva razvojna sistema proizvođača MikroElektronika kao prijemnik i predajnik. Kao periferni uređaji su iskorišćena dva „tRF click“ modula za bežičnu komunikaciju. Za praćenje

realnog vremena iskorišćen je interni RTC registar jednog mikrokontrolera, a za prikaz rezultata dva TFT 320x240 displeja. Kao alarm je korišćen bazer (eng. *Buzzer*) ugrađen na razvojnom sistemu. Za prvi sistem (predajnik) je iskorišćen „PIC32MX795F512L“ mikrokontroler, dok je za drugi (prijemnik) korišćen „STM32F107VCT6“.

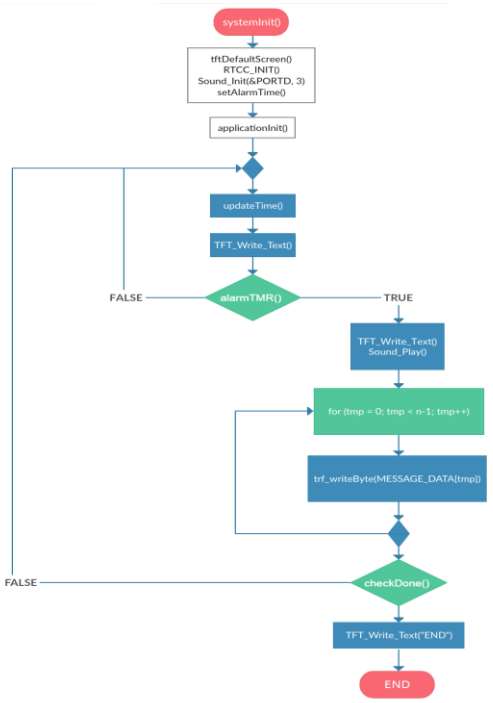
Demo program za predajnik počinje inicijalizacijom sistema i drajvera. Prvo se izvršava inicijalizacija displeja na kome će biti informacije daljeg rada sistema. Nakon displeja izvršava se funkcija pokretanja internog oscilatora i RTC registra. Za korišćenje bazera potrebno je takođe pokrenuti drajver Sound_Init( ) na port D.3. I za kraj, izvršava se funkcija setovanja alarma. U funkciji applicationInit( ) pozivaju se drajveri za tRF klik. Prvo što program radi je čitanje vremena iz internog registra, konvertovanje u string i ispisivanje na displeju. Nakon toga ispituje se da li se trenutno vreme poklapa sa vremenom alarma. Ako se ne poklapa onda se program opet vraća na ažuriranje vremena, a ako se poklapa, onda se izvršavaju sledeće funkcije po redosledu: ispisivanje informacija na displeju (da li je odmor ili kraj časa), aktiviranje bazera, i bežično slanje poruke preko tRF klika (poruka se šalje bajt po bajt). Na kraju program proverava da li su časovi gotovi gde se vraća ponovo na početak ažuriranja vremena ako uslov nije zadovoljen, a ako je zadovoljen, ispisuje kraj časova na displej i završava program.

Program prijemnika je dosta jednostavniji, nakon inicijalizacije sistema gde se pozivaju drajveri za displej i tRF klik, izvršava se samo jedna funkcija koja čeka prijem informacija od predajnika i ispisuje ih na displej.

Program je pisan u *mikroC* kompajleru, a algoritam predajnika prikazan je na slici 7. Na slici 6. je prikazan izgled razvojnog sistema u toku testiranja programa.



Slika 6. Demonstracija demo primera na razvojnom sistemu.



Slika 7. Algoritam predajnika.

IV. ZAKLJUČAK

Glavni koncept automatizovanog školskog zvona je kako redukovanje potreba za kontrolom toka časova, tako i pouzdanost sistema koji radi u realnom vremenu. U praktičnom delu je testirana brzina rada sistema i mogućnost bežičnog prenosa informacija. Sledeći korak je dizajniranje električnog kola sistema na štampanoj ploči koja će omogućiti konačnu integraciju na postojeća zvona. To zahteva konstruisanje jedinice za napajanje ploče sa dodatnom elektronikom koja uključuje ispravljač i regulator napona. Mogućnost proširenja uključuje i dodavanje UPS-a (*Uninterruptible Power Supply*) koji omogućava rad celokupnog sistema i nakon nestanka struje. Može se uzeti u obzir i razvijanje aplikacije za računar sa vizuelnim interfejsom koja će imati mogućnost podešavanja trajanja časova direktnom vezom preko UART-a.

LITERATURA

[1] SparkFun Electronics „SparkFun Real Time Clock Module“ Website, Dostupno na: https://www.sparkfun.com/products/12708 (pristupljeno 6. avgusta 2018.).

[2] Sunrom Electronics „RS232-TTL module MAX3232“ Webpage. Dostupno na: https://www.sunrom.com/p/rs232-ttl-module-max3232 (pristupljeno 22. avgusta 2018.).

[3] MikroElektronika „nRF S click“ Webpage. Dostupno na: https://www.mikroe.com/nrf-s-click (pristupljeno 25. avgusta 2018.).

Alarmni sistem za gradsku garažu

Milan Stevanović

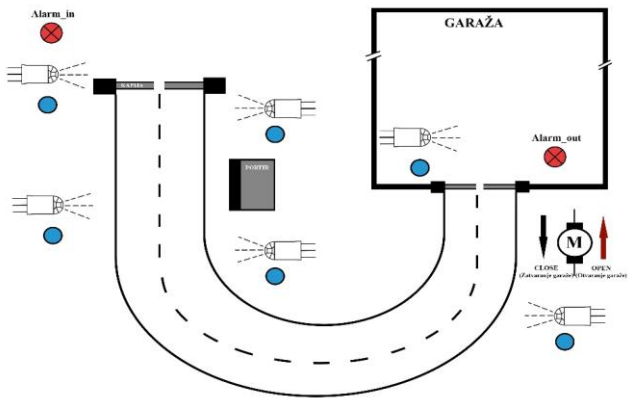
Sadržaj – U ovom projektu je predstavljen prinicp rada gradske garaže pomoću digitalne elektronike. Garaža ima senzore, rampe, alarmni sistem i definisano radno vreme. Zadatak je realizovan u *Verilog*-u.

I. UVOD

Živimo u eri pametnih sistema, odnosno u eri gde sve što nas okružuje nastoji da se učini pametnim, da se automatizuje i iskoristi u funkciji što manje potrošnje energije. Pametni telefoni odavno postoje i oni su postali neizostavni deo naše svakodnevice. U poslednje vreme često imamo priliku da čujemo termin pametan sistem ili pametna kuća. Pametan sistem može se praktično shvatiti kao sistem koji ima mogućnost da neke radnje obavlja automatizovano, jer je kao takav dizajniran i kreiran. Takođe, treba naglasiti da se prilikom kreiranja nekog pametnog sistema dosta obraća pažnja i na što manju potrošnju energije tog sistema, što je naročito interesantno za biznis sektor.

II. OPIS PROBLEMA

Zadatak ALARMNI SISTEM ZA GRADSKU GARAŽU, koji je prikazan na slici 1, realizovan je korišćenjem digitalne elektronike, gde je logika kreirana u *Verilog HDL*-u [1]. *Layout* je dobijen pomoću *Quartus*-a, takođe je korišćen *ModelSim* [2] program kompanije *Altera* koja je stvorila i *Quartus* [3].



Slika 1. Blok šema garaže.

Milan Stevanović je student master studija na modulu Elektronika i mikrosistemi, na Elektronskom fakultetu u Nišu, Aleksandra Medevedeva 14, Niš, Srbija. E-mail: miki-stev@hotmail.com

Zbog nedostaka parking mesta u gradovima, napravljena je gradska garaža. Garaža ima svoje radno vreme i to: od ponedeljka do petka od 8 do 19 časova, a vikendom, odnosno subotom i nedeljom, od 10 do 14 časova. Garaža ima četiri rampe, dve za ulaz i dve za izlaz. Prva ulazna rampa je rampa od hodnika u kom se nalazi portir. Ulazna rampa od hodnika i izlazna rampa od garaže se otvaraju u toku radnog vremena garaže. Ako je radno vreme isteklo u slučaju pokušaja ulaska ili izlaska uključuje se alarm. Ukoliko je detektovano vozilo u okviru radnog vremena, podiže se prva rampa i vozilo stiže do portira. Portir odlučuje da li će vozaču dozvoliti ulazak u garažu ili ne. U slučaju da portir ne dozvoli ulazak auomobil se vraća putem odakle je došao, odnosno podiže se ista rampa kroz koju je prošao. U slučaju portir dozvoli ulazak vozač ulazi u garažu, tj. otvara se i druga rampa. Ispred svake rampe i kod portira nalaze se senzori za detekciju automobila kao i prateća svetlosna signalizacija koja obaveštava vozače da li su ispunili uslov za nastavak kretanja kroz garažu ili ne. Izlazak funkcioniše na isti način, samo u suprotnom smeru.

III. ALARMNI SISTEM ZA GARAŽU

Za realizaciju ovog projekta korišćen je model *Finite State Machine* (*FSM*) [4]. U osnovi, *FSM* se sastoji od kombinacione, sekvencijalne i izlazne logike. Kombinaciona logika se koristi za odlučivanje o sledećem stanju *FSM*-a, sekvencijalna logika se koristi za čuvanje trenutnog stanja *FSM*-a, a izlazna logika je kombinacija prethodne dve. Postoje dve vrste *FSM*-a: *Mealy State Machine* i *Moore State Machine*, u ovom projektu je primenjen sistem *Mealy State Machine*. *FSM* je napravljen korišćenjem *always* boloka koji je osetljiv na prednju ivicu takta. U *FSM* modelu su definisani svi portovi, a kasnije su definisani kao *input*-i i *output*-i i dodeljene su im širine tamo gde je to bilo potrebno. Svi portovi su definisani kao *wire* i *reg*. Stanja automata su definisana naredbom *parameter*. Zbog raznih problema koji su se javljali tokom projektovanja sistema, jedini način da se svi ovi problemi izbegnu je bio da se naprave dva nezavisna *FSM*-a. Takođe, garaža poseduje nezavisne brojače za brojanje automobila u njoj, a konačan broj automobile je dobijen korišćenjem narebe *assign*. Postoje i tajmeri koji mere vreme koliko će dugo rampe biti podignute.

IV. *FSM* KOD

Deo koda gde su svi signali definisani.

```
module FSM (
            clk,
```

```
            reset,
            days,
            hours,…
            );
```

Deo koda gde su signali definisani kao *wire* i *reg*.

```
wire  clk;
wire  reset;
wire [5:0] seconds;
reg   entrance;
reg   exit;
…
```

Funkcija *parameter*.

```
parameter SIZE_I = 4;
parameter   EXIT_WAIT = 4'b0110,
EXIT_TIME = 4'b0111, ALARM_OUT =
4'b1000,EXIT = 4'b1001, EXIT_PORTIR =
4'b1010;
```

always blok osetljiv na prednju ivicu takta.

```
always@(posedge clk or posedge reset)
begin : FSM
      if (reset == 1'b1) begin
            state_entrance <=
            ENTRANCE_WAIT;
            entrance_ramp_timer_in <=
            0;…
end
```

Deo koda gde se očekuje detekcija ulaza/izlaza i provera radnog vremena.

```
else begin
   case (state_entrance)
      ENTRANCE_WAIT:
         if(entrance_wait_signal ==
         1'b1) begin
         state_entrance <=
         ENTRANCE_TIME;
         entrance_wait <= 1;
         end
      else begin
            entrance_wait <= 0;
            state_entrance <=
            ENTRANCE_WAIT;
      end
   ENTRANCE_TIME:
      if ((days < 5 && hours >= 8 &&
      hours <= 19) || (days > 4 &&
      hours >= 10 && hours <= 14))
      begin
            state_entrance <= ENTRANCE;
      end
      else begin
            state_entrance <= ALARM_IN;
            alarm_diode_in <= 1;…
      end
```

Modul digital timer je zaseban modul čiji se izlaz vezuje za ulaz *FSM* -a. On služi za merenje vremena i to tako što uz pomoć takta broji sekunde. Kada dođe do 59 sekundi, sekunde se vraćaju na nulu, a minuti se povećavaju. Po istom principu minuti se pretvaraju u sate, a 24 časa se pretvaraju u dan.

```
timescale 1ns/1ns
module Digital_Clock(
    clk,
    reset,
    seconds,
    minutes,
    hours,
    days);

    //input
    input clk;
    input reset;

    // output
    output [5:0] seconds;
    output [5:0] minutes;
    output [4:0] hours;
    output [3:0] days;

    reg [5:0] seconds;
    reg [5:0] minutes;
    reg [4:0] hours;
    reg [3:0] days;

    always @(posedge(clk) or
posedge(reset))
    begin
        if(reset == 1'b1) begin
            seconds = 0;
            minutes = 0;
            hours = 0;
                  days = 0;
      end
        else if(clk == 1'b1) begin
            seconds = seconds + 1;
            if(seconds == 60) begin
                seconds = 0;
                minutes = minutes + 1;
                if(minutes == 60) begin
                    minutes = 0;
                    hours = hours + 1;
                    if(hours ==  24)
                    begin
                        hours = 0;
                        days= days + 1;
                        if (days==7)
                        begin
                              days = 0;
                        end
                    end
                end
```

```
            end
        end
    end
endmodule
```

V. VERIFIKACIJA

Tokom dizajniranja nekog kola, može se desiti da dođe do raznih grešaka, koje su u toku projektovanja teško uočljive. Da bi bili sigurni da kolo radi zaista onako kako treba, potrebno je da se na neki način dokaže ispravnost tog kola. Jedan od načina je da se praktično realizuje to kolo i da se onda testira, što može biti skup i dug proces. Drugi način je da uz pomoć određenog simulatora dokažemo ispravnost kola. Takav način dokazivanja ispravnosti kola zove se verifikacija. Verifikacija, odnosno simulacija, vrši se pomoću takozvanog *testbench*-a, u kome se definišu ulazni signali, a prate se i proveravaju izlazni signali. Tokom kreiranja *testbench*-a, treba se potruditi da se pokrije što veći broj slučajeva. Što je veća pokrivenost mogućih slučajeva, to je veća sigurnost u ispravnost kola. Prilikom kreiranja *testbench*-a, jedan od prvih stvari koje treba uraditi je povezivanje portova modula sa portovima *tesbench*-a. Zatim treba napraviti takt frekvencije koji je potreban i na kraju u *initial* bloku se zadaju određene ulazne vrednosti i proverava se da li se na izlazu dobijaju željeni signali.

Primer kako se povezuju signali.

```
FSM uut (
            .clk(clk),
            .reset(reset),
            .days(days),
            .hours(hours),
            .minutes(minutes)…);
```

Takt.

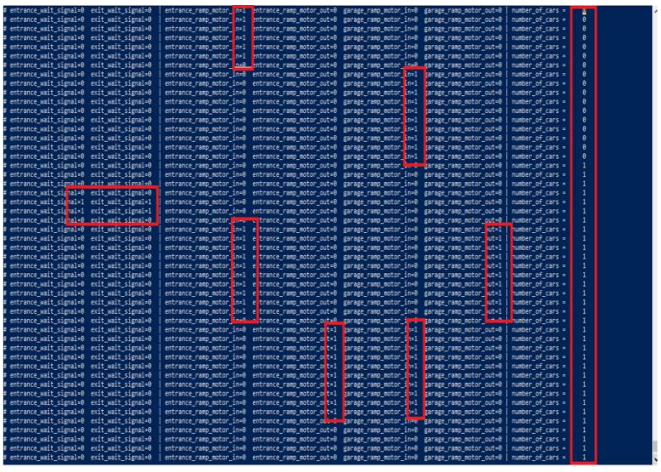
```
initial clk = 0;
always #1 clk = ~clk;
```

Initial block i neki od mogućih slučajeva.

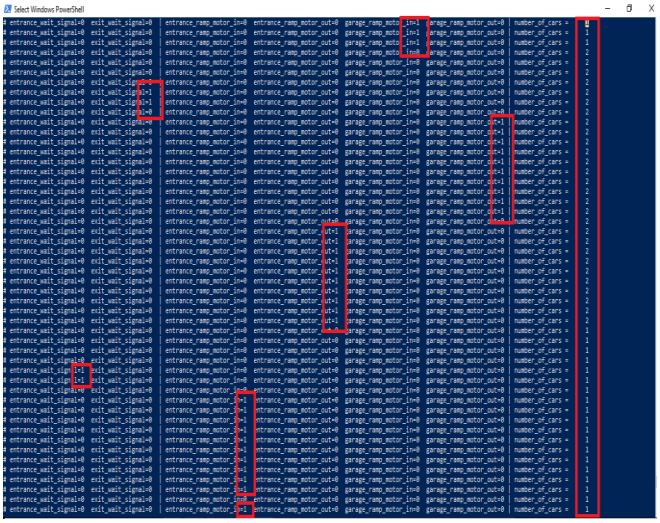
```
initial begin
      reset <= 1;
      #50;
      entrance_wait_signal <= 0; //sig1
      exit_wait_signal <= 0; //si2
      entrance_signal <= 0; //sig3
      exit_signal <= 0;//sig4
      entrance_portir_signal <=0;//sig5
      exit_portir_signal <=0; //sig6
      reset <= 0;
      #78000;
      entrance_wait_signal <= 1;
      //br vozila u garazi +1
      #3;
      entrance_wait_signal <= 0;
      entrance_signal <= 1;
      entrance_portir_signal <= 1;
      #53;
      entrance_wait_signal <= 1;
      //br vozila u garazi +1
      #3;
      entrance_wait_signal <= 0;
      entrance_signal <= 1;
      entrance_portir_signal <= 1;
      #53;
      exit_wait_signal <= 1;
      //br vozila u garazi -1
      #3;
      exit_wait_signal <= 0;
      exit_signal <= 1;
      exit_portir_signal <= 1;
      #53;
      entrance_wait_signal <= 1;
      //nema promene br vozila 0
      entrance_wait_signal <= 1;
      //u istom vremenskom trenutku
      exit_wait_signal <= 1;
      //se desava ulaz i izlaz
      #3;
      entrance_wait_signal <= 0;
      exit_wait_signal <= 0;
      entrance_signal <= 1;
      entrance_portir_signal <= 1;
      exit_signal <= 1;
      exit_portir_signal <= 1;
      #80;
      $stop;
      end
```

VI. REALIZACIJA SIMULACIJE

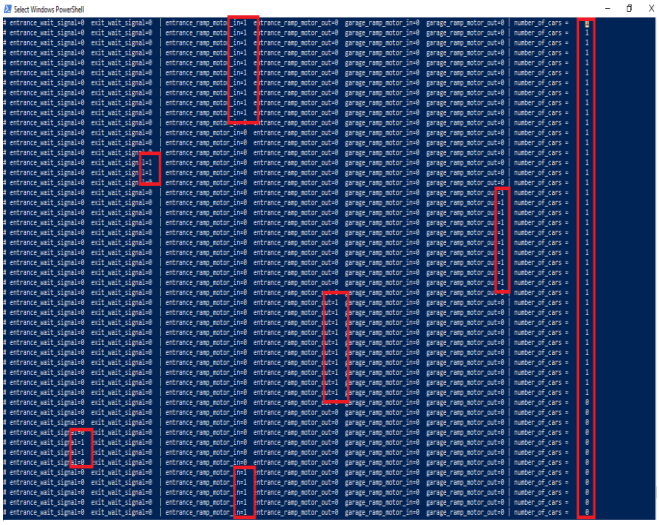
Na osnovu zadatih parametara dobijeni su sledeći rezultati simulacije. Testirani su svi mogući događaji i rezultati se poklapaju sa očekivanim rezultatima.



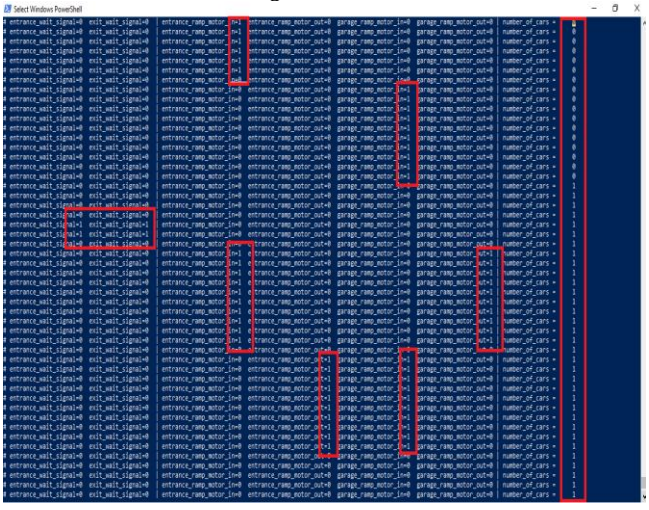
Slika 2. Prikaz prvog ulaska u garažu.



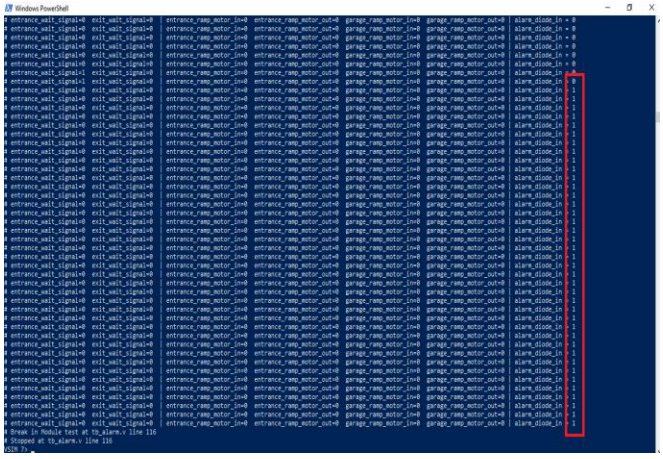
Slika 3. Prikaz drugog ulaska i prvog izlaska.



Slika 4. Prikaz ne odobrenog ulaska.

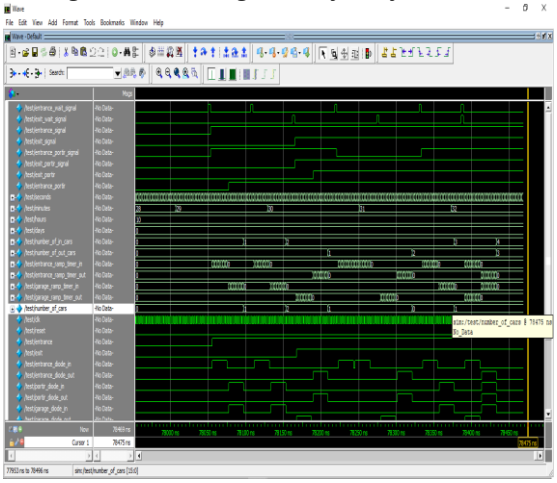


Slika 5. Prikaz istovremenog ulaska i izlaska.

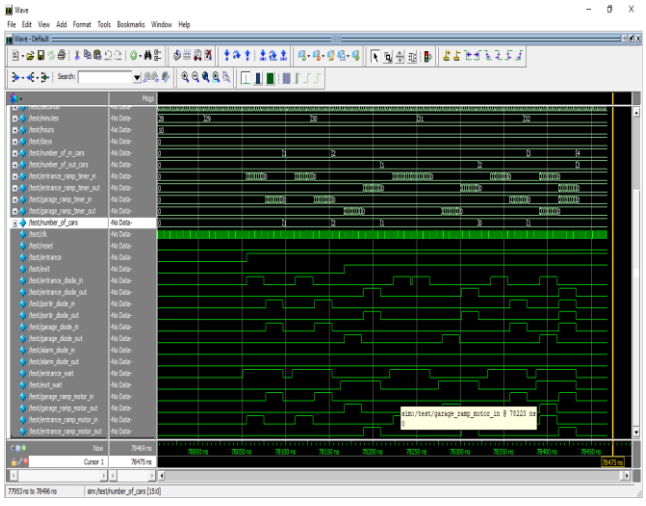


Slika 6. Prikaz pokušaja ulaska van radnog vremena.

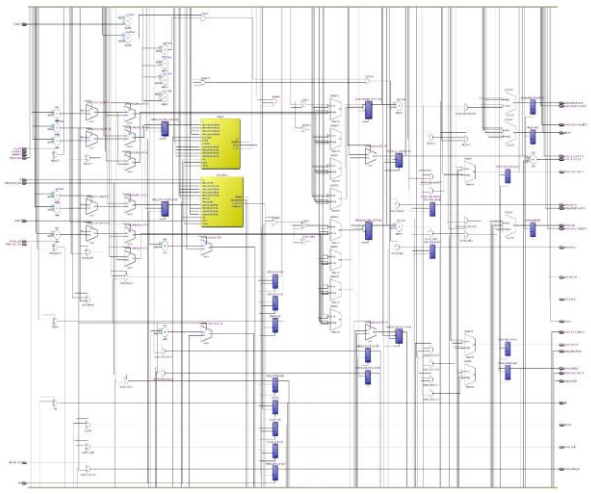
Na sledećim slikama je prikazana simulacija u *ModelSim*-u, gde se mogu videti više signala na jednoj slici.



Slika 7. Rezultati simulacije u *ModelSim*-u.



Slika 8. Rezultati simulacije u *ModelSim*-u.



Slika 9. Logika iz *Quartus*-a.

VII. ZAKLJUČAK

Pametni uređaji su naša bliska budućnost. Ova garaža je samo jedan od primera noviteta koji nam stižu napredovanjem tehnologije. Takođe, ovaj projekat je podložan raznim modifikacijama u smislu smanjnja ili povećanja broja rampi, senzora, signalizacije… Može se dodati i monitor ispred garaže za prikaz broja slobodnih mesta u garaži. Takođe, mogu se dodati i neke napredne funkcije kao što su kamere ili kartice s kojima bi korisnici mogli beležiti vreme korišćenja garaže, a račun plaćati na kraju meseca ili odmah posle svakog izlaska iz garaže. U tom slučaju bi portira zamenio automat. Međutim, sve ove modifikacije prevazilaze zahteve i trenutne mogućnosti ovog projekta.

ZAHVALNICA

Rad je realizovan na Elektronskom fakultetu u Nišu, kao deo studentskog završnog rada. Autor se zahvaljuje mentoru, doc. dr Danijelu Dankoviću, svim profesorima i saradnicima sa katerdre za Mikroelektroniku, kao i svim profesorima u dosadašnjem školovanju.

LITERATURA

[1] „Verilog” dostupno na http://www.qsl.net/t95lli/projekti/verilog.pdf
[2] „ModelSim” dostupno na https://www.microsemi.com/document-portal/doc_view/131619-modelsim-user
[3] „Quartus” доступно на https://www.intel.com/content/dam/www/programmable/us/en/pdfs/literature/manual/archives/intro_to_quartus2.pdf
[4] „FSM CODE” dostupno na http://www.asic-world.com/verilog/index.html

Primena SCADA sistema u regulaciji nivoa i temperature vode u bazenu

Ivana Kostić

Sadržaj - Primena savremene opreme na bazi SCADA konfiguracije, obezbeđuje optimalno upravljanje tehnološkim procesima. U radu je prezentovana primena SCADA (engl. Supervisory Control and Data Acquisition) sistema za nadzor, upravljanje i akviziciju podataka za regulaciju određenih parametara vode. Posebna pažnja u radu posvećena je funkcionisanju sistema daljinskog nadzora i upravljanja nivoom i temperaturom vode. Vizuelizacija putem intuitivnih ekrana na monitorima i operatorskim panelima omogućuje operateru uvid u funkcionalnost sistema. Pojava alarmnih izveštaja pomaže u lokalizaciji kvarova, što doprinosi znatnom povećanju efikasnosti održavanja sistema. Primenom opisanog postupka postiže se zadovoljavajući kvalitet i sigurnost rada sistema.

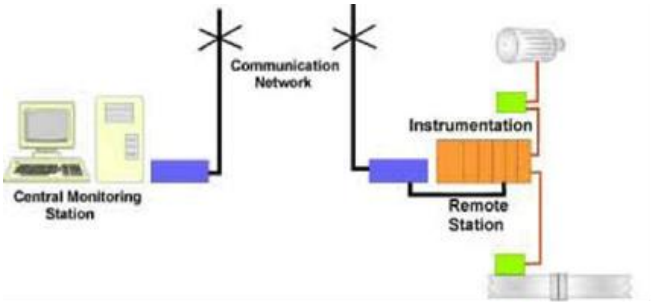
I. UVOD

Konstantan tehnološki napredak savremenih računarskih sistema doprineo je razvoju sistema i uređaja. Sa razvojem industrije računari su našli veliku primenu u procesnoj industriji. Sastavni deo gotovo svake industrijske aplikacije je SCADA. U odnosu na telemetrijske sisteme koji se bave sakupljanjem informacija na nekoj udaljenoj lokaciji i prenosom tih informacija do pogodne lokacije gde se one mogu snimiti i obraditi. SCADA, predstavlja novi koncept, koji ne prikuplja samo infomacije i podatke sa udaljene lokacije, već vrši sofisticiranu obradu prikupljenih podataka i izdaje komande.

II. SCADA SISTEMI

SCADA je široko distribuiran sistem procesne automatizacije, koji se koristi za daljinsko upravljanje i nadzor procesa ili postrojenja. SCADA sistem prikupljanja informacije pomoću senzora i instrumentacije, koji su locirani na udaljenim lokacijama kako bi se ti podaci preneli i prikazali na centralnoj lokaciji, koja služi ili za upravljanje, ili za svrhe monitoringa. Prikupljeni podaci koriste se za potrebe analize i generisanja upravljanja. [2]

Glavni ciljevi SCADA sistema su: vršenje nadzora, uspostavljanje upravljanja nad sistemom, osiguranje adekvatnog ponašanja i funkcionisanja sistema, prikupljanje podataka o ponašanju sistema, obezbedjivanje informacija o radu sistema. Osnovne funkcije su: nadzor i procesiranje događaja, vizuelizacija procesa, akvizicija, obrada podataka, analiza podataka, izrada izveštaja i proračuna i dodatne funkcije po zahtevu korisnika. Trend razvoja SCADA sistema je da se utvrdi standardizovan koncept, koji se može prilagoditi potrebama i varijantama različitih tehnoloških procesa. [1]



Slika 1. Osnovne funkcionalne celine jednostavnog SCADA sistema.

III. SCADA APLIKACIJA

Važan aspekt svakog SCADA sistema je računarski softver. Kada je softver dobro definisan, dizajniran, napisan, proveren i testiran, utiče se na efikasnost sistema. Mnogi SCADA sistemi koriste specijalizovani softver pomoću kojeg se vrši razvoj SCADA aplikacije. Danas postoji široki spektar standardizovanih, komercijalnih softvera, koji ispunjavaju sve potrebne zahteve za realizaciju SCADA aplikacije. Od SCADA sistema se očekuje da omogući jednostavno specificiranje funkcionalnih celina procesa i pojedinih elemenata i jednostavno projektovanje interfejsa, animiranje procesa, real-time i hronološko praćenje relevantnih veličina, alarmiranje u slučaju da dođe do prekoračenja definisanih vrednosti određenih veličina i parametra, akviziciju, skladištenje i analizu tih podataka.

CitectSCADA je softverski paket koji omogućuje kreiranje aplikacija za personalne računare i predstavlja efikasan način korišćenja PC računara u sistemima upravljanja industrijskim procesima. Koristeći principe SCADA sistema i odgovarajući programski paket, odrađena je digitalna prezentacija celokupnog procesa.

Ivana Kostić je student master studija na Elektronskom fakultetu na modulu Elektronika i mikrosistemi, Univerzitet u Nišu, Aleksandra Medvedeva 14, 18000 Niš, Srbija. E-mail: ivanakonis@gmail.com

IV. ZADATAK

A. Princip rada

U radu je predstavljan isprojektovan nadzorno-upravljački sistem, njegove osnovne funkcionalnosti i opisan je rad sistema, koji vrši sinhronizovanu regulaciju parametara procesa, nivo i temperaturu vode. [8] Nivo tečnosti predstavlja graničnu površinu između dve sredine. Merenje nivoa tečnosti je od velike koristi jer se preko nivoa kontroliše rad tehnoloških procesa. [9] Temperatura se definiše kao stepen zagrejanosti tela. Ova neelektrična veličina se najčešće meri u industriji. Merenje temperature je od velikog značaja jer omogućava praćenje pouzdanosti rada sistema. Bolje praćenje temperature znači veću sigurnost, delotvornost i kvalitet. [10]

Primena savremene opreme na bazi SCADA konfiguracije, obezbeđuje optimalno upravljanje tehnološkim procesom. Omogućena je vizuelizacija svih podsistema putem intuitivnih ekrana na monitorima i operatorskim panelima. Određeni objekti proizvodnog procesa predstavljeni su odgovarajućim simbolima, koji menjaju boju u zavisnosti od statusa. Simbolima su pridruženi karakteristični parametri i veličine čije se tekuće vrednosti prate grafički i/ili tabelarno. [3] Vrši se arhiviranje podataka o vrednostima procesnih veličina i stanju instalirane opreme. Primenom opisanog upravljanja postiže se optimizacija potrošnje energije, odgovarajući kvalitet, uz zadovoljenje zahteva koji se odnose na sigurnost procesa i ekološki standard. [4]

B. Objašnjenje

U okviru CitectSCADA projekta posmatrani su fundamentalni parametri za jedan sistem, koji se sastoji iz bazena, pumpe za punjene vode u bazenu, pumpe za pražnjenje vode iz bazena, sistema za grejanje vode u bazenu (dva grejača) i sistema za hlađenje vode u bazenu (ventilacija). Cilj projekta je regulacija nivoa i temperature vode u bazenu. Grafički korisnički interfejs, pored sistema, sadrži i kontrolnu tablu na kojoj se nalaze indikatori, displeji na kojima se prikazuju informacije o trenutnim vrednostima nivoa i temperature, dugmići za upravljanje i regulisanje rada sistema i odabir moda rada sistema. [5] Kontroler u dispečerskom centru, ima pregled i alarma koji predstavljaju upozorenje za neadekvatan rad sistema, što omogućuje reagovanje na vreme i sprečavanje neželjenih posledica. [6]

Kroz projekat se kreće odabirom adekvatne strane. Grafičke stranice na ekranu računara prikazuju status ili stanje postrojenja. Mogu da sadrže i kontrole, komandne dugmadi koje omogućavaju operateru da kontroliše procese u postrojenju. Postoje četiri strane u okviru projekta.

Kreiranje korisničkih naloga omogućava da više kontrolera pristupi regulaciji sistema preko jednog računara. U zavisnosti od toga ko upravlja i reguliše rad sistema, određene su privilegije korisnika. Definisana su dva korisnička naloga (Ivana i Radnik), od kojih jedan (Ivana) ima potpunu kontrolu nad sistemom i drugi (Radnik) koji ima određene povlastice i ograničen pristup pri radu.

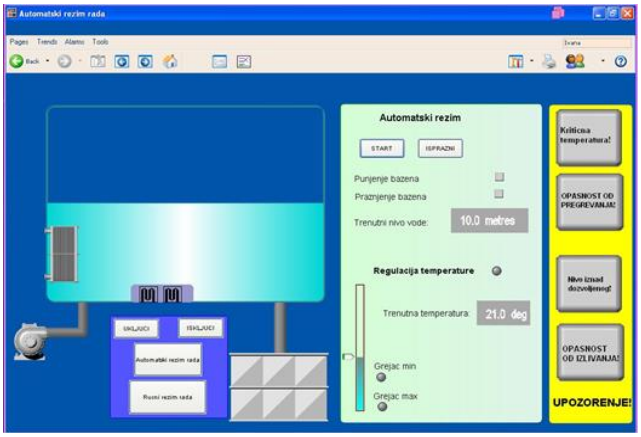
Kontrolu ostvarujemo biranjem odgovarajućeg moda rada, u skladu sa željenim ciljem. Postoje dve strane za dva moda rada, Automatski režim rada i Ručni režim rada.

C. Automatski režim rada sistema

Automatskom režimu rada mogu pristupiti samo ulogovani korisnici. Kao sto sama reč kaze vrši se automatska regulacija nivoa i temperature vode u bazenu.

Automatski režim rada prvo izvršava regulaciju nivoa vode i nakon toga započinje se regulacija temperature vode u bazenu. Prvo se izvršava regulacija nivoa. Bazen se puni do 10m. Trenutni nivo vode se može pratiti na indikatoru. Ukoliko je nivo ispod granice uključuje se pumpa za punjenje bazena, a ukoliko je nivo vode iznad granice uključuje se pumpa za pražnjenje vode. Svetlećim diodama na kontrolnom panelu možemo pratiti rad pumpi.

Nakon regulacije nivoa tj. kada se dostigne određeni nivo, započinje se regulacija temperature. Trenutna temperatura vode se može pratiti na indikatoru. Ukoliko je vrednost ispod 10°C uključuje se grejač max tj. dva grejača da bi ubrzala proces grejanja vode. Za dva stepena se povećava temepratura. Ukoliko je temperatura vode u opsegu od 10°C do 20°C uključuje se grejač min tj. jedan grejač koji povećava temperaturu za jedan stepen. Ukoliko je nivo vode iznad 20°C uključuje se hlađenje koje spušta vrednost temperature do željene vrednosti koja je u opsegu od 21°C do 23°C. Svetlećim diodama na kontrolnom panelu možemo pratiti rad grejača i hlađenje vode.

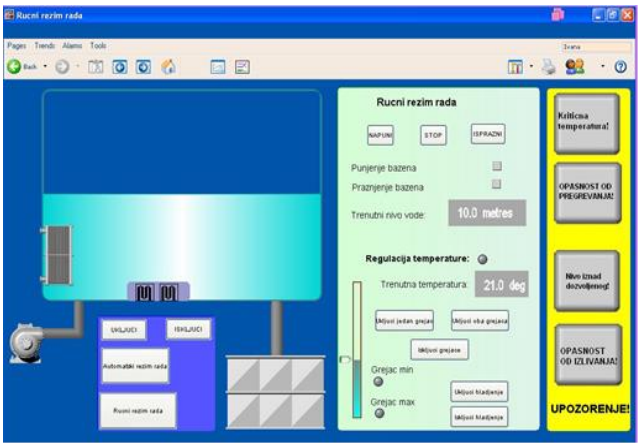


Slika 2. Grafička strana projekta - *Automatski režim rada.*

D. Ručni režim rada sistema

Ručni režim rada omogućava korisniku da ima potpunu kontrolu nad sistemom i da sam vrši regulaciju sistema nema ograničenja, sve je na korisniku. Kod ručnog režima rada može se istovremeno pristupiti regulisanju oba parametra. Korisnik sam započinje punjenje bazena,

praznjenje bazena, uključivanje jednog, uključivanje dva grejača, isključivanje grejača, uključivanje i isključivanje hlađenja. Sve promene parametara se mogu pratiti na kontrolnoj tabli, na kojoj se pored indikatora, displejeva, dugmića i skale, nalaze alarmi za upozorenje pri pojavi greške u radu sistema.



Slika 3. Grafička strana projekta - *Ručni režim rada.*

E. Alarmi u sistemu

Jedna od veoma bitnih uloga CitectSCADA sistema je zaštita opreme i sprečavanje kvarova i neželjenih situacija. Alarmi konstantno nadgledaju opremu i upozoravaju operatere na svaku grešku u sistemu.

Kako bi uspešnije pratili rad sistema, u okviru projekta definisana su dva alarma za dve promenljive čija se regulacija vrši. [7] Alarm se aktivira kada su alarmne promenljive u specificiranom opsegu. Definisani su analogni alarmi koji se aktiviraju čim se javi alarmno stanje tj. nema alarmnog kašnjenja (zakasnelog delovanja). Status alarma utiče na boju indikatora.

Normalni nivo vode je 10m, dok se prvi alarm Nivo iznad dozvoljenog (high) pali ukoliko nivo pređe 15m i drugi alarm Opasnost od izlivanja (high high) ukoliko nivo pređe 17m.

Normalna temperatura vode je oko 21°C, dok se prvi alarm Kritična temperature (high) pali ukoliko temperatura pređe preko 30°C i drugi alarm Opasnost od pregrevanja (high high) ukoliko temperatura pređe preko 45°C.

F. Dodatne funkcionalnosti sistema

Cicode Editor omogućava kreiranje procedura tj. funkcija da bi se jedna ista akcija izvršila više puta. Cicode funkcija je mali program koji se sastoji od iskaza, promenljivih i operatora. Ona služi za obradu složenijih zadataka nalik Script jeziku. Za potrebe rada napisane su sledeće funkcije: Punjenje, Pražnjenje, StartPunjenje, StopPunjenje, JedanGrejač, DvaGrejača, AlarmTempON i AlarmNivoON.

Da bi se dodelile oznake promenljivama u sistemu, potrebno ih je deklarisati u bazi promenljivih, tj. u bazi tag-ova. Za svaki tag se definiše tip (digitalni ili analogni), dodeljuje se adresa i okviru svakog taga može se pročitati komentar koji detaljno opisuje funkcionalnost taga. Postoje dva integer i osam digitalnih taga.

Trend sistem pomaže boljem razumevanju i praćenju performansi procesa i opreme. U okviru palete Trends otvara se interfejs na kome se iscrtava grafik na kome se prate promene trend tagova tj. nivoa i temperature. Prate se vrednosti dva trend taga: NivoTrend i TemperaturaTrend.

V. ZAKLJUČAK

Uzevši sve prethodno navedeno u obzir, izvršena je automatizacija procesa regulacije nivoa i temperature vode u bazenu. Kreirana SCADA aplikacija projekta, olakšava rad korisniku i omogućuje vizuelizaciju svih tehničko-tehnoloških podsistema putem intuitivnih ekrana na monitorima i panelima, kako bi operater u dispečarskom centru imao potpunu kontrolu nad sistemom.

Trend razvoja SCADA sistema je da se utvrdi standardizovan koncept, koji se može prilagoditi potrebama i varijantama tehnoloških procesa. Ja se nadam da ce ovaj projekat naći primenu u procesnoj industriji i predstavljati osnovu za složenije savremene nadzorno-upravljačke sisteme industrijskih procesa. SCADA sistemi predstavljaju srž moderne industrijske infrastrukture.

ZAHVALNICA

Ovaj rad je realizovan kao završni rad na smeru Upravljanje sistemima, Elektronski fakultet u Nišu, nakon čega sam stekla zvanje diplomirani inženjer elektrotehnike i računarska za upravljanje sistemima. Zahvaljujem se Doc dr. Saši Nikoliću kao svom mentoru, na izdvojenom vremenu, sugestijama i pomoći pri ispitivanju, realizaciji i pisanju rada.

LITERATURA

[1] Aleksandrov, S., Jovanović, Z., Nikolić, S. & Čajetinac, S. „Mechatronic systems control based on SCADA system, OPC server and LabView“, Facta Universitatis, Series: Automatic Control and Robotics, Vol. 10, N0 2, 2011, str. 189-198.

[2] Daneels, A., & Salter, W. „WHAT IS SCADA?“, International Conference on Accelerator and Large Experimental Physics Control Systems, Trieste, Italy, 1999.

[3] Karnouskos, S., Colombo, W. A. „Architecting the next generation of service-based SCADA/DCS system of systems“, Schneider Electric and University of Applied Sciences Emden/Leer, Germany, 2014.

[4] Stankov, S., Ićić, Z., Jovanović, Z. „Multiplekseri u PLC i SCADA sistemima“, Tehnika-Elektrotehnika 58(6), 2009, str. 7-12.

[5] Stankov, S. „Savremen način upravljanja procesom proizvodnje mineralne vune“, Hemijska industrija 67(2), 2013, str. 375-384.

[6] Vukelić, Đ., Hodolič, J., Vrečič, T., & Kogej, P. „Razvoj sistema za statističku kontrolu kvaliteta proizvodnih procesa“, Facta universitatis, Series: Mechanical Engineering, 6(1), 2008, str. 75-90.
[7] https://www.automatika.rs
[8] https://es.elfak.ni.ac.rs/mps/materijal/5-PLC.pdf
[9] https://www.meris.rs/merenje-nivoa
[10] https://www.meris.rs/merenje-temperature

Senzorsko kontrolni sistem za navodnjavanje poljoprivrednog zemljišta

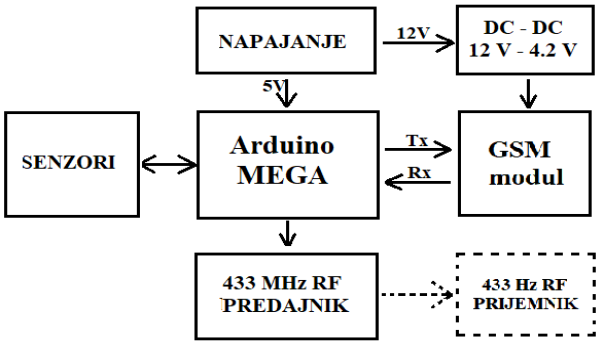
Petar Kotnik

Sadržaj - Ideja ovog rada je obezbediti mogućnost daljinskog navodnjavanja poljoprivrednog zemljišta poljoprivrednicima koji nisu u blizini svojih parcela. Sam sistem se sastoji od dva mikrokontrolera koji komuniciraju, od kojih je jedan senzorska a drugi kontrolna jedinica. U ovom radu detaljno je opisan rad sistema i sve njegove opcije.

I. NAVODNJAVANJE ZEMLJIŠTA

Navodnjavanje [1] predstavlja hidrotehničku meru za poboljšanje fizičkih osobina zemljišta dodavanjem vode, kako bi se postigla optimalna vlaga za vreme vegetacije i tako postigao optimalan prinos. Navodnjavanje se sprovodi tokom jednog dela vegetacije ili tokom celog vegetacijskog perioda Prema načinu pretvaranja toka vode u kapilarnu vodu u zemljištu, postoje tri metode navodnjavanja: površinsko, podzemno i raspršivanje.

II. PRINCIP RADA SISTEMA



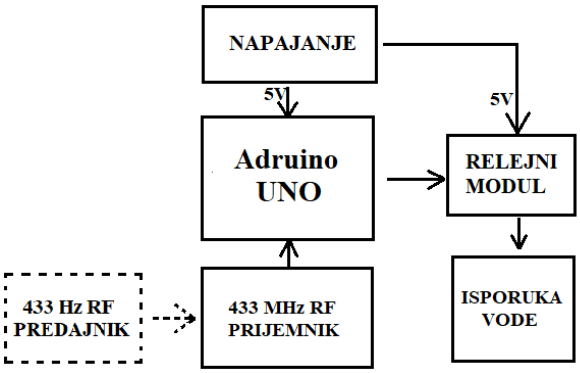
Slika 1. Blok šema senzorske jedinice.

Sistem za daljinsko navodnjavanje poljoprivrednog zemljišta sastoji se od dve jedinice. Na slici 1 prikazana je blok šema senzorske jedinice čija je svrha ispitivanje karakteristika zemljišta i dostavljanje istih, kao i komunikacija sa kontrolnom jedinicom pri naredbama za navodnjavanje. Arduino MEGA [2] predstavlja mozak senzorske jedinice. Mikrokontroler vrši stalnu komunikaciju sa GSM modulom preko UART komunikacije i na taj način proverava da li ima primljene SMS poruke. Ako je poruka primljena Arduino proverava sadržaj poruke.

U zavisnosti od sadržaja poruke Arduino će uzvratiti porukom u kojoj će obavestiti korisnika o trenutnom stanju zemlje, ili poslati kontrolnoj jedinici naredbu za početak/kraj navodnjavanja.

Arduino ne proverava broj sa kojeg je poruka poslata kako bi u slučaju nedostatka kredita korisnik mogao da proveri stanje i sa nekog drugog telefona, ali će samo na svom broju telefona dobijati odgovore. Ako dve SMS poruke stignu veoma brzo jedna posle druge mikrokontroler će u obzir uzeti samo prvu. Promenom strukture programa moguće je podesiti da Arduino odgovori na svaku SMS poruku ma koliko one brzo pristizale ako je to potrebno.

Kontrolna jedinica se sastoji od napajanja, mikrokontrolera Arduino UNO [3], relejnog modula i RF prijemnika. Uloga kontrolne jedinice je kontrola isporuke vode poljoprivrednom zemljištu. Ovo se uglavnom postiže kontrolom napajanja vodenih pumpi. Preko RF komunikacije kontrolna jedinica dobija instrukciju, prepoznaje je i izvršava naređeno. U instrukciji nalazi se informacija koliko dugo treba navodnjavati zemljište, ako je u pitanju početak navodnjavanja. Ukoliko je u pitanju naredba za nagli prestanak navodnjavanja pre isteka zadatog vremena, mikrokontroler će je prepoznati i prekinuti napajanje sistema. Na slici 2 prikaazana je blok šema kontrolne jedinice sistema.



Slika 2. Blok šema kontrolne jedinice.

III. PRIMENA UREĐAJA

Primena kontrolno – senzorskog sistema je veoma široka. Može biti primenjen na sve vrste navodnjavanja zemljišta kao i, naravno, na sve vrste poljoprivrednih kultura. Sistem se može koristiti takođe i kao strogo senzorski, pri čemu bi korisnik imao samo uvid u stanje

P. Kotnik, Elektronski fakultet u Nišu, modul Elektronske komponente i mikrosistemi, Univerzitet u Nišu, Aleksandra Medvedeva 14, Niš, Srbija, E-mail: kotnik.petar@gmail.com

zemlje ali ne i kontrolu navodnjavanja. Pored navodnjavanja, zbog relejne kontrole napajanja, može biti primenjen na svaki sistem u kome je potrebna kontrola napajanja (pametne kuće, fabrike, hladnjače itd).

IV. FUNKCIONALNE CELINE SISTEMA

Funkcionalne celine senzorske jedinice su: AC-DC napajanje, LM2596 DC-DC regulator, Arduino MEGA, SIM800L GSM modul, DHT11 senzor temp. i vlaž. vazduha, senzor vlažnosti zemljišta, senzor nivoa vode, senzor kiše, 433 MHz RF predajnik.

Arduino MEGA 2560 je mikrokontrolerska platforma temeljena na Atmelovom Atmega2560 8-bitnom mikrokontroleru. Platforma je „open source“ s besplatnom programskom podrškom i jednostavnim korisničkim zahtevima. Ova Arduino platforma poseduje 54 digitalnih ulazno/izlaznih pinova (od kojih se 15 može koristiti kao PWM izlazi), 16 analognih ulaza, 16MHz oscilator i USB konektor. Arduino je opremljen interfejsom za serijsku komunikaciju sa računarom putem USB kabla. Radni napon platforme je 5 V dok ulazni napon može varirati od 7 V do 12 V.

GSM je specijalizovana vrsta modula, koja koristi SIM karticu i radi preko mobilne mreže [4]. Operater ne razlikuje GSM modul od mobilnog telefona. GSM se najčešće koristi za mobilni internet kao i za slanje SMS i MMS poruka. Postoji više vrsta GSM modula, koje rade na frekvencijama od: 850MHz, 900MHz, 1800MHz i 1900MHz. GSM je razvijen kao digitalni sistem koji koristi TDMA (*Time-division multiple access*) tehniku za ostvarivanje komunikacije.

DHT11 je jednostavan i vrlo jeftin digitalni senzor za merenje temperature i vlažnosti. Koristi kapacitivnu karakteristiku za merenje vlage i termistor za merenje temperature [5]. Informaciju o ovim parametrima prikazuje u vidu digitalnog signala (nije potreban ulazni analogni signal).

Senzor vlažnosti zemljišta [6] koristi otpornost za merenje dielektrične konstante tla. Dielektrična konstanta je funkcija sadržaja vode. On generiše napon koji je obrnuto proporcionalan dielektričnoj konstanti i samim tim obrnuto proporcionalan vlažnosti zemljišta.

Senzor nivoa vode [7] predstavlja analogni senzor koji radi po principu otpornosti paralelnih provodnih linija koje su izložene tečnosti. Dok linije nisu kratkospojene senzor ima otpornost od oko 1MΩ. Kada senzor dođe u kontakt sa vodom, dolazi do kratkog spoja što je posledica provodnosti vode. Otpornost se smanjuje sa povećanjem nivoa vode i na ovaj način senzor meri taj nivo.

Senzor kiše [8] predstavlja senzor koji kao i prethodni radi po principu otpornosti paralelnih provodnih linija koje su izložene tečnosti.

433MHz RF predajnik predstavlja jedan od najlakših i najjeftinijih načina bežične komunikacije [9]. Može biti korišćen samo u paru sa određenom vrstom RF prijemnika koji rade na istoj frekvenciji. Protok informacije može biti samo u jednom smeru jer RF predajnik nema sposobnost primanja već samo slanja signala.

Funkcionalne celine kontrolne jedinice su: Arduino UNO, 433MHz RF prijemnik, Četvoro-kanalni relejni modul.

Arduino Uno platforma zasnovana je na Atmel ATmega328/P mikrokontroleru. Ovaj mikrokontroler sadrži 32 registra opšte namene i 32 KB (kilo bajta) programabilne fleš memorije sa mogućnošću istovremenog čitanja i upisa. Takođe ima 1KB *EEPROM-a*, 2KB RAM-a i 23 ulazno/izlaznih pinova opšte namene.

433MHz RF prijemnik [12] može biti korišćen samo u paru sa određenom vrstom RF predajnika koji rade na istoj frekvenciji. Protok informacije može biti samo u jednom smeru jer RF prijemnik nema mogućnost slanja informacije.

Relejni modul predstavlja elektronski kontrolisan uređaj koji nam omogućava da kontrolišemo daleko veće napone i struje od onih koje mikrokontroler može da pruži.

V. ALGORITAM I OPIS RADA SENZORSKE JEDINICE

U funkciji setup() koju arduino izvršava samo jednom, arduino briše sve poruke iz memorije SIM kartice, zbog toga što funkcija loop() radi po principu čitanja SMS poruke sa memorijske pozicije jedan.

Kada sve prethodno pristigle poruke ne bi bile obrisane, naredna poruka koja bude primljena, ne bi bila smeštena na memorijsku lokaciju jedan, nego dva ili više. Posledica ovoga bilo bi čitanje pogrešne poruke i samim tim izvršavanje pogrešne naredbe.

Za prepoznavanje ključnih reči sadržaja poruke u ovom radu korišćena je naredba *indexOf*. Ako traženog stringa nema, promenljiva u koju se upisuje index traženog stringa imaće vrednost -1. Ukoliko se string nalazi u poruci, vrednost promenljive biće index prvog slova tog stringa. U ovom radu ispitivano je da li je vrednost promenljive različita od -1, što bi značilo da je traženi string pronađen u tekstu SMS poruke. U zavisnosti od toga koja od promenljivih (porukaindex1 – porukaindex10) je različita od -1, program ulazi u određeno *if* grananje i izvršava naredbe u njemu. Kroz prvu *if* granu program će proći ako sadržaj SMS poruke bude „Stanje“. U ovom slučaju mikrokontroler će obrisati sve poruke kako bi mogao da pročita i naredne koje pristignu, a zatim će poslati SMS poruku korisniku o trenutnom stanju zemljišta. Kroz poslednju *if* granu program će proći samo ako GSM-u stigne poruka koja ne sadrži ni jednu naredbu. U ovom slučaju mikrokontroler će obrisati sve poruke i nastaviti nesmetano da radi. Sve ostale *if* grane u sebi sadrže naredbu za početak navodnjavanja, koja predstavlja slanje RF signala kontrolnoj jedinici. U zavisnosti od toga koliko je vreme navodnjavanja navedeno u poruci, mikrokontroler bira karakter koji će poslati RF komunikacijom i na taj način započeti isporuku vode. Na kraju svake od ovih grana mikrokontroler šalje SMS poruku korisniku o statusu navodnjavanja zemljišta.

VI. ALGORITAM I OPIS RADA KONTROLNE JEDINICE

U funkciji *setup()* [5] koja se izvršava samo jednom, mikrokontroler postavlja pin devet kao izlazni, jer će on služiti da pokrene relej kada je potrebno uključiti isporuku vode. Takođe u ovoj funkciji definisam je hardverski interapt.

Interapt funkcija je funkcija koju mikrokontroler izvršava kada mu se na interapt pinu pojavi željena vrednost. Interapt pin u ovom radu je pin na koji dolazi RF signal kao naredba o navodnjavanju. Kada RF signal pristigne, funkcija *blink()* krene sa izvršavanjem i pomoću *if* grananja promenljiva inter dobije vrednost. Vrednost promenljive inter zavisi od poruke koja stigne na mikrokontroler. Od vrednosti promenljive inter zavisi u koju granu naredbe *switch case* će ući mikrokontroler kada je u funkciji *loop()*.

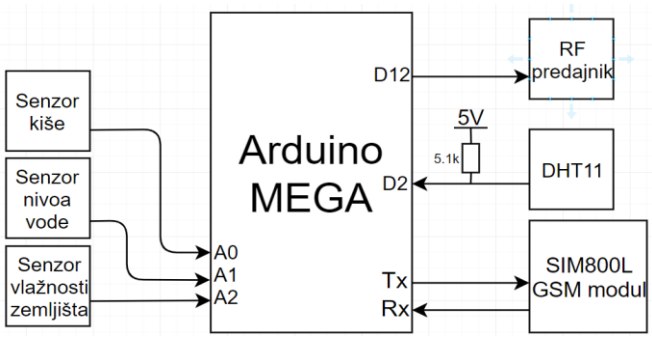
U funkciji *loop()* koja se konstantno izvršava, mikrokontroler postavlja pin devet na visok naponski nivo kako relej ne bi bio aktivan uvek već kada za to dođe vreme. Umesto naredbe *delay()*, za određivanje trajanja navodnjavanja korišćen je interni brojač milisekundi koji se poziva naredbom *millis()*. Ovaj interni brojač broji milisekunde od pokretanja programa i resetuje se na pedeset dana. Promenljiva *timer* služi da prati vrednost milisekundi proteklih od početka.

Dok je mikrokontroler u pripravnosti funkcija *loop()* se kontantno izvršava i samim tim promenljiva *timer* ima trenutnu vrednost proteklih milisekundi. Kada se aktivira interapt promenljiva *inter* dobija vrednost između jedan i sedam, čime određuje u koju granu *switch case* grananja će ući program. Kada program uđe u neku od *case* grana, promenljiva *timer* ostaje na vrednosti milisekundi proteklih do tada. U svakoj case grani nalazi se *while* petlja. Ova petlja izvršava se sve dok razlika milisekundi i *timer* promenljive ne bude veća od zadatog vremena navodnjavanja i dok promenljiva inter ima određenu vrednost. Ova razlika dostići će navedenu vrednost jer se u *while* petlji promenljiva *timer* ne uvećava za razliku od internog brojača. Svrha ove *while* petlje je da postavi pin devet na nizak naponski nivo i time aktivira relej, koji će posle izlaska iz *while* petlje i ponovnog prolaska kroz *loop* mikrokontroler isključiti. U svakoj *case* grani nalazi se jedno *if* grananje. Uloga ovog *if* grananja je da detektuje da li je iz *while* petlje mikrokontroler izašao jer je vreme isteklo, ili zato što je u toku navodnjavanja naišao drugi interapt. Ovo je neophodno zbog karakteristike interapta da se posle izvršenja vrati na liniju koda u kojoj je bio program kada se interapt aktivirao.

Ukoliko izlazak iz *while* petlje bude posledica isteklog vremena navodnjavanja, program će ući u *if* granu i vratiti promenljivu *inter* na nula kako ne bi ušao u jos neku case granu. Ukoliko do izlaska iz *while* petlje dođe zbog novog interapta, program neće ući u *if* granu i samim tim će nastaviti izvršavanje određene naredbe iz interapta. Poslednja *case* grana predstavlja prestanak isporuke vode i njen jedini zadatak je da postavi promenljivu *inter* na nulu.

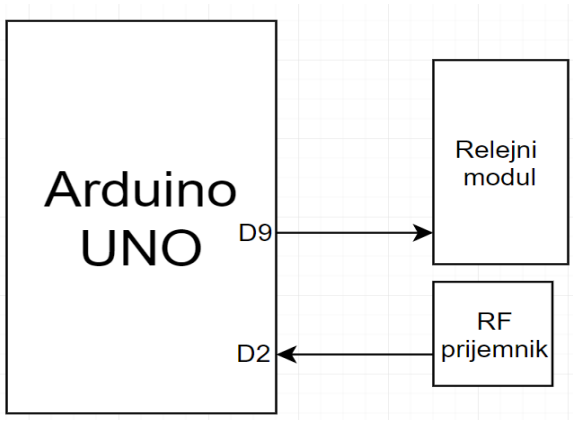
VII. PRAKTIČNA REALIZACIJA

Električna šema celog uređaja prikazana je na slici 3. Treba napomenuti da je sa slike izostavljeno napajanje i kolo naponskog regulatora LM2596 kako bi se istakle električne veze između samih komponenti. Podsećanja radi, iskorišćeno napajanje se uključuje na mrežni napon (naizmenični napon 230V), a na izlazu daje jednosmerni napon vrednosti 12V. Na izlaz napajanja vezan je naponski regulator koji napaja GSM modul (3.4-4.4V), dok se Arduino napaja preko USB konektora za programiranje. Na slici 3 prikazana je električna šema senzorske jedinice.



Slika 3. Električna šema senzorske jedinice.

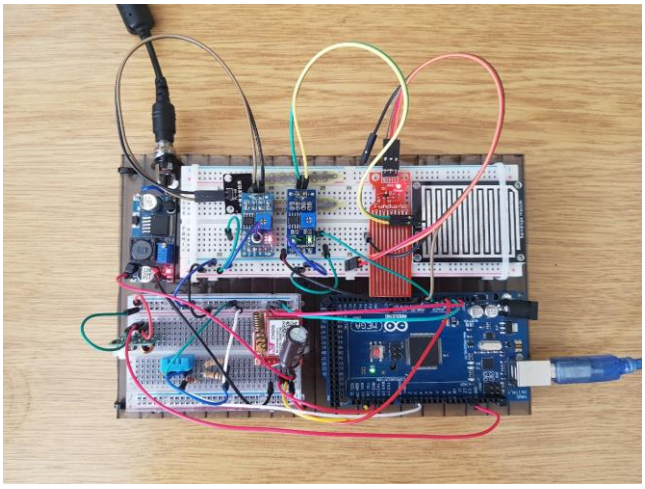
Rastojanje između senzora i Arduino-a je malo (red veličine par centimetara). Ovo je urađeno kako bi uređaj imao što manje dimenzije i zauzimao što manje prostora. Zbog toga je između linije napajanja i linije za slanje podataka senzora postavljen otpornik od 5.1kΩ. Pin senzora koji se koristi za prenos podataka se može vezati na bilo koji digitalni pin Arduino-a Komunikacija između Arduino-a i GSM modula (UART) ostvarena je preko dva pina. Rastojanje između komponenata u kontrolnoj jedinici takođe je malo pa nema kao posledicu šumove sa RF prijemnika. Sa slike je i ovde izostavljeno napajanje kako bi se bolje prikazale električne veze. Za napajanje Arduino-a korišćena je baterija 9V. Sve ostale konponente u ovoj šemi napajaju se iz Arduino-a.



Slika 4. Električna šema kontrolne jedinice.

VIII. PROTOTIP UREĐAJA

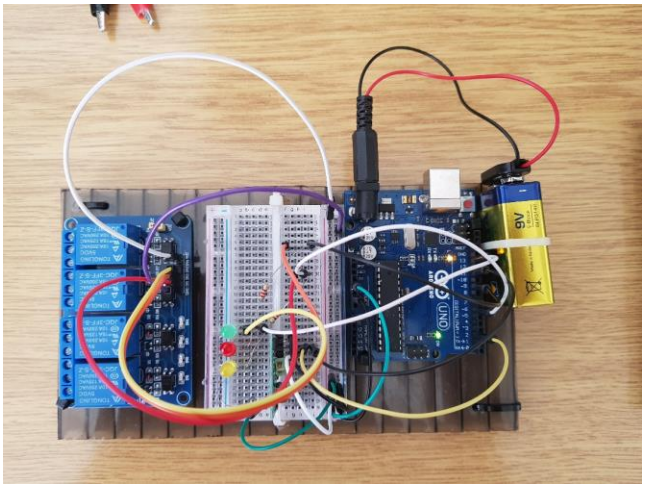
Prototip uređaja realizovan je korišćenjem kratkospojnika i protoploča dok je izrada samog uređaja uveliko u procesu realizacije. Pri realizaciji samog uređaja postoji dosta izazova zbog samog vlažnog okruženja u kome je projektovan da radi, kao i napajanja koje mora biti iz obnovljivih izvora energije jer uređaj mora biti u njivi dug vremenski period. Na slici 5 prikazan je izgled prototipa senzorske jedinice.



Slika 5. Izgled prototipa senzorske jedinice.

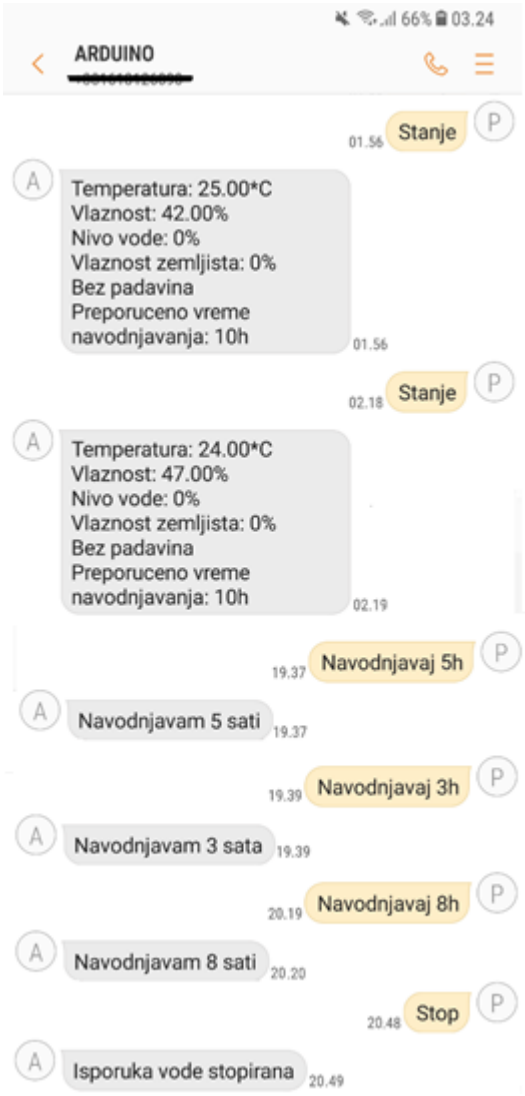
U praktičnoj realizaciji kontrolne jedinice LE diodama demonstrirani su različiti periodi navodnjavanja.

Na slici 6 prikazan je izgled prototipa kontrolne jedinice ovog sistema.



Slika 6. Izgled prototipa kontrolne jedinice

Komunikacija sa korisnikom ostvaruje se preko SMS komunikacije što omogućava kontrolu sistema sa bilo koje tačke na planeti. Na slici 6 prikazan je primer komunikacije sistema sa korisnikom.



Slika 7. Primer komunikacije između korisnika i uređaja.

LITERATURA

[1] Navodnjavanje, Dimitrije L. Avakumović, Građevisnki fakultet, Univerzitet u Beogradu, 2005.

[2] ARDUINO & GENUINO products https://www.arduino.cc/en/Main/arduinoboardmega2560?Setlang=en

[3] Arduino uno R3 https://www.pololu.com/product/2191

[4] SIM800L_Hardware_Design_V1.00, A company of SIM tech, Shanghai simcom Wireless Solutions Co,.Ltd, https://img.filipeflop.com/files/download/Datasheet_SIM800L.pdf

[5] Arduino IDE software development www.arduino.cc/development/ide

Euroweb razmena na Univerzitetu Balearskih ostrva u Majorci

Sandra Mikić

Sadržaj – U ovom radu predstavljeno je iskustvo sa Euroweb dvosemestralne razmene tokom školske 2017/2018. godine studentkinje Sandre Mikić iz Srbije, sa Univerziteta u Nišu, na Univerzitet Balearskih ostrva u Španiji. U ovom radu je predstavljen fakultet i grad Palma u kome se odvijala razmena, sa osvrtom na matični grad Niš i Univerzitet. U radu su opisane sličnosti i razlike u načinu organizovanja nastave, polaganja ispita, studentskih aktivnosti i života. Takođe, su opisane opažene razlike između kulture Španije i Srbije, duh domorodaca i sveukupan utisak.

I. UVOD



Slika 1. Balearska ostrva.

Balearska ostrva su španska autonomna jedinica u zapadnom Sredozemnom moru, nju čine Majorka, Menorka, Ibiza, Formentera i manja ostrva koja ih okružuju. Univerzitet Balearskih ostrva je osnovan 1978. godine i glavni kampus se nalazi u najvećem gradu Majorke, u Palmi.

Balearska ostrva (slika 1) zbog svoje dobro geografske pozicije popularna turistička destinacija, ali i mesto za život. Majorka ima veliki broj pogodnosti: veliki broj sunčanih dana, prelepe plaže ali takođe planinski venac (španski *Serra de Tramuntana*) i brojne biciklističke staze. Zato se umesto domorodaca majorkinaca, na ostrvu Majorka češće može sresti stanovnik poreklom iz Bolivije ili Argentine. Takođe ostrvo je jako popularno među nemcima, britancima i skandinavcima koji imaju čak i svoje gradove u kojima su brojniji nego španci (npr. Arenal je grad nemaca).

Zvaničan jezik na Balearskim ostrvima je španski i katalonski. Iako većina stanovnika govori španski, maternji jezik im je katalonski. Ako znate španski moćićete da komuncirate sa svima ali u društvu majorkinaca poželjno je znati katalonski. Engleski slabo pričaju jer su slabije izloženi jeziku, sav program na televiziji sinhronizovan na španski.Verovatno iz ovog razloga ne možete naći puno predmeta na engleskom na univerzitetu.

Španski duh je jako prisutan na ostvu, veoma su opušteni, ljubazni i otvoreni za grupna druženja. Izreku koja lepo dočarava duh stanovnika na ostrvu, a koje često imate prilike da čujete od njih, je „*No pasa nada"*- Španski ekvivalent naše izreke nema veze, ili ti ne brini, sve je uredu. Ali zbog velikog broja turista, koji se broje u milionima, majorkinci su malo zatvoreniji za prijateljstva nego španci sa poluostrva Španije.

II. PALMA DE MAJORKA

Najveća znamenitost i zaštitni znak Palme je katedrala *La Seu* (slika 2) čije je nacrte za restauraciju pravio sam Gaudi. Katedrala ima pogled na more, građena je gotičkom stilu i ima jednu od najvećih rozeta na svetu.



Slika 2. Katedrala La Seu.

Katedrala u Palmi je jednistvena na svetu zbog fenomena nazvanim magična osmica. Naime, dva puta godišnje svetlo koje prođe kroz rozetu sa prednje strane katedrale padne tačno ispod rozete na zadnjoj strani katedrale i tako formira osmicu koja simbolizuje večnost. Ovaj fenomen nije slučajnost, graditelji su ga namenski uradili što je impresivno sa obzirom da je njena gradnja počela 1229. godine.

Sandra Mikić je student četvrte godine na podsmeru Multimedijale tehnologije, smera Elektronika, Elektronski fakultet, Univerzitet u Nišu, Aleksandra Medvedeva 14, 18000 Niš, E-mail:titanik995@gmail.com



Slika 3. Zamak Belver.

Najlepši pogled na grad može se videti sa zamka Belver (slika 3) sagrađen 1311. godine, koji je jedan od retkih zamkova sa kružnom osnovom na svetu. Zamak je udaljen 45min hodom od centra grada i u njemu se nalazi muzej koji prikazuje istoriju Palme.

Stari grad ima posebnih čari, to je deo Palme koji je očuvao svoje uske i romantične ulice iz starijih vremena. Gradovi Majorke koji su posebno očuvali svoj tradicionalni izgled su Valdemosa (slika 4), Dea i Soller. Svaki od ovih gradova je udaljen najviše sat vremena od Palme i autobusi su česti.



Slika 4. Valdemosa.

U ovim tradicionalnim gradovima služe se poznata majorkinska jela kao što su: *coca de patata* (slično kao krofna ali ima krompir), *paella* (riža sa morskim plodovima), *ensaimada* (uvijena slatka pita sa suvim voćem ili kremom), *pa amb oli* (paradajz sos na prepečenom hlebu) itd. Zbog popularnosti ostrva među strancima, majorka ima veliki broj kineskih, italijanskih i japanskih restorana. Topla preporuka za gelato *Rivareno*, napoli picu u *500 Grados* i korejski restoran *Bi bap*.

Na Majorci se održava veliki broj festivala, tako da često na glavnom trgu u Palmi, trgu plaza Espanja, često ima neko dešavanje. U Palmi postoje raznoliki festivali: Festival Vegana, ulične hrane, festival muzike, ogroman luna park, festival latinosa, Bolivijanaca. U Palmi je K-pop i Japan jako popularan tako da su čak tri festivala posvećena tome, ima puno *cosplaya*, izvođenja koreografija i suvenira vezanih za ove K-pop i anime. Od svih festivala moram da izdvojim Sveti Sebastijan (slika 5) koji se održava 20. januara u Palmi, kada se deo građana obuče u demone i đavole i vrši se njihovo "isterivanje" iz grada. Ceo događaj je propraćen vatrometima i prskalicama uz glasno vrištanje učesnika.



Slika 5. Festival Sveti Sebastijan.

Takođe je jako interesantno što za Božić umesto Božić Bati ili Deda Mrazu, što rade deca u Srbiji, na Majorci deca pišu svoje želje trima svetcima, tj. trojici kraljeva koji su doneli poklone Isusu ono veče kada se rodio. Povodom tog praznika 6. januara, u gradu se 5. januara održava festival Tri Kralja (slika 5). Tog dana gradom ide parada, maskirani volonteri imaju performans i bacaju slatkiše deci na ulicama.



Slika 6. Festival Tri Kralja.

III. UIB

Univerzitet Balerskih ostrva (na španskom *Universitat de les Illes Baleares*, skraćeno UIB) ima slične fakultete kao Univerzitet u Nišu, jedina je razlika što je većina njih grupisana na kampusu koji se nalazi nedaleko od grada Palma. Studenti Univerziteta su obično stanovnici Balearskih ostrva, ali takođe ima studenata sa poluostva Španije. Kampus je odvojen od grada, veoma je velik, ima bazen, fudbalski teren, stazu za trčanje i svaka zgrada ima svoj restoran. U sportskom centru u kampusu postoji teretana sa velikim izborom aktivnosti (aerobik, joga, zumba itd.) i povoljnom članarinom (uključujući i ulaz na

bazen). Zgrada tehničkih studija (slika 7), u kojoj smo provodili najviše vremena ima i bogatu biblioteku (slika 8) gde smo često učili.



Slika 7. Zgrada tehničkih studija UIB-a.

U kampus se može stići metrom ili autobusom, metro je brži ali skuplji i za njega ne postoji mesečna karta. U kampusu postoji dom (oko 700 evra mesečno), ali je jako skuplji od smeštaja u gradu (oko 300 evra soba mesečno), i menza (7 evra, ručak) ali nije toliko povoljna pa većina studenata nosi ručak sa sobom. Od programa Euroweb dobijate 1000 evra mesečno za život (što je najveća stipendija među studentima na razmeni) i potpunu slobodu oko toga koje ćete predmete da slušate, da li ćete da idete na kurs jezika i gde ćete da živite. Imate dovoljno novca život jer je cena hrane skoro ista kao kod nas.

Nastava se izvodi slično kao u Univerzitetu u Nišu, sa razlikom da često profesor drži samostalno vežbe i predavanja. Često postoje projekti, domaći zadaci i testovi na nedeljnom nivou, pored kolokvijuma i ispita. Ocenjivanje je strožije jer je većina poena nepovratna i imaju određen rok da se osvoje.



Slika 8. Biblioteka univerziteta.

Profesori su jako ljubazni, profesionalni, brzo odgovaraju na mejlove i trude se da budu u toku sa dešavanjima u njihovoj oblasti pošto se pretežno bave naučno-istraživačkim radom. Ocenjivanje je zbir svih skupljenih poena, sa retkim odstupanjem za poene. Ocene su od 5 do 10, sa tim što je 5 prolaz, i ocene su sa decimalnim zarezom jer se često grubo predstavljaju sve vaše skupljene poene.

Na Univerzitetu Balearskih ostrva, uopšteno u Španiji, ne postoji budžet i svaki predmet se plaća (oko 250 evra), postoje samo dva ispitna roka i ako se predmet ne položi u ta dva roka onda se sluša opet sledeće godine i plaća se duplo. Zbog ovog razloga studenti obično imaju poslove preko leta pomoću kojih otplaćuju deo školarine. Postoji državna stipendija koju zovu Beka, država vraća deo školarine studentima koji polože određen broj ispita.

IV. Aktivnosti na razmeni

Prilike za druženje ima mnogo, počevši od ESN dobrodošlice i tematskih žurki koje organizuju svaki mesec do raznih omladinskih udruženja, postoji puno šansi za sklapanje novih prijateljstva. Palma je popularno mesto za ramenu, tako da svake godine oko 300 studenata dođe na razmenu iz raznih zemalja. Pošto je to popriličan broj ljudi, od kojih većina nema časove sa vama, za erazmusovce postoje specijalni predmeti na engleskom organizovani samo za njih. Imala sam priliku da slušam predmet *UIB theather company* (slika 9) i tako bolje upoznam kroz glumu 15 kolega iz Kine, Rumunije, Italije, Nemačke itd. Zajedno smo preradili i spremili jedno Šekspirovo delo, za mene je to bilo jedno od najboljih iskustva na razmeni.



Slika 9. *UIB Theather company* 2018.

Pored žurki i internacionalnih večeri, kojih je bilo raznih i sa kreativnim temama, organizovale su se i manifestacije u kojima smo mogli da volontiramo i upoznamo se sa lokalnom zajednicom, kao na primer Dan sporta (slika 10).

Organizovanih dešavanja nema samo na fakultetu, omladinska organizacija *Palma Jove* nudi različita dešavanja svake nedelje svakog meseca: od plesa, muzičkih i likovnih radionica, do radio emisija i radionica kuvanja. Imate priliku da naučite španski jezik preko časova koje se drže na UIB-u ili preko jezičkih razmena koje održavaju organizacije poput meetup.com i Lemon tree, gde se svake nedelje uz piće i *tapas* (vrsta meze) organizuju druženja.



Slika 10. Dan sporta u lokalnoj školi, razred trogodišnjaka.

Od sportskih aktivnosti van kampusa imate veliku ponudu teretana i bazena. Veoma su povoljni za studente, gde za 16 evra mesečno možete ići na sve bazene u Palmi (ima ih 6). Teretane, ja sam išla u *Illetes*, su neobično velike i imaju organizovane treninge različitih tipova (kombinacija tegova, različitih kardio sprava) za 20 evra mesečno. Takođe se organizuju besplatni grupni treninzi tri puta nedeljno napolju od strane *Herbalife*.

Iako Majorka ima neke od najlepših plaža na svetu, neke su udaljene pola sata autobusom (ali najbolje su divlje plaže do kojih se jedva stiže), tokom razmene smo išli češće na planinarenja (slika 11) nego na plaže. Ostrvo stvarno ima raznolike krajeve i skoro svaki vikend smo išli u istraživanje.



Slika 11. Planinarenje uz more.

Imala sam priliku da se pridružim horu grada Majorke, koju većinom čine majorkinci. Bilo je interesantno učiti njihove pesme, čak smo imali jedan nastup, ali zbog slabog poznavanja katalonskog nisam mogla da vodim duže razgovore sa njima (iako su mi se često ljubazno osmehivali).

Teško je setiti se svih mesta, jer pored deset meseci provedenih u Palmi, nismo stigli sve da posetimo. Pomenuću par zanimljivih za kraj: *Parabelum* (slika 12)- igraonica sa društvenim igrama u kojoj besplatno možete da igrate preko sto društvenih igara.



Slika 12. *Parabelum*, kafic društvenih igara u Palmi.

100 Montaditos- španski mekdonalds, gde španci vole da se okupe i popiju *tinto de verano* ili pivo uz male sendviče; *Paseo maritimo*- noćni klubovi i diskoteke pored luke, ove dve reči su sinonim za dobar provod u Palmi.

V. ZAKLJUČAK

Ako imate priliku da odete na razmenu zgrabite je, imate šansu da vidite život sa one strane granice i dobijete uvid na kratko kako je to ziveti samostalno. Neporcenjivo je iskustvo je upoznati novu kulturu, ali i otvoriti oči za mogućnosti koje niste ni znali da postoje. Ne bih bila ko sam sada da nisam bila na ovoj razmeni, bez obzira na to da li su ta iskustva bila loša ili dobra dala su mi priliku da iskusim nešto novo. Palma je jedno posebno mesto za mene i nadam se da će vas ovaj rad podstaknuti da krenete u potragu za svoje posebno mesto.

LITERATURA

[1] https://en.wikipedia.org/wiki/Balearic_Islands
[2] https://ultimahora.es/noticias/cultura/2018/05/28/1003259/sueno-noche-verano-despierta-uib-clave-lgbti.html
[3] https://www.seemallorca.com/reviews/palma-three-kings-parade-review-2017-palma-de-mallorca-702013
[4] https://sr.wikipedia.org/sr/%D0%9C%D0%B0%D1%98%D0%BE%D1%80%D0%BA%D0%B0
[5] https://www.seemallorca.com/news/mallorca-fiestas-festivals-and-fairs-mallorca-island-702047

Inteligentna IEEESTEC Konferencija

Stefan Đokić

Sadržaj – U ovom radu je predloženo rešenje „Inteligentna Konferencija“ koje omogućava učesnicima (u nastavku autori) i recezentima konferencije registraciju, glasanje, odabir najboljih radova, kao i zabavu u vidu nalaženja najsličnijih ljudi po karakteristikama lica, korišćenjem softvera za detekciju, prepoznavanje i upoređivanje lica, koji se zasniva na upotrebi konvolucionih neuronskih mreža (eng. CNN) i veb servera (eng. Web Server) sa bazom podataka u kojoj se čuvaju radovi autora i glasovi autora i recezenata. Komunikacija između web aplikacije i baze podataka se odvija korišćenjem RESTFUL Web API-ja implementiranog u C#/.NET tehnologiji. Korišćenjem veštačke inteligencije i modernih tehnologija, rešenje nudi novi pogled na IEEESTEC konferenciju, kao i svim ostalim, sličnim događajima.

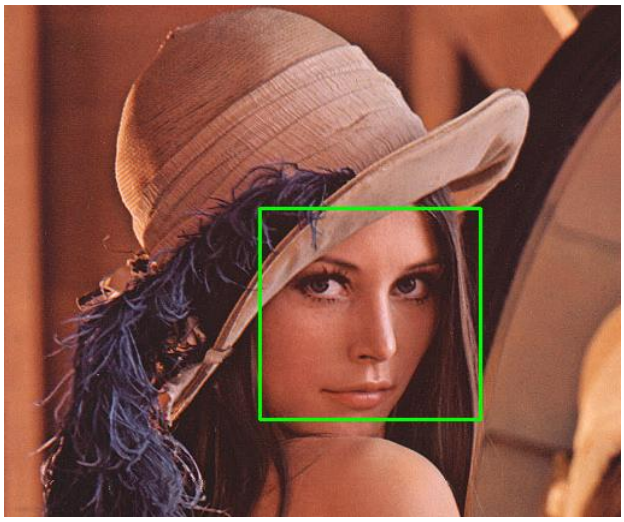
I. UVOD

Termin „Veštačka intelgeincija“ (VI) [1] je po prvi put predstavio Džon Mekarti na konferenciji u Dartmotu 1956. godine. Cilj istraživanja veštačke inteligencije je razvijanje softvera koji će omogućiti računarima da se ponašaju na način koji bi se mogao okarakterisati inteligentnim.

Istraživanja u VI su fokusirana na četiri komponente inteligencije i to: učenje, razmišljanje, rešavanje problema, percepcija i korišćenje jezika. Autor ovog rada se najviše fokusirao na izučavanje percepcije kroz praktičnu realizaciju. Mašinska percepcija je sposobnost mašina da se koriste podacima iz senzora (kamere, mikrofoni, sonari i drugi) i da zaključe neke aspekte okoline. Računarski vid je sposobnost da se analiziraju podaci iz vizualnih senzora. U susret modernih tehnologija i sve većeg razvijanja softvera, uskoro ćemo pomoću svog lica otključavati vrata i kupovati čarape. Uzevši u obzir da je jedna trećina ljudskog mozga posvećena vidu, ovaj aspekt VI tehnologije je izuzetno važan. Zapravo, najveći deo problema veštačke inteligencije vezuje se upravo za vizuelne sposobnosti (prepoznavanje i tumačenje pokreta i prepoznavanje i razlikovanje predmeta i lica). Prepoznavanje lica (Face Recognition) [2] je posebno izazovno jer većina ljudi izgleda relativno slično u poređenju sa predmetima koje VI dosta lakše prepoznaje. Facebook je postao prilično uspešan u prepoznavanju lica na fotografijama.

U samom radu su prezentovana tri jako bitna pojma za ovu oblast i to: detekcija lica (Face Detection) [3], prepoznavanje lica (Face Recognition) [4] i nalaženje sličnih karakteristika i upoređivanje lica (Face Similarity) [5].

Detekcija lica je prvi i suštinski korak za prepoznavanje i upoređivanje lica. Predstavlja proces otkrivanja lica na slikama. Deo je oblasti detekcije objekata i koristi se u mnogim oblastima poput bezbednosnih sistema, biometrije, lične sigurnosti i zaštite, zabave i slično. Koristi se za detekciju crta lica na slici, videu ili live kameri. Rezultat korišćenja ovih algoritama je odgovor da li se na slici nalazi lice ili ne, često sa procentom sigurnosti računara u taj odgovor. Kako uglavnom izgleda rezultat uspešne detekcije lica od strane softvera može se videti na slici broj 1.



Slika 1. Rezultat korišćenja algoritma za datekciju lica.

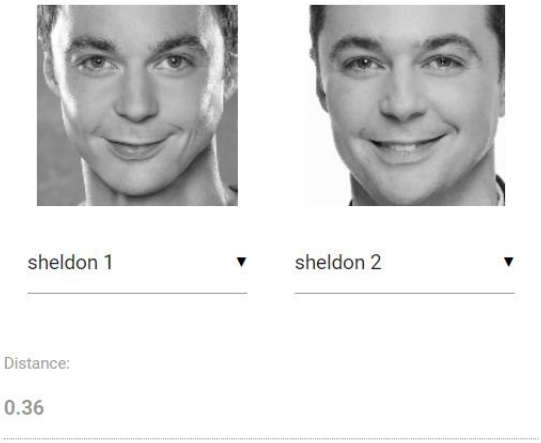
Prepoznavanje lica je algoritam za verifikaciju identiteta osobe na osnovu digitalne slike ili video zapisa. Algoritam funckioniše tako što nalazi poklapanje lica sa slike ili video zapisa sa fotografijama u bazi podataka što znači da je preduslov ovog algoritma da sistem već ima saznanja o određenom broju osoba. Primeri delova poklapanja uključuju veličinu, oblik, poziciju nosa, vilice, jagodičastih kostiju i druge detalje. Postoje dva osnovna pristupa algoritmu prepoznavanja lica. Prvi je geometrijski. Ovi algoritmi pokušavaju da prepoznaju značajne osobine lica. Drugi je poznat kao fotometrijski pristup. To je statistički pristup u kome se slike mapiraju u numeričke vrednosti i nakon toga se upoređuju dobijene vrednosti sa ostalim. Jedan način rezultata prepoznavanja lica može se videti na slici 2.

Stefan Đokić je student četvrte godine računarstva i informatike na Elektronskom fakultetu Univerziteta u Nišu, Aleksandra Medvedeva 14, 18000 Niš, Srbija,
E-mail: stefandjokic@elfak.rs



Slika 2. Rezultat prepoznavanja lica.

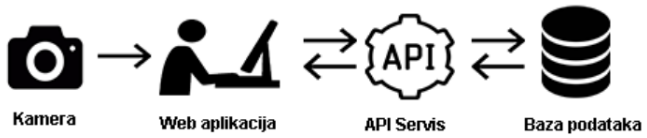
Upoređivanje lica predstavlja algoritam koji proističe iz prethodno navedena dva algoritma. Sastoji se u tome da se na ulaznim slikama prvo primeni detekcija lica, pretvore u odgovarajući oblik (iseku se, skaliraju i pretvore iz RGB-a u grayscale) a potom nalaze međusobna poklapanja delova lica. Na osnovu ovoga se nalazi njihova uzajamna udaljenost. Što je udaljenost manja, sličnost je veća i obratno. Upoređivanje dva lica prikazano je na slici 3.



Slika 3. Upoređivanje 2 lica.

II. PRINCIP FUNKCIONISANJA

Princip funkcionisanja komunikacije između web aplikacije, api-ja i baze podataka dat je na slici 4.



Slika 4. Principijelna šema funkcionisanja komunikacije.

Na serveru se nalazi baza podataka u kojoj se čuvaju fotografije i osnovni podaci kao i radovi učesnika konferencije. Pomoću već postojeće IEEESTEC web aplikacije koja je u ovom slučaju malo unapređena i prilagođena trenutnom sistemu, autor prijavljuje svoj rad a recezenti ocenjuju i to sve uz korišćenje identifikacije putem lica. Svi radovi i sve recenzije se čuvaju u bazi podataka. Komunikacija između web aplikacije i API-ja se odvija putem HTTP protokola [6]. API sve podatke vraća u JSON formatu (JavaScript Object Notation) [7].

III. WEB APLIKACIJA IEEESTEC KONFERENCIJE

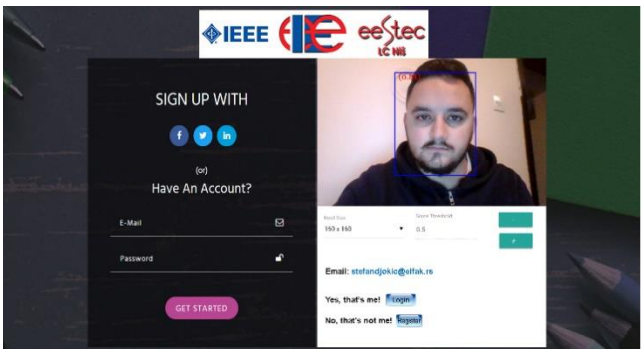
Web aplikacija predstavlja ASP.NET aplikaciju realizovanu u C#/.NET tehnologiji, korišćenjem Entity Framework 6.0 ORM [8]. Cilj nove verzije aplikacije je da ostane dosledna konferenciji ali i da unese nove inovativne funkcionalnosti, a takođe i da olakša aktivnosti vezane za sve aktere konferencije – autorima slanje radova i uvid u recenziranje, recezentima pristup svim radovima i ocenjivanje istih kao i glasanje od strane autora. Sve ovo, pruža korisnicima potpuno novo iskustvo na bezbedan i zanimljiv način.

Web aplikaciji se pristupa putem web pretraživača na računaru ili bilo kom uređaju, ukucavanjem određene adrese i to: http://www.ieeekonferencija.elfak.ni.ac.rs. Prva strana na koju korisnik biva preusmeren je Register/Login strana. Ovde postoje dve odvoje forme (za registraciju i ulazak) čiji je cilj autentifikacija i autorizacija korisnika koji pristupaju aplikaciji, na osnovu privilegija koje korisnici imaju. Autentifikacija i autorizacija se izvršavaju putem web kamere. Tačnije vrši se autentifikacija i autorizacija detektovanjem i prepoznavanjem lica korisnika. Ukoliko sistem ne prepozna lice, pristup korisniku je onemogućen iz razloga što ne postoji u sistemu, nakon čega biva preusmeren na formu za registraciju. U suprotnom, korisnik pristupa aplikaciji uz određene privilegije. Svi korisnici su podeljeni u tri grupe sa određenim privilegijama:

- vodeći ljudi konferencije (admin permisije)
- recezenti (imaju pristup radovima koje mogu da ocenjuju)
- učesnici/autori (postavljaju radove i prate recenzije za svoj rad, mogu videti ostale radove).

Zbog potpuno novog dela web aplikacije IEESTEC konferencije, implementirane su neke potpuno nove funkcionalnosti:

- Registrovanje i logovanje putem web kamere – Kada se pristupi strani i formi za registrovanje, korisnik se pita za pristup web kameri. Nakon odobrenja, kamera se startuje i sistem prepoznaje lice korisnika, ukoliko je
to moguće (dispozicija, ne postoji lice i drugo). Aplikacija detektovano lice izdvaja u posebnu sliku i zajedno sa podacima korisnika čuva u bazu podataka, uz pomoć API-ja. Ukoliko je proces logovanja, lice sa web kamere se upoređuje sa fotografijama u bazi podataka i na osnovu toga dozvoljava ili zabranjuje ulaz. Primer registracije i logovanje na web aplikaciju može se videti na slici broj 4.

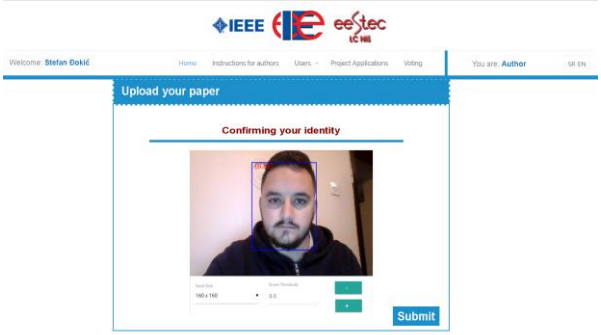


Slika 4. Primer registracije ili logovanja na aplikaciju.

- Dodavanje rada od strane autora – Ukoliko je korisnik ulogovan sa privilegijama autora on ima mogućnost upload-ovanja svog rada zarad ocenjivanja i eventualne nagrade. Autor popunjavanjem prostog formulara u prvom koraku (slika 5) i potvrde identiteta u drugom koraku (slika 6), može svoj rad postaviti na server.



Slika 5. Prvi korak upload-ovanja – popunjavanje formulara.



Slika 6. Drugi korak upload-ovanja – potvrda identiteta.

- Pregled i ocenjivanje radova od strane recezenata – Ukoliko je korisnik recezent, on ima mogućnost gledanja svih radova i ocenjivanje istih popunjavanjem određenog formurala i potvrdom svog identiteta. Klikom na link iz taba „Project Applications“ aplikacija vodi recezenta na stranu gde može videti sve radove koje su autori dodali (slika 7). Biranje jednog od radova, recezent može pročitati sam rad, dati svoj komentar i oceniti ga (slika 8). Komentari i ocene radova se čuvaju u bazi podataka.



Slika 7. Pregled svih radova autora.



Slika 8. Pregled jednog rada.

- Glasanje za najbolji rad od strane publike – Svaki korisnik aplikacije, bez registracije i logovanja može glasati za maksimalno tri rada. Sistem je obezbeđen da će jedan korisnik dati najviše tri glasa na osnovu njegovog lica. Ukoliko korisnik pokuša da glasa opet ili da da više od tri glasa, sistem ga obaveštava da je to nemoguće. Korisnik ima uvid u sve radove, ali u ograničenom modu, ne sa svim informacijama.
- Upođivanje dva lica i pronalaženje dublera zarad zabave korisnika - Tokom prezentacije radova i nekih pauza, posetioci, studenti, profesori i ostali mogu se zabaviti na vrlo zanimljiv način, tragajući za svojim dublerom. Lice korisnika koji trenutno traži osobu kojoj sliči se upoređuje sa već postojećim u bazi podataka. Sistem kao rezultat daje osobu koja ima slične karakteristike lica, kao i koliko je to procentualno, tj. koliko je sistem siguran da su osobe fizički identične.

IV. NAČIN FUNCKIONISANJA DETEKCIJE, PREPOZNAVANJA I UPOREĐIVANJA LICA

Sama aplikacija je unapređena sistemima za detekciju prepoznavanje i upoređivanje lica. Za ove funkcionalnosti upotrebljena je faceapi.js biblioteka [9]. Ovo je Javascript biblioteka implementirana na tensorflow.js [10] jezgru koja implementira tri konvolucione neuronske mreže (eng.

Convolutional Neural Network) [11] za rešavanje problema detekcije i prepoznavanja lica.

A. Detekcija lica

Za algoritam detekcije lica implementira se SSD (Single Shot MultiBox Detector) algoritam, koji je u osnovi konvoluciona mreža zasnovana na MobileNetV1 [12], sa dodatnim slojevima (layers) smeštenim na vrhu mreže, koji služe za predikciju. Mreža vraća uokvireni kvadrat oko svakog lica primećenog na fotografiji, sa odgovarajućim rezultatima, npr. verovatnoća svakog od kvadrata. Ove ocene se koriste za filtriranje jer slika možda ne sadrži nijedno lice. Pošto se radi o web aplikaciji, neuronska mreža je implementirana da prihvata HTML tagove i to: html slike, canvas tag, video elemente kao i tensors elemente. Da bi se detektovalo lice na fotografiji, prvo se postavlja minimalni skor poređenja, tj. prag podudranja u odnosu na koga se pojavljuje ili ne pojavljuje kao rezultat uokvireni kvadrat. Da bi se ovo uradilo potrebno je samo pozvati funkciju na slici 9.

```
const minConfidence = 0.8
const fullFaceDescriptions = await faceapi.allFaces(input, minConfidence)
```

Slika 9. Detektovanje svih lica na fotografiji.

U promenljivoj fullFaceDescription su sadržani rezultati detekcije što uključuje uokvireni kvadrat + skor. Nakon detekcije potrebno je na već postojećoj slici dodati kvadrat i skor. Ovo se postiže kodom prikazanim na slici 10.

```
fullFaceDescription.forEach((fd, i) => {
  faceapi.drawDetection(canvas, fd.detection, { withScore: true })
})
```

Slika 10. Kod koji rezultate detekcije prikazuje korisniku.

Kvadrat se prikazuje tako što se na koordinatama (0,0) fotografije samog lica, postavi levo-gornja ivica kvadrata, dok se donja-desno postavi u odnosu na veličinu fotografije.

B. Prepoznavanje lica

Sada kada je detektovano lice na fotografiji, može se preći na prepoznavanje istog, tj. na identifikovanje osobe koje se nalazi na slici. U ovu svrhu koristi se neuronska mreža zasnovana na ResNet-34 arhitekturi [13]. Mreža je istrenirana da nauči mapirati određene karakteristike lica u deskriptor lica (vektor sa 128 vrednosti). Sada kada su uočene lokacije lica i izdvojeni deskriptori, možemo definisati referentne podatke na osnovu deskriptora. Na osnovu referentnih podataka se lice poredi sa ostalim i na taj identifikuje osobu. Ceo proces se odvija na sledeći način: prvo, sa pretpostavkom da fotografije dobijamo sa nekog linka, kreiramo HTML img tagove (slika 11).

```
// fetch images from url as blobs
const blobs = await Promise.all(
  ['sheldon.png' 'raj.png', 'leonard.png', 'howard.png'].map(
    async uri => (await fetch(uri)).blob()
  )
)

// convert blobs (buffers) to HTMLImage elements
const images = await Promise.all(blobs.map(
  blob => faceapi.bufferToImage(blob)
))
```

Slika 11. Kreiranje HTML img tagova.

Nakon ovoga, detektujemo delove lica i kreiramo descriptor lica korišćenjem dela koda na slici 12.

Sve što je ostalo sada da se uradi, jeste da se prođe kroz svaki descriptor lica ulazne fotografije i nađe descriptor sa najmanjom distancom u odnosu na referentne podatke u bazi podataka (slika 13). Kao distanca, koristi se Euklidovo rastojanje. Euklidovo rastojanje predstavlja meru sličnosti, za koju se ispostavilo da dobro funkcioniše. Završavamo sa najboljim rezultatom, čije podatke i vraćamo. Zajedno sa tim podacima (ime osobe i procenat sigurnosti) se uokvireni kvadrat iscrtava na trenutno prikazanoj slici. (Slika 14).

```
const refDescriptions = await Promsie.all(images.map(
  async img => (await faceapi.allFaces(img))[0]
))

const labels = ['sheldon', 'raj', 'leonard', 'howard']

const refDescriptors = refDescriptions.map((fd, i) => ({
  descriptor: fd.descriptor,
  label: labels[i],
}))
```

Slika 12. Kreiranje deskriptora.

```
const sortAsc = (a, b) => a - b

const results = fullFaceDescriptions.map((fd) => {
  const bestMatch = refDescriptors.map(
    ({ descriptor, label }) => ({
      label,
      distance: faceapi.euclideanDistance(fd.descriptor, descriptor)
    })
  ).sort(sortAsc)[0]

  return {
    detection: fd.detection,
    label: bestMatch.label,
    distance: bestMatch.distance
  }
})
```

Slika 13. Pronalaženje deskriptora sa najmanjom distancom.

```
// 0.6 is a good distance threshold value to judge
// whether the descriptors match or not
const maxDistance = 0.6

results.forEach(result => {
  faceapi.drawDetection(canvas, result.detection, { withScore: false })

  const text = `${result.distance < maxDistance ? result.className : 'unknown'} (${result.distance
  const { x, y, height: boxHeight } = detection.getBox()
  faceapi.drawText(
    canvas.getContext('2d'),
    x,
    y + boxHeight,
    text
  )
})
```

Slika 14. Iscrtavanje kvadrata sa podacima pronađene osobe.

V. KONFIGURACIJA SISTEMA

Pre svega, da bi se koristila faceapi.js biblioteka, neophodno je da se u html kodu stranice uključi skripta sa lokacije /dist/face-api.js ili minimalizovana verzija iste skripte. (Slika 15).

```
<script src="face-api.js"></script>
```

Slika 15. Uključivanje skripte face-api.js.

Ukoliko se koristi npm potrebno je u command prompt-u otkucati liniju sa slike broj 16.

```
npm i face-api.js
```

Slika 16. Instalacija skripte ukoliko se koristi npm.

Nakon ovoga, za rad neuronske mreže neophodno je učitati model podatke za treniranje. U zavisnosti od zahteva aplikacije može se učitatit konkretni model, ali neophodno je svakako učitati model detekcije i model prepoznavanja lica. Kako bi se ceo proces brzo odvijao na klijentovom pretraživaču, veličine fajlova težine modela su redukovane 75%, tj. podeljene su na delove od po maksimalno 5MB, kako bi omogućili pretraživaču da kešira podatke. Ovo znači da se model mora učitati samo jednom. Ove datoteke mogu biti pribavljene sa putanje web aplikacije kao statički podaci ili se mogu hostovati bilo gde. Učitavanje modela se vrši definisanjem putanje do modela i pozivanjem funkcije za učitavanje sa parametrom putanje, kao na slici 17.

```
1   const MODEL_URL = '/models'
2
3   await faceapi.loadModels(MODEL_URL)
```

Slika 17. Učitavanje modela sa date putanje.

VI. ZAKLJUČAK

Sa brzim i širokim razvojem modernih tehnologija i eksploatacijom i analizom podataka koju taj razvoj donosi, javlja se potreba za korišćenjem nekonvencionalnih rešenja u svim sferama. Korišćenje veštačke inteligencije i softvera za prepoznavanje lica je u upotrebi u mnogim industrijama, a najviše onamo gde je potrebna bezbednost, sigurnost i interaktivnost sa korisnikom

Ovakav sistem se može koristiti na mnogim mestima radi zabave, ali iz prikazanog rada, lako je zaključiti i jasno je da je autor hteo ovim radom da pokaže da se tehnologije VI-e mogu koristiti u obrazovanju, kako bi se isto podiglo na viši nivo.

Cilj autora jeste da učešće na konferenciji učini jednostavnijim. Na ovaj način bi ceo proces održavanja konferencije od postavljanja radova do ocenjivanja i recenziranj, postao zanimljiviji i interaktivniji.

ZAHVALNICA

Sistem implementirao i hostovao autor Stefan Đokić. Autor se zahvaljuje kompaniji Unlimited.rs za ustupljen server zarad hostovanja.

LITERATURA

[1] Christopher M. Bishop, “Pattern Recognition and Machine Learning”, Springer Private Limited, 2013, pp. 2-17.
[2] Thirimachos Bourlai, “Face Recognition Across the Imaging Spectrum”, Illustrated, Springer International Publishing, 2016.
[3] Thirimachos Bourlai, “Face Recognition Across the Imaging Spectrum”, Illustrated, Springer International Publishing, 2016, pp. 10 – 25.
[4] Thirimachos Bourlai, “Face Recognition Across the Imaging Spectrum”, Illustrated, Springer International Publishing, 2016, pp. 70 – 74.
[5] Thirimachos Bourlai, “Face Recognition Across the Imaging Spectrum”, Illustrated, Springer International Publishing, 2016, pp. 320 - 356.
[6] Verica Vasiljević, “Internet protokoli i tehnologije“, Visoka škola elektrotehnike i računarstva strukovnih studija, 2013, pp. 453-480.
[7] Ben Smith, “Beginning JSON”, Apress, 2015.
[8] Hirani Z., Tenny L., Gupta N., Driscoll B., Vettor R., “Entity Framework 6 Recipes”, Apress, 2013
[9] https://github.com/justadudewhohacks/face-api.js
[10] Tom Hope, Yehezkei S. Resheff, Itay Lieder, “Learning Tensflow: A Guide to Building Deep Learning Systems”, O’Reilly Media, 2017
[11] Mohit Sewak, Pradeep Pujari, Rezaul Karim, “Practical Convolutional Neural Network Models”, Packt Publishing, 2018, pp. 120-189.
[12] Jeff Tang, “Intelligent Mobile Projects with TensorFlow”, Packt Publishing, 2018, pp. 252-257.
[13]https://medium.com/@14prakash/understanding-and-implementing-architectures-of-resnet-and-resnext-for-state-of-the-art-image-cf51669e1624

Design of LoRa-Based Service Architecture for Low-Complex IoT Wireless Communications

Ljube Bajraktarov, Nikola Rendevski

Abstract - In this work we present practical design and development of a service infrastructure solution for IoT devices communication over LoRa 433 MHz wireless ISM band. We developed special API for data exchange and authentication between the LoRa wireless sensor nodes and gateway node. The data sent from the API to WEB occurs in real-time using web sockets. All API calls are authenticated - the authentication between the wireless LoRa devices in the 433 MHz public link is realized with Diffie Hellman key exchange method which allows two devices that have no prior knowledge of each other to jointly establish a shared secret key over an insecure channel. The proposed solution is tested in various conditions and channel states, showing excellent performance, reliability and scalability considering the capability of the solution to serve higher number of networked IoT devices without running standardized protocol stack. Technologies used: .NET 4.5.2, .NET Core 2.1, Angular 6 and Embedded C. The development and tests were conducted on real devices equipped with 433 MHz radio interfaces.

I. INTRODUCTION

Nowadays, significant research and development efforts are undergoing by the academia and industry on the study, analysis and finding of new solutions related to high density sensor networks used as part of the IoT (Internet of Things) concept [1]. LoRa (Long Range) is a modulation technique that enables the long-range transfer of information with a low transfer rate. LoRaWAN from the other side is a protocol stack (Fig. 1) designed on top of the LoRa physical layer by the LoRa Alliance. It uses unlicensed radio spectrum in ISM bands to provide low power, wide area communication between remote sensors and gateways connected to the IoT network. It is obvious that the intention of such standards-based approach is efficient and faster set up of public or private IoT networks using hardware and software which is secure and interoperable.

Ljube Bajraktarov is master student at the Faculty of Information and Communication Technologies, "St. Kliment Ohridski" University - Bitola, Macedonia, Partizanska BB (Kompleks Kasarni), 7000 Bitola, Macedonia. Email: bajraktarovljube@gmail.com

Nikola Rendevski is an Assistant Professor at Faculty of Information and Communication Technologies, "St Kliment Ohridski University" – Bitola.

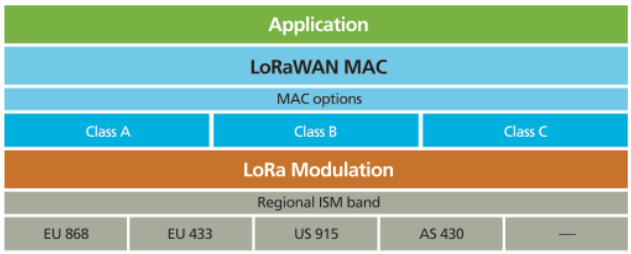


Fig. 1. LoRaWAN Protocol Stack.

LoRaWAN network is envisioned as a system of gateways, network servers and end devices connected in star-of-stars topology. End devices, are referred as motes (IoT nodes) and gateways are known as base stations or concentrators in LoRa network system [2]. The end devices and gateways are wirelessly connected using ISM bands specified with single hop, while the gateways and network servers are connected using wired IP back-haul infrastructure or 3G/4G/5G wireless broadband connections.

However, nowadays rapid development of mission-oriented IoT applications [3,4] is possible using affordable and easily accessible hardware platforms and development kits which do not employ standard-based protocol stacks. Moreover, the limited signal- and data processing resources of such development platforms, based on widely available microcontrollers technologies such Arduino etc., make them unsuitable to process complex multi-layer protocol stacks. Naturally, a question arises from the above facts: "Is it possible to realize IoT near LoRaWAN full stack functionality application with standard LoRa radio interface, with software-defined API-assisted upper layer functionalities, such MAC, device function classification security and scalability". The results from practical system design, performance analyses and tests in various operational conditions in this work, prove that fully functional IoT service and mode-gateway communication infrastructure could be successfully realized with low-cost devices and carefully designed low-complex software functions, allowing real-time data exchange between resource-constrained IoT nodes. The rest of the paper is organized as follow. In Section II, we present brief overview and specification of the used wireless nodes.

II. Description and Tests of the Used Equipment

The IoT devices/nodes (Fig. 2) are equipped with SX1278 chip which is based on ESP32 for frequency of 433 MHz. The nodes have 16 MB on board flash memory and 0.96-inch blue OLED display, lithium battery charging circuit, and highly-integrated CP2102 USB-to-UART bridge controller providing a simple solution for updating RS-232 designs to USB using a minimum of components and PCB space. The CP2102 includes a USB 2.0 full-speed function controller, USB transceiver, oscillator, EEPROM, and asynchronous serial data bus (UART) with full modem control signals in a compact 5 x 5 mm MLP-28 package.



Fig. 2. LoRa devices used in the development.

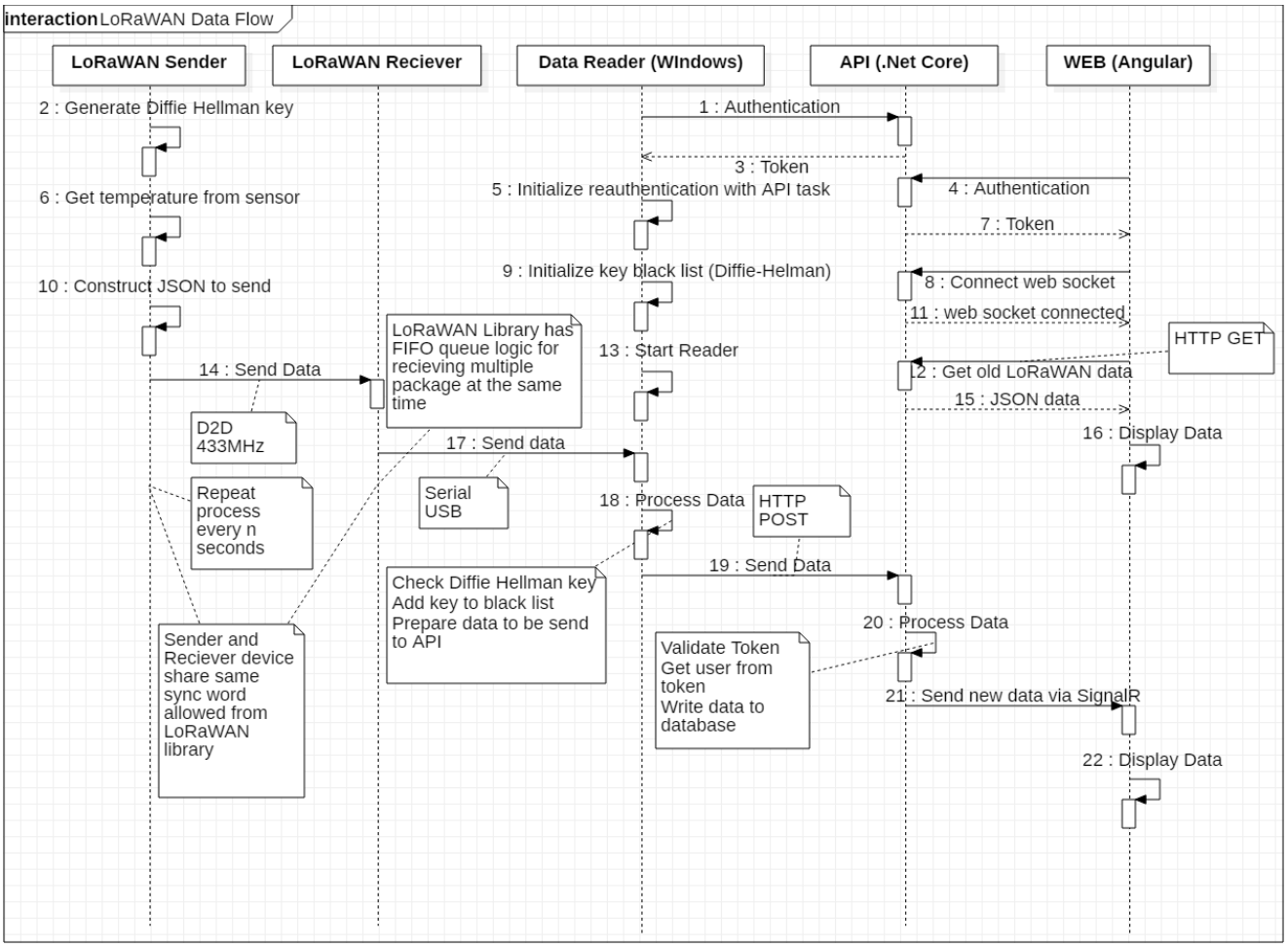


Fig. 3. Communication data flow of the developed LoRa service architecture.

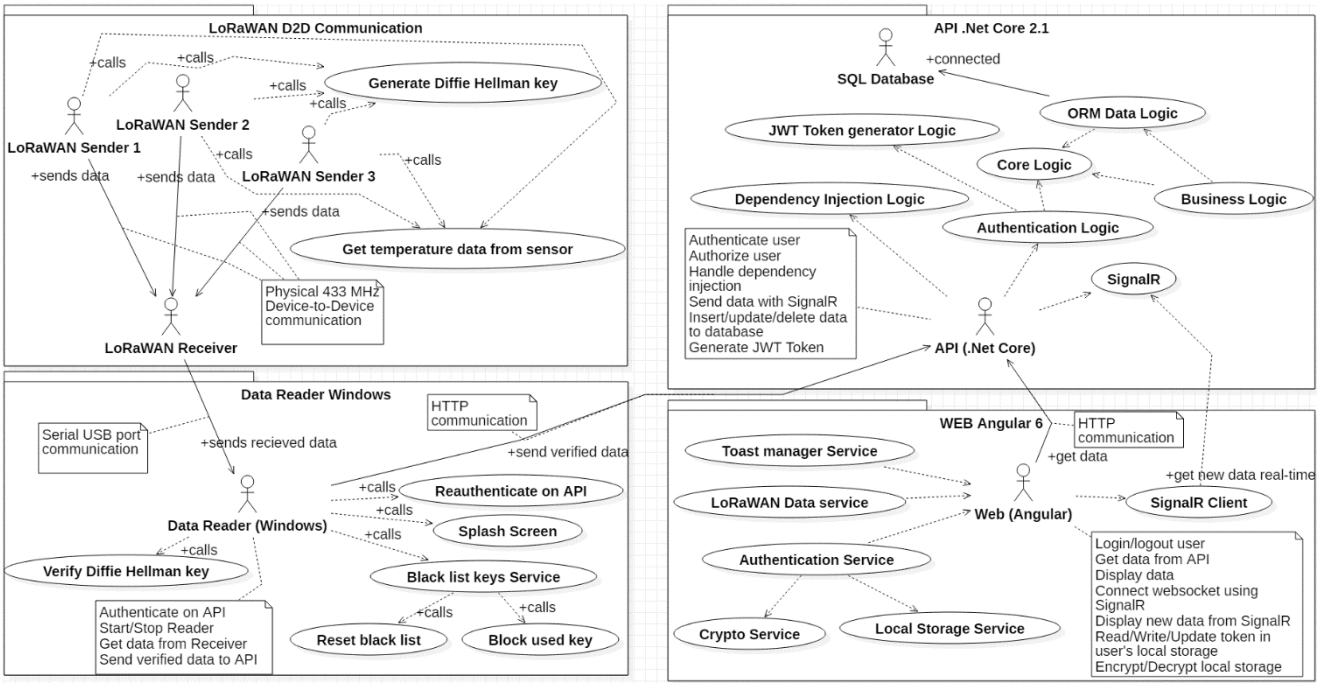


Fig. 4. Developed LoRa service architecture.

III. Service Architecture

The developed service architecture (depicted on Fig. 4) is consisted of four main parts:

1. LoRaWAN Sender/Receiver – IoT devices (Fig. 2) that get data from sensor and communicate with the gateway device connected with the Data Reader on 433MHz D2D radio communication.
2. Data Reader – Windows application which reads all data from LoRa gateway, checks encryption keys, add keys to black list and sends received data to API. At the start of the application user need to authenticate with API.
3. API – back end application to serve and store all data across devices. New data is stored in database and inform front end application about new data using web socket. API also authenticate and authorize all user's requests. Data about users is stored in separate database. API manages with SignalR connections and manages all data in database (insert, update, delete).
4. WEB Application – front end application in which user authenticates on API and can see all gathered data from LoRaWAN on web. This application connects to API SignalR web socket to get new data in real time and update the received data automatically.

IV. Data Flow in the Service Architecture

The data flow starting from the sender node up to its showing in the front-end web application is depicted on Fig 3. In the following, we will describe the functions of each step, in details, for all of the four architecture parts described in the previous section.

A. LoRa Sender

1. Generates Diffie-Hellman encryption key. Values for generation of this key are hardcoded into the node device.
2. Get the measured parameter from the sensor device (temperature in ours case).
3. Constructs JSON string to be sent with all of the relevant data needed like: LoRaID, Temperature and the generated encryption key.
4. Send the data as JSON string via 433 MHz radio link.

The communication between the sender and the receiver (gateway) is connectionless, similar to the UDP-based communication where no acknowledge regarding the successfully received packet is sent back to the transmitter. For non-mission critical applications this is quite acceptable and in favor of bandwidth efficiency and energy conservation and support the scalability of the solution when increasing the number of IoT devices using the service architecture proposed.

B. LoRa Receiver

1. Get the data packet and send it to the Data Reader via Serial USB.

This process is repeated on every sender device for n seconds - hardcoded into the node device. For

synchronization, both (sender and receiver) devices use the previously defined sync word. This approach guarantee that receiver device will reject all of the packets not using identical sync word. Using serial USB as communication between the gateway receiver and computer allows to skip big stack of protocols and the data received from the 433MHz D2D link is read into objects in Windows Application. This data later could be processed, visualized and analyzed from various aspects depending from the usage model.

C. Data Reader to API communication

The communication (data-exchange) between the Data Reader and API occurs simultaneously without depending on LoRa devices commutation. In other words, the Data Reader just sees "I have new data incoming on serial USB port N. Get the data and process it".

1. Authenticate user on API. User is forced to do this if the user does not enter correct username and password he will not have access to the application. If user closes authentication form, the application is immediately closed.

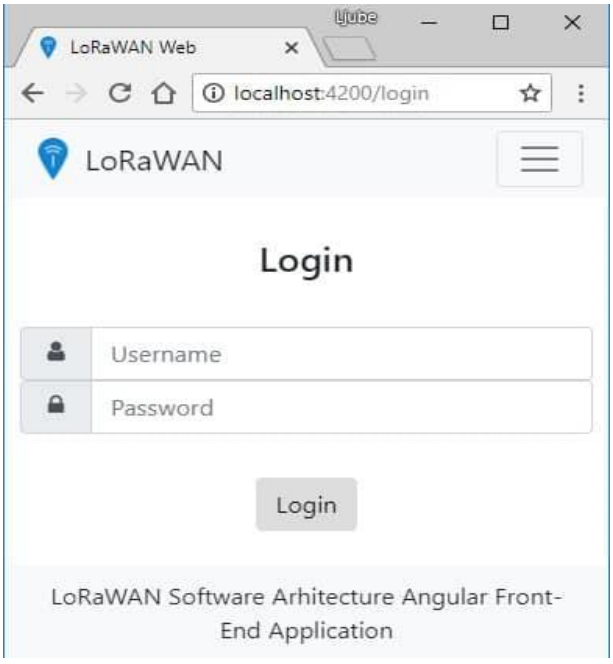


Fig. 5. Angular Front-End Application. Login Page for Authentication of the user to API.

2. Initialize reauthentication with API task. API uses token-based authentication which mean every generated token has expiry data. If the expiry time passes user will have access to the application but API will not accept any data. This task will ask the API for new token before previous token expires with the same credentials provided from previous step.
3. Initialize key black list for received Diffie-Hellman keys. As extra layer of security because Diffie-Hellman key can be read and copied from 433Mhz D2D communication packet with no problem. That is why every key received is black listed. The black list is reset when reauthentication task fires.
4. Start reader. User selects USB port used and start the serial USB communication.
5. Process data. This occurs after receiver sends new data to USB port and it is managed via event. (Windows form application are event-driven applications). Processing data packet is realized as follows: First the packet is converted from JSON to C# object using NewtosoftJSON. Then the system checks if Diffie-Hellman key is from sender device using same value for N (Diffie-Helman specific value). Finally, it is checked if the Diffie-Hellman key is in the blacklist. If this test pass, the key is added to the black list and data is send to API via HTTP post. The service for sending the data separates LoRaWAN data from Diffie-Hellman key and adds an authorization header with token for the API to authorize.

D. Angular to API communication

1. Authenticate user. Send username and password and if correct API will return token.
2. Connect WEB socket using SignalR with API. This will be used so that API can inform WEB about new data received.
3. Get previous LoRaWAN data. So, the application view is not empty all previous data is sorted by date and displayed.
4. Display data is process for changing html DOM to display different data without refresh (Single Page App). This is why Angular.

When the API receives new incoming data, it sends through web socket to Angular which uses Observable defined in *RxJS* library and *ngZone* to force rendering of HTML DOM model without need for refreshing/reloading the web application.

V. Software Development Technologies Used

API – Microsoft .Net Core 2.1 – is central part of this service architecture. This application manages all data coming in and going out. The API also manages user's data, authentication and authorization. Application is divided in class libraries for better management, uses dependency injection model and message passing system. As an object related mapper Entity Framework Core is used. User's authentication is managed by .net core Identity and authorized by JSON web token. For bi-directional communication in real time, the application implements SignalR. For full application logging *NLog* library is used.

Data Reader - .Net 4.5.2 – application which reads all data from LoRa gateway device. On start-up, application authenticates on API to get token which is used in all future request to the API. Start of the reader is required and with each new packet from LoRa device/gateway the application checks the encryption key, saves the key in black list and sends the data to API. For full application

WEB – Angular 6 – This is the front-end application which end user has access to. The user needs to authenticate on the API and all previous data is displayed. Connection to the API web socket provides display of data in real time. New received data is displayed without need for refresh with Angular Single Page application framework.

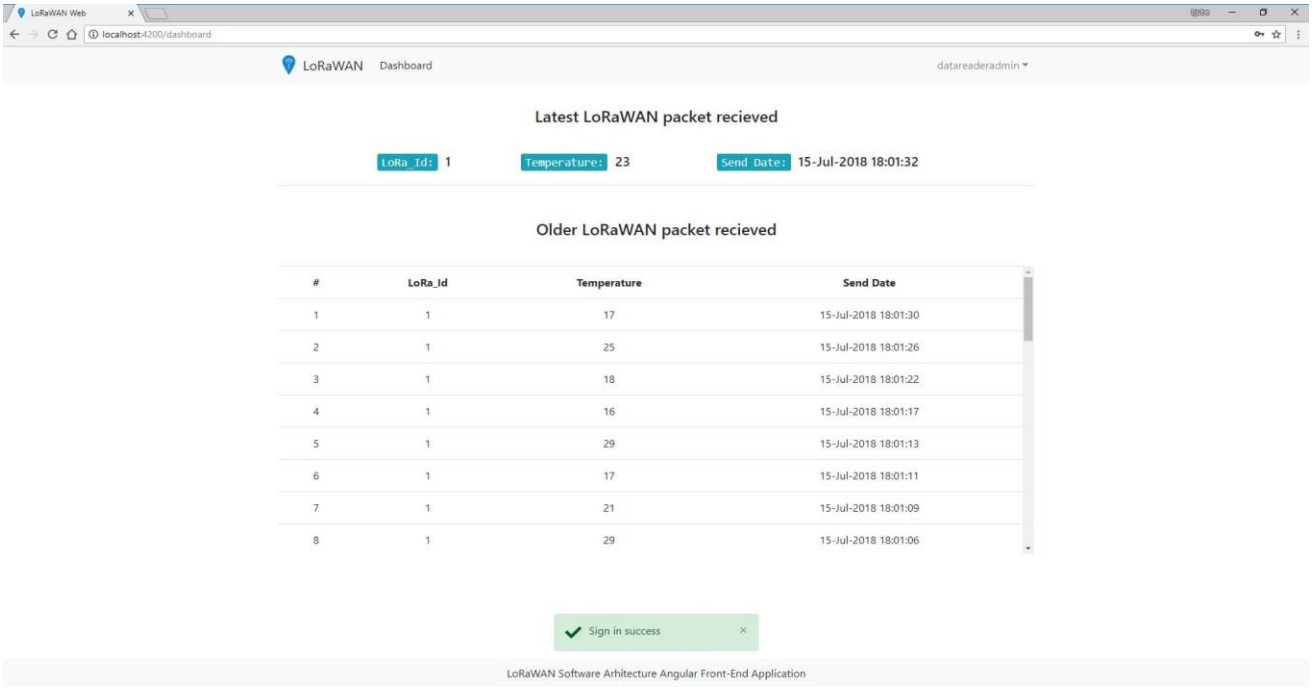


Fig. 6. Angular front-end dashboard web application, displaying every received packet identified by LoRaID, measured parameter and time stamp in real-time.

VI. Conclusion

The proposed and practically developed service architecture is cost-efficient solution for various IoT application using standard LoRa radios, without implementation of standardized standards and complex protocol stacks. Several functionalities such medium access, device classification, network join, authentication and security are realized with special software-defined functionalities mainly processed by the developed API and processing unit (microcontroller) of the used devices. The proposed service architecture and its data-flow model are scalable and re-usable for various IoT applications using low-complex and cost-effective/affordable device and development kits. We used state-of-the-art technologies with huge development community which are contemporary trends and provide rapid development in the IoT software design. On the top of our proposed service architecture, various functionalities could be added such visualization, integration with existing web-services, etc. The designed service architecture has great potential for future research towards providing framework for non-standardized design of low-cost IoT applications.

References

[1] Lavric, Alexandru, and Valentin Popa. "Internet of things and LoRa™ low-power wide-area networks: a survey." *Signals, Circuits and Systems (ISSCS), 2017 International Symposium on*. IEEE, 2017

[2] LoRaWAN Specification v1.1 Available at: https://lora-alliance.org/resource-hub/lorawantm-specification-v11, Online Accessed 10 Oct, 2018

[3] Kodali, Ravi Kishore. "Radio data infrastructure for remote monitoring system using lora technology." *Advances in Computing, Communications and Informatics (ICACCI), 2017 International Conference on*. IEEE, 2017.

[4] Yousuf, Asif M., Edward M. Rochester, and Majid Ghaderi. "A low-cost LoRaWAN testbed for IoT: Implementation and measurements." *Internet of Things (WF-IoT), 2018 IEEE 4th World Forum on*. IEEE, 2018.

[5] Mateev, Valentin, and Iliana Marinova. "Distributed Internet of Things System for Wireless Monitoring of Electrical Grids." *2018 20th International Symposium on Electrical Apparatus and Technologies (SIELA)*. IEEE, 2018.

Elektronski sistem za zaštitu rudnika

Anđela Kocić

Sadržaj – Rudarstvo predstavlja jednu od najstarijih privrednih delatnosti. Samo po sebi je opasno i destruktivno, kako za prirodu tako i za čoveka. Nezgode u radu su deo svakodnevnice, a opasnosti nepredvidive. Nezgode i povrede na poslu su sastavni deo obavljanja velikog broja profesija. Međutim, u rudarenju su povrede deo svakodnevnice jer kretanje kroz kilometrima duge jamske prostorije donosi nepoznanice i opasnosti. Cilj ovog rada je realizacija sistema koji će povećati bezbednost u rudniku uz pomoć senzora koji će detektovati potencijalnu opasnosti i upozoriti pre nego što se ona desi.

I. Uvod i princip rada

Svet se uzdao u ugalj kao bitan deo proizvodnje svoje primarne energije još od Industrijske Revolucije. Najveće svetske industrijalizovanje ekonomije, ekonomije u nastanku i u tranziciji i dakle, globalna ekonomija biće zasnovani na uglju kao izvoru energije u doglednoj budućnosti. Zbog toga se ova grana industrije neće ugasiti uprkos svim opasnostima. Ni jedan rudnik, čak i najrazvijenijim zemljama, nije bezbedan od rizika. Nevezano za lokaciju ili uslove rudarstva, moguće je značajno smanjiti rizik nesreća izazvane metanom. Sistem opisan u ovom radu se sastoji od tri funkcionalne celine:

- Linearnog izvora napajanja
- Senzorske stanice
- Kontrolne jedinice

Linearni izvor napajanja projektovan je da bi napajao samo senzorsku stanicu, dok će kontrolna jedinici biti napajana iz baterije, radi ostvarivanja veće mobilnosti. Linearnim izvorom napajanja se mrežni napon pretvara u jednosmerni kojim se napaja Arduino Nano, a potom se, koristeći pinove Arduina napajaju ostali delovi senzorske jedinice.

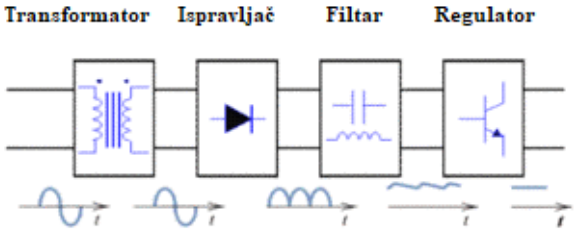
Senzorska stanica treba da se postavi na mestu na kome se odvijaju kritični radovi koji mogu da dovedu rudare u opasnost. Na njoj se pored Arduino Nano nalaze tri senzora – za metan, požar i vibracije i potrese, kao i RF predajnik.

Kontrolna jedinica je zamišljena kao mali prenosivi uređaj kojim se kontrolišu dozvoljene vrednosti parametara koje senzori mere. Ukoliko su ti parametri van dozvoljenih granica, uključiće se alarm. Na njoj se nalazi Arduino Nano koji upravlja celom stanicom, a pored njega tu su RF prijemnik preko koga stanica dobija informacije od senzora, LCD displej i tasteri.

Anđela Kocić sa modula Elektronske komponente i miskoristemi, Elektronski fakultet, Univerzitet u Nišu, Aleksandra Medvedeva 14, 18000 Niš, Srbija, E-mail: andjela.kocic@elfak.rs

II. Linearni izvor napajanja

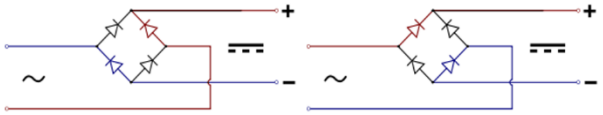
Izvor jednosmernog napona napajanja predstavlja neophodni element svakog elektronskog uređaja. Njegov zadatak se sastoji u tome da naizmenični napon iz mreže pretvori u stabilisani jednosmerni napon određene vrednosti pri čemu će se očuvati imunost izlaznog signala na varijacije mrežnog napona. Osnovna blok šema ovakvog izvora napajanja je prikazana na slici 1.



Slika 1. Blok dijagram linearnog izvora napajanja.

Osnovna karakteristika ispravljačkog bloka linearnih izvora napajanja je prisustvo transformatora u ispravljačkom bloku. Na ulaz se dovodi mrežni napon. Transformator se bira tako da mu je efektivna vrednost napona na sekundaru približno jednaka željenom izlaznom naponu.

Transformisani napon se sa sekundara dovodi na ulaz ispravljača. Ispravljač se može realizovati na više načina a jedna od mogućnosti je pomoću Grecovog spoja. Na slici 2. prikazan je princip rada Grecovog spoja [1].

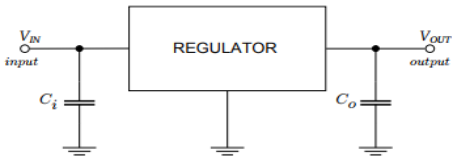


Slika 2. Princip rada grecovog spoja.

Na izlazu ispravljača se pojavljuje ispravljeni napon sa izvesnim padom napona na diodama. Napon koji se pojavljuje na izlazu ispravljača se dovodi do filtarskog bloka koji se najčeše sastoji od jednog elektrolitskog kondenzatora. Kada napon na izlazu ispravljača počne da opada, kondenzator počinje da se prazni sve dok napon ne počne ponovo da raste, kada kondezator počinje da se puni. Na taj način se na izlazu filtarskog bloka dobija relativno ispravljen napon koji periodično varira što je posledica pomenutog punjenja i pražnjenja kondenzatora.

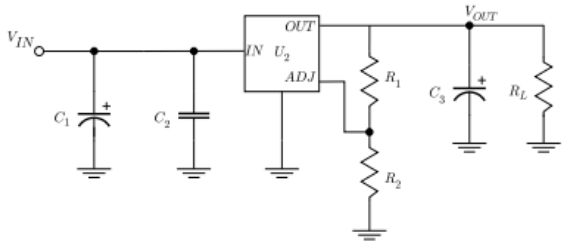
Naponski regulator je kolo koje izlazu daje stabilisan napon. Na slici 3. je prikazana tipična konfiguracija

stabilizatora sa fiksnim izlaznim naponom. Kondenzator C_i ima ulogu da spreči eventualna oscilovanja u kolu, dok kondenzator C_o ima ulogu dodatnog filtriranja.



Slika 3. Naponski regulator.

Regulatori napona postoje i u varijantama sa promenljivim izlazim naponom. Takvi regulatori imaju dodatni izlaz ADJ (adjustable) preko koga se formira naponski razdelnik. Između izlaza OUT i ADJ, na otporniku R_1 se pojavljuje referentni napon V_{REF} dok se izlazni napon određuje pomoću relacije: $V_{OUT} = V_{REF}(1+R_2/R_1)$. Tipična vrednost referentnog napona je 1.25 V. Izborom otpornika R_1 i R_2 mogu se dobiti različiti izlazni naponi. Otpornik R_2 se može zameniti potenciometrom čime se dobija izvor sa promenljivim izlaznim naponom.



Slika 4. Regulator sa promenljivim izlaznim naponom.

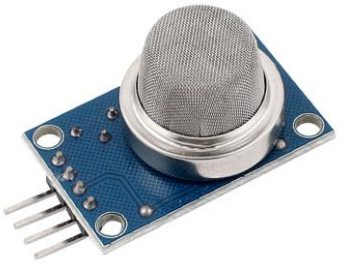
III. SENZORSKA STANICA

Arduino Nano je razvojno okruženje zasnovano na mikrokontroleru Atmega328P. Programira se korišćenjem razvojnog okruženja Arduino Software (IDE). Funkcioniše u opsegu napona 1.8 – 5.5 V i na temperaturama 40 °C do 85 °C. Raspolaže SPI – om, tj. Serijskim Perifernim Interfejsom za brzu serijsku razmenu podataka sa perifernim uređajima ili drugim mikrokontrolerima. Ima 14 digitalnih ulaza / izlaza (od kojih se 6 može koristiti kao PWM izlaz), 8 analognih ulaza, jedan 16 MHz kristal oscilator.



Slika 5. Arduino nano [2].

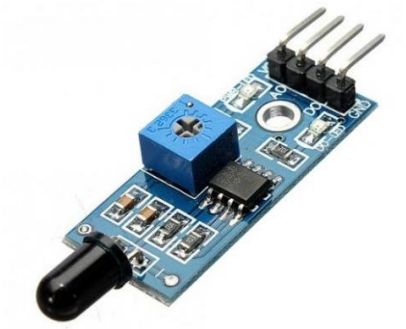
MQ2 senzor gasa služi za detekciju metana i pripada seriji senzora koja je jedna od najčešće korišćenih. Ukoliko je potrebno preciznije meriti gasove i znati njihovu tačnu koncentraciju u vazduhu, peporučjivo je koristiti samostalni senzor bez modula. MQ2 senzor može meriti gasove kao što su alkohol, propan, hidrogen i metan [3]. Merenja su precizna posebno zbog postojanja analognog pina a napaja se na +5 V što ga čini kompatibilnim sa većinom mikrokontrolera.



Slika 6. MQ2 senzor gasa [4].

Ovo je elektromehanički senzor koji menja svoju otpornost za različite koncentracije gasova. Paralelno je vezan sa potenciometrom da bi mogla da se menja osetljivost na gasove.

YS-17 senzor plamena i temperature je osetljiv na IR talase i detektuje prisustvo vatre ili drugog izvora infracrvene svetlosti talasne dužine od 0.76 μm do 1.1 μm. Na njemu se nalazi fotodioda koja detektuje svetlo i LM393 sa operacionim pojačavačima, uz pomoć koga se kontroliše osetljivost senzora. Maksimalna udaljenost plamena koji se detektuje je 1 m a ugao 60 stepeni. Na njemu se nalazi LE dioda za indikaciju rada. Ukoliko se detektuje plamen, njegov digitalni pin će biti na visokom naponskom nivou.

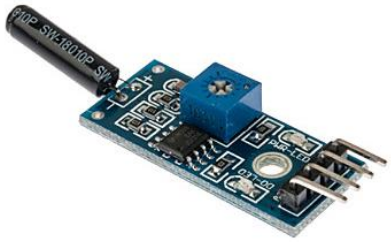


Slika 7. YS-17 senzor plamena i temperature [5].

Prilikom postavljanja ovog senzora, mora se uzeti u obzir i njegova lokacija i razmišljati šta senzor zapravo „vidi“. To će u velikoj meri odrediti maksimalnu daljinu izvora IR svetlosti koju može detektovati.

Senzorom vibracije i potresa SW-420 mogu se detektovati veoma male vibracije i to čak prvi pokreti pre zemljotresa ili usled otkazivanja industrijskih mašina. Bitne

osobine senzora vibracija su: oblast merenja, opseg frekvencija vibracija koje se mogu detektovati, tačnost, osetljivost i uslovi okoline.



Slika 8. Senzor vibracije i potresa SW-420 [6].

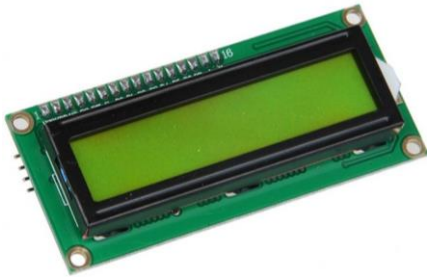
433MHz RF predajnik je jedan od dva potrebna modula za ostvarivanje RF komunikacije između dva uređaj. Služi za slanje signala koji je namenjen prijemniku. Uslov za ostvarenje komunikacije nije optička vidljivost pa je bio pogodan izbor za potrebe ovog rada. Ipak postoji par uslova koji se moraju ispuniti – komunikacija se može ostvariti samo na određenoj udaljenosti i postoji ograničenje u količini podataka koja se može poslati u istom vremenskom trenutku.



Slika 9. RF predajnik [7].

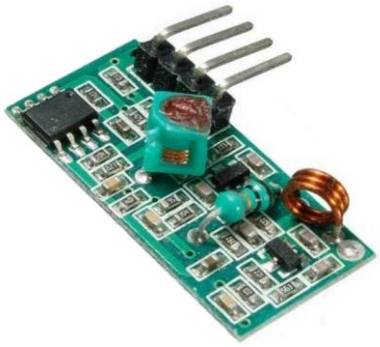
IV. KONTROLNA STANICA

U ovom radu je korišćen displej 16x02. Iz naziva se vidi da ima mogućnost prikazivanja po 16 karaktera u dva reda. Može se koristiti kao displej sa osam ili četiri porta. Namena im je prikazivanje informacija ili kao interfejs za komunikaciju između korisnika i uređaja.



Slika 10. LCD displej [8].

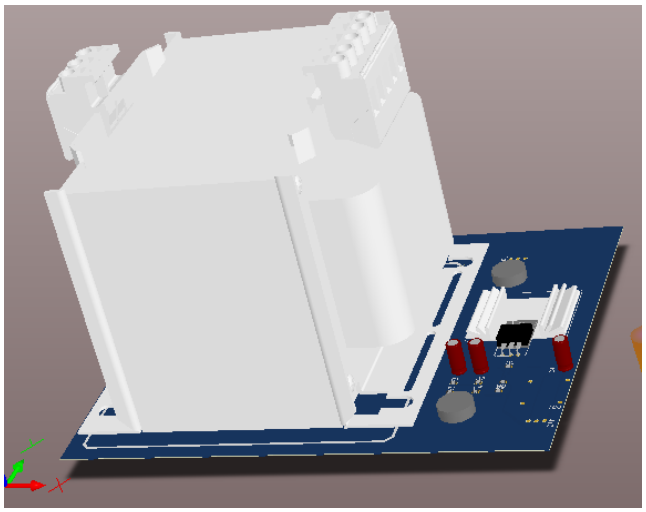
Pored RF predajnika, druga komponenta neophodna za RF komunikaciju je prijemnik. On serijski prima informacije koje se bežično šalju predajnikom. Da bi se prijem informacija ostvario, neophodno je da predajnik i prijemnik rade na istoj frekvenciji.



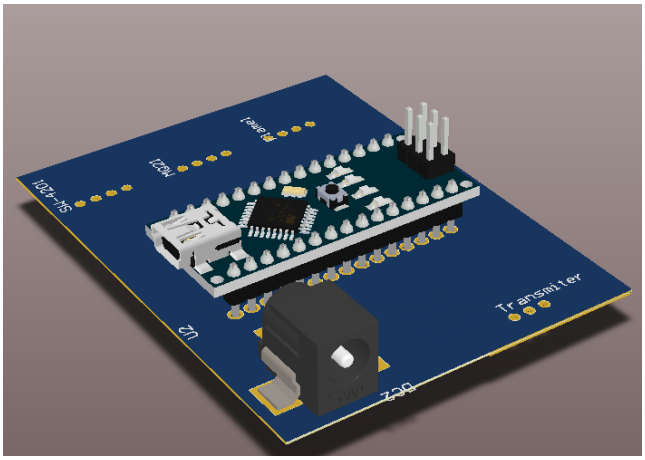
Slika 11. RF prijemnik [9].

IV. PROJEKTOVANJE PCB-A

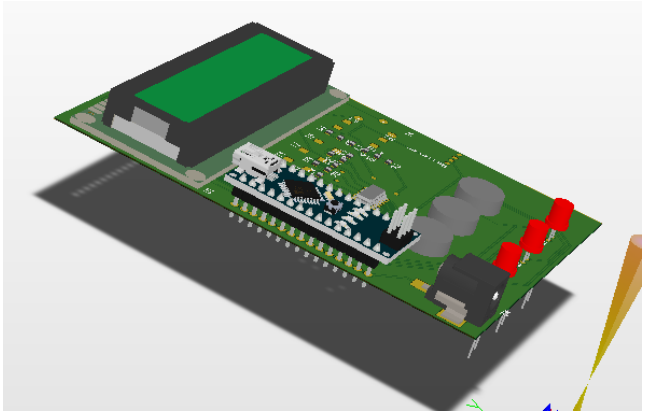
Ovaj sistem se sastoji od tri zasebne funkcionalne celine što je zahtevalo da se one i fizički zasebno realizuju, te su dizajnirane tri pločice. Projektovanje je obavljeno u softverskom okruženju *Altium Designer* [10]. Većina komponenata koje su korišćene ne postoje u standardnim bibliotekama *Altium Designera*, pa je napravljena biblioteka sa novim komponentama. Neke komponente su pravljene potpuno nove (*symbol, footprint, 3D model*), a neke su korišćene iz standardnih biblioteka pa su im samo pridruženi *footprint* i *3D model* tj. iskorišćen je već gotov simbol. U biblioteci se takođe nalaze informacije o svakoj iskorišćenoj komponenti, pa je po potrebi moguće izvući BOM (*Eng. Bill Of Materials*) fajl u kome je spisak svega potrebnog za fizičku izradu ovog PCB-a. Na slikama se mogu videti 3D prikazi linearnog izvora napajanja, senzorske stanice i kontrolne jedinice.



Slika 12. 3D prikaz linearnog izvora napajanja projektovanog u *Altium Designer*-u.



Slika 13. 3D prikaz senzorske stanice projektovane u *Altium Designer*-u.



Slika 14. 3D prikaz kontrolne jedinice projektovane u *Altium Designer*-u.

Takođe je dostupan Gerber – standardni format koji se sastoji od 2D binarnih vektora a koristi se u industriji za tačno predstavljanje slojeva, maski i veza na PCB pločici.

V. Zaključak

I pored preduzimanja sveobuhvatnih mera za siguran i bezbedan rad, u pojedinim situacijama dolazi do incidenata. Svaka rudarska aktivnost može ponekad da poremeti susedne rezervoare prirodnog gasa, dovodeći do neželjenog ispuštanja metana, koje može biti dvostruko od onog očekivanog iz ugljenog sloja. Takve situacije mogu biti identifikovane u ranim fazama. Projektovanje ovakvog uređaja može pomoći da se broj tih nesreća smanji, a ljudi koji su izloženi njima budu bezbedniji.

Zahvalnica

Autor se zahvaljuje mentoru doc. dr Danijelu Dankoviću.

Literatura

[1] Grecov spoj, http://www.otpornik.com/elektronika/komponente/grecov-spoj.html
[2] Ardino nano, https://store.arduino.cc/arduino-nano
[3] Working with MQ2 senzor, https://www.bootcamplab.com
[4] MQ2 senzor gasa, http://wiki.seeedstudio.com/Grove-Gas_Sensor-MQ2/
[5] YS-17 senzor plamena i temperature, https://www.hellasdigital.gr/electronics/sensors/temperature-sensors/ys-17-flame-sensor5mm/?sl=en
[6] Senzor vibracije i potresa: http://wiki.seeedstudio.com/Grove-Vibration_Sensor_SW-420/
[7] 433Mhz RF predajnik, http://www.mantech.co.za/datasheets/products/43
[8] LCD displej, https://circuitdigest.com/article/16x2-lcd-display-module-pinout-datasheet
[9] 443MHz Prijemnik, https://components101.com/433-mhz-rf
[10] Altium Designer, https://www.altium.com/altium-designer/

Realizacija pametnog ogledala pomoću Raspberry Pi

Bogdan Živković

Sadržaj – Pametna ogledala iz dana u dan sve su više zastupljena i već su zauzela mesto u budućim tehnologijama. Interaktivna ogledala mogu da zamene pametne telefone. Pomoću mini računara, kao što je Raspberry Pi, pametnim ogledalima omogućena je internet komunikacija uz koju se na ogledalima mogu prikazivati informacije sa interneta. Ovaj rad predstavlja realizaciju pametnog ogledala uz prikaz informacija kao što su vesti, tačno vreme, vremenska prognoza, kalendar i notifikacije uz komunikaciju sa pametnim telefonom. U cilju uštede energije, monitor pametnog ogledala uključuje se samo u prisustvu korisnika. Za detekciju pokreta korišćen je PIR senzor.

I. UVOD

Svet oko nas se stalno menja. Sa napretkom nauke i tehnologije, krećemo se ka automatizovanijem načinu života. Imamo pametne gradove, pametne telefone, pametne automobile i još mnogo toga. Brz način života zahteva razvoj projekata kućne automatizacije. Sistemi kućne automatizacije su uglavnom kreirani pomoću inteligentnih IoT (Internet of Things) uređaja. IoT je integrisani sistem komunikacionih uređaja u kojima je svaki uređaj sposoban da samostalno izvršava zadatke [1]. U takve sisteme svrstavamo i pametna ogledala.

Zbog savremenog načina života i automatizovanih kuća javila se potreba za pametnim ogledalima. To je dvosmerno ogledalo sa elektronskim displejem iza stakla. Važno je napomenuti višestruku ulogu pametnog ogledala jer ogledalo ne gubi svoju prvobitnu namenu, dok pri tome pruža dodatne informacije korisniku.

U ovom radu predstavljen je način realizacije pametnog ogledala pomoću Raspberry Pi 3 i PIR senzora. Faze kroz koje je potrebno proći prilikom realizacije ovog projekta su: instalacija Rasbian operativnog sistema na SD kartici, instalacija programskog paketa MagicMirror^2 [4], povezivanje monitora, definisanje modula koji se prikazuju na ekranu, povezivanje PIR senzora, podešavanje PIR senzora korišćenjem Python programskog jezika, estetski izgled i dizajn. Magic Mirror može da koristi lokaciju korisnika za prikazivanje vremena i da pristupa informacijama sa Interneta pomoću WiFi-a.

Struktura rada sastoji se iz šest delova. Nakon uvoda, u drugom delu rada opisan je Raspberry Pi mini računar sa svojim karakteristikama. Treći deo predstavlja opis PIR senzora kao i njegovu ulogu pri realizaciji pametnog ogledala. Četvrtni deo obuhvata proces instalacije pametnog ogledala, kao i definisanje podešavanja modula koji se prikazuju na ekranu monitora. U petom delu opisane su mogućnosti dizajna i estetike samog ogledala, ali akcenat ovog rada je na samoj tehnologiji koja je primenjena pri realizaciji pametnog ogledala. Završni deo rada dat je u šestom delu kao zaključak.

Bogdan Živković, student Elektronskog fakulteta u Nišu, studijski program Elektronika i mikrosistemi, Aleksandra Medvedeva 14, 18000 Niš, Srbija, E-mail: zivkovic.bogdan@elfak.rs

II. RASPBERRY PI

Raspberry Pi je mini računar koji ima za cilj dodatno obrazovanje studenata računarskih nauka. Raspberry Pi je zasnovan na Broadcom čipu sa ARM procesorom i integrisanim VideoCore IV GPU (Graphical Processing Unit). Radni takt procesora se kreće od 700 MHz do 1.2 MHz, a RAM memorija je veličine od 256 MB do 1 GB, u zavisnosti od modela. SD kartice se koriste za smeštanje operativnog sistema, kao i programske memorije. Na većini RPi uređaja postoji od 1 do 4 USB porta, HDMI, kompozitni audio/video izlaz, 3.5 mm audio priključak. Na ploči je i 40-pinski konektor sa rasterom od 2.54mm preko koga je omogućen pristup ka 27 GPIO (General-purpose input/output) pinova. Neki modeli, kao što je model RPi 3-B koji je korišćen u radu (slika 1), imaju RJ45 Ethernet port, kao i inegrisan WiFi 802.11n i Bluetooth 4.1. Ovaj model je odabran zbog svoje dostupnosti i jednostavnog načina postavljanja bežičnih opcija.



Slika 1. Prikaz Raspberry Pi model 3-B.

III. PIR SENZOR

Senzor je uređaj koji meri određene veličine i konvertuje ih u signal čija je vrednost razumljiva posmatraču ili instrumentu. Senzori su danas u veoma širokoj upotrebi. Možemo ih prepoznati u mnogim javnim objektima, alarmnim sistemima, automobilima, mobilnim telefonima, itd.

PIR (Pyroelectric Infrared Radial) senzor služi za detekciju pokreta pomoću infracrvenog zračenja. Sastavni deo PIR senzora je Fresnelovo sočivo koje služi da usmeri infracrvene zrake na piroelektrični senzor u cilju poboljšanja osetljivosti PIR senzora. U ovom radu korišćen je senzor sa oznakom HC-SR501, koji je prikazan na slici 2.



Slika 2. Prikaz PIR senzora.

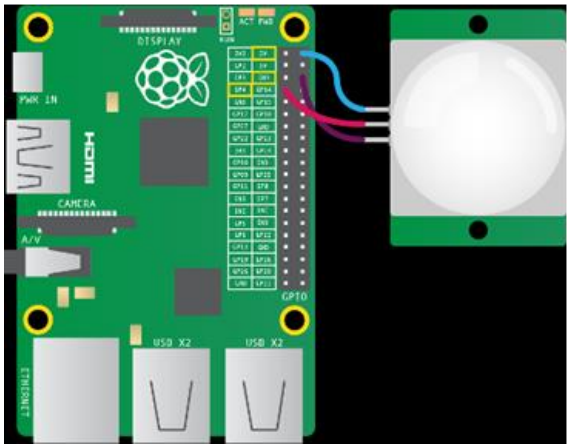
PIR senzori su komplikovaniji od mnogih drugih senzora jer postoji više varijabli koje utiču na ulaz i izlaz senzora. PIR senzor ima dva otvora na sebi, svaki slot je izrađen od specijalnog materijala koji je osetljiv na infracrveno zračenje. Kada je senzor u stanju mirovanja, oba otvora prihvataju istu količinu infracrvenog zračenja, ambijentalnu količinu koja se emituje iz sobe ili zidova ili na otvorenom prostoru. Kada prolazi toplo telo poput čoveka ili životinje, prvo presreće jednu polovinu PIR senzora, što uzrokuje pozitivnu diferencijalnu promenu između dve polovine. Kada toplo telo napusti područje koje pokriva senzor, događa se obrnuto, pri čemu senzor stvara negativnu diferencijalnu promenu [2].

Povezivanje PIR senzora

Povezivanje senzora sa Raspberry Pi se ostvaruje pomoću žica. Na ploči PIR senzora smeštena su 3 pina, za uzemljenje, napajanje i digitalni izlazni impuls. Potrebno je na ploči Raspberry Pi-a pronaći koji GPIO pin odgovara određenom pinu na PIR senzoru. Raspbbery Pi 3 model B, koji je korišćen u ovom radu, se povezuje na način koji je prikazan na slici 3. Pin 2 se koristi za napajanje, pin 6 za uzemljenje, a pin 7 za dolazni impuls. Moguće je povezivanje PIR senzora sa Raspberry Pi uz pomoć dodatne ploče i dodatne opreme čime se omogućavaju bolje performanse PIR senzora, samim tim i realizacija složenijih projekata.

U ovom radu PIR senzor se koristi zbog uštede energije. Ideja je da se monitor pametnog ogledala uključuje kada se osoba pojavi ispred ogledala. Način na koji se to ostvaruje je mogućnost da se pomoću određenih komandi može uključivati i isključivati HDMI port na Raspberry Pi-u. Kada osoba napusti područje koje pokriva senzor monitor se isključuje nakon određenog vremena.

Pri podešavanju PIR senzora za potrebe uključivanja i isključivanja HDMI porta, prvi korak je definisanje komandi *monitor on* (uključivanje HDMI porta) i *monitor off* (isključivanje HDMI porta) uz pomoć terminala. Drugi korak je pisanje koda u programskom jeziku Python koji povezuje ove komande sa dolaznim impulsom koji PIR senzor šalje na pin 7. Ukoliko PIR senzor detektuje infracrveno zračenje i GPIO pin 7 dobija informaciju od senzora da je zračenje detektovano pokreće se komanda *monitor on*. Treći korak je podešavanje ovog programa tako da se automatski pokreće prilikom uključivanja Raspberry Pi-a.



Slika 3. Prikaz povezanog PIR senzora (https://projects.raspberrypi.org/en/projects/physical-computing/13).

IV. INSTALACIJA I MODIFIKACIJA PAMETNOG OGLEDALA

Pametno ogledalo predstavlja interfejs koji pruža platformu za pristup informacijama i uslugama prenosa podataka na personalniji način [3]. Ovaj projekat ima za cilj da doprinese dizajnu i implementaciji interfejsa pametnog ogledala, kao i automatizaciji kućnog okruženja u kojem korisnik može da interaguje sa interfejsom ogledala.

Instalacija pametnog ogledala izvršena je pomoću posebne komande [4] koja se unosi u terminalu operativnog sistema koji koristi Raspberry Pi. Metod za automatsko pokretanje pametnog ogledala prilikom startovanja sistema definiše se u nekoliko koraka. Prvi korak je instalacija programa PM2. Drugi korak je kreiranje posebne skripte u kojoj se definiše interakcija između softvera pametnog ogledala i programa PM2. Treći korak je pokretanje pametnog ogledala pomoću komande *pm2 start mm.sh*.

Podešavanje modula

Nakon instalacije MagicMirror[2], u fajlu *config.js* moguće je vršiti modifikacije svih modula koji će biti prikazani na ogledalu. Moduli koji su podešeni u ovom

radu su: tačno vreme, trenutna temperatura, vremenska prognoza, komplimenti, vesti, kalendar, notifikacije sa smart telefona. Svakom modulu, pored svih parametara, moguće je promeniti i mesto na ekranu.

Modul za vreme je direktno povezan sa vremenskom zonom koja se podešava u glavnim podešavanjima Raspberry Pi-a. Podešavanjem vremenske zone na UTC/GMT +02:00 obezbeđen je prikaz tačnog vremena u Srbiji.

Moduli za trenutnu temperaturu i vremensu prognozu koriste mogućnost uzimanja informacija sa interneta. Sajt za vremensku prognozu [5] pruža mogućnost uzimanja podatka vremenske prognoze za određeno mesto, pomoću ID određene lokacije i API ključa. Oba modula podešena su na isti način. U ovom radu korišćeni su podaci za Niš. Modul za trenutnu temperaturu takođe prikazuje brzinu vetra, vreme izlaska i vreme zalaska sunca.

Modul za komplimente je definisan tako da u zavisnosti od dela dana prikazuje određen tekst. Tako da kada je jutro na ekranu se prikazuje „Dobro jutro“, kada je podne prikazje se „Dobar dan“, a kada je veče prikazuje se „Dobro veče“.

Modul za vesti, kao i modul za vremensku prognozu, koristi internet za uzimanje informacija sa sajtova. U ovom primeru vesti se prikazuju na srpskom jeziku sa sajta [6]. Moguće je definisati više sajtova sa kojih će vesti biti prikazivane.

Modul kalendar takođe koristi komunikaciju sa internetom. Mogu se kombinovati više kalendara. Potrebno je napraviti ili iskoristiti već napravljen kalendar sa ekstenzijom *.icl*. U ovom primeru koristi se pravoslavni kalendar sa praznicima i kalendar utakmica fudbalskog kluba Liverpul.



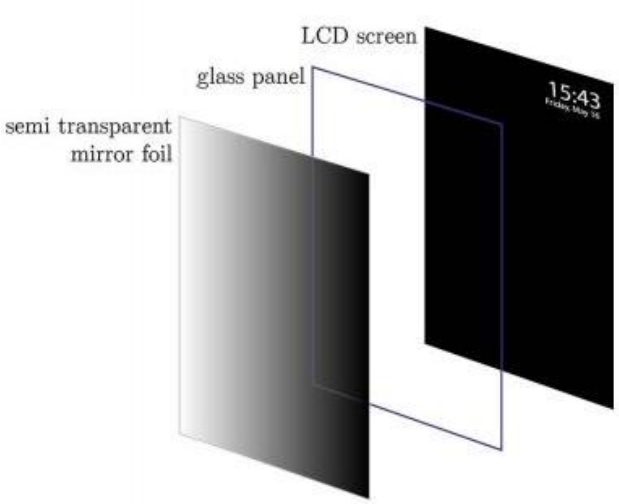
Slika 4. Izgled ekrana monitora nakon isntalacije i podešavanja svih modula.

Za modul notifikacije potrebno je prvo pokrenuti komandu (git clone https://github.com/maliciousBanjo/PushBulletNotes.git) za njegovo instaliranje u direktorijumu pametnog ogledala. Sledeći korak je instalacije aplikacije „Pushbullet“ na mobilnom telefonu. Nakon uspešnih instalacija potrebno je pronaći API ključ u aplikaciji na telefonu, a zatim u podešavanju modula pametnog ogledala upisati taj ključ kako bi se ostvarila komunikacija između telefona i ogledala. Pametno ogledalo nakon završenog podešavanja svih modula prikazano je na slici 4.

V. Dizajn i estetika

Nakon završene instalacije i podešavanja svih modula potrebno je napraviti kutiju za smeštaj monitora, Raspberry Pi-a, pir senzora i dodatnih kablova. U ovom radu nije akcenat na estetici samog ogledala, već na njegovoj tehnologiji.

Osim kutije potrebno je napraviti efekat refleksije ogledala. To se može ostvariti lepljenjem transparentne folije sa efektom ogledala na staklenu površinu (slika 5). Na taj način se postiže da ogledalo ujedno propušta svetlost koju emituje ekran monitora čime se postiže i efekat refleksije ogledala.



Slika 5. Prikaz postizanja efekta ogledala i propuštanja svetlosti koju emituje ekran monitora (https://dl.gi.de/bitstream/handle/20.500.12116/3245/2017_DEMO_286.pdf?sequence=1&isAllowed=y).

VI. Zaključak

U ovom radu opisan je način realizacije pametnog ogledala pomoću Raspberry Pi-a i dodatnih komponenti. Pomoću pametnog ogledala moguće je olakšati svakodnevni način života. Automatizovane kuće predstavljaju budućnost i biće sve zastupljenije, kao i pametna ogledala u njima.

Mogućnosti nadograđivanja pametnog ogledala su velike. Raspberry Pi i način njegovog funkcionisanja omogućava da se pametna ogledala što više prilagođavaju potrebama krajnjih korisnika. Ovaj rad ima za cilj da poveća ljudsku svest o primenama pametnih ogledala.

LITERATURA

[1] Jose J., Chakravarthy R., Jacob J., Masood Ali M., D'souza S. M. (2017): *Home Automated Smart Mirror as an Internet of Things (IoT) Implementation - Survey Paper*, International Journal of Advanced Research in Computer and Communication Engineering, ISO 3297:2007 Certified, Vol. 6, Issue 2, February 2017.

[2] Lady Ada (2017): *PIR Motion Sensor*, Adafruit learning system, http://www.fecegypt.com/uploads/dataSheet/1480857634_pir-passive-infrared-proximity-motion-sensor.pdf

[3] Chandel S., Mandwarya A., Ushasukhanya S. (2018): *IMPLEMENTATION OF MAGIC MIRROR USING RASPBERRY PI 3*, International Journal of Pure and Applied Mathematics, Volume 118 No. 22 2018, pp. 451-455

[4] MagicMirror^2, https://magicmirror.builders/

[5] https://openweathermap.org/

[6] http://livecache.rts.rs/page/stories/sr/rss.html

Primena gemifikacije u stvaranju zdravih navika

Marko Nikolić

Sadržaj – U ovom radu biće detaljnije opisan pojam gemifikacije i njena primena, dok je kao praktični primer realizovana Android aplikacija „Podsetnik za ispijanje vode“. Cilj projekta je da se primenom gemifikacije korisnicima pomogne u stvaranju te zdrave navike - redovnog unošenja vode.

I. UVOD

Gemifikacija [1, 2, 3] je relativno nov pojam koji se sve češće sreće u mnogim poljima savremenog života i, kao što sam naziv asocira, upućuje na vezu sa jednom od najrasprostranjenijih pojava današnjice, igranjem video igara. Statistika pokazuje da je prosečan „gejmer“, tj. strastveni igrač video igrica star 30 godina, a čak 37% ih je starije od 35 godina. Od ukupnog broja, 47% „gejmera“ čine žene. Međutim, važno je napomenuti i da 97% dece od 12 do 17 godina redovno igra video igrice. Svako ko je bar jednom probao i odigrao neku zanimljivu video igricu do kraja, osetio je uzbuđenje, posvećenost, radost i želju da nastavi da igra, bude bolji, takmiči se sa računarom ili drugim igračima, pobedi i, naravno, zabavi se. U toku igranja video igrice čovekov mozak luči hemijsku supstancu dopamin koja se stvara kad čovek doživljava prijatna iskustva. Uprkos neuspesima, frustracijama i preprekama, igranje igrica je prijatno iskustvo koje čovek želi ponovo da doživi. U osnovi celog koncepta gemifikacije je pokušaj da se ovaj osećaj stvori i u kontekstima koji nisu video igra, u kojima ljudi ne uživaju, pokušaj pronalaženja načina da se ljudi motivišu da nešto rade sa više volje i želje.

U ovom radu biće detaljnije opisan pojam gemifikacije i njena primena, dok je kao praktični primer realizovana Android aplikacija „Podsetnik za ispijanje vode“. Cilj projekta je da se primenom gemifikacije korisnicima pomogne u stvaranju te zdrave navike - redovnog unošenja vode.

U daljem tekstu će u drugom delu najpre biti definisan i bliže objašnjen pojam gemifikacije a zatim i razlika između igrica i gemifikacije. Nakon trećeg dela, u kome su prikazani primeri primene gemifikacije, u četvrtom delu dat je opis problema i kratak uvod u aplikaciju kojom se problem može rešiti.

Peti deo se odnosi na softverski deo, odnosno tok i implementaciju Android aplikacije.

Na kraju, u zaključku, dat je kratak osvrt na celokupan rad i opisane su glavne prednosti i nedostaci kod ovog rešenja.

Marko Nikolić je student master studija na smeru Računarstvo i informatika, Elektronski fakultet, Univerzitet u Nišu, Aleksandra Medvedeva 14, 18000 Niš, Srbija, E-mail: nikolicmarko93@gmail.com

II. RAZLIKA IZMEĐU IGRICA I GEMIFIKACIJE

Najjednostavnija definicija gemifikacije je da ona predstavlja upotrebu elemenata i tehnika za kreiranje video igrice u kontekstu koji nije video igrica. To je učenje uz pomoć video igrica, ali ne učenje o samim igricama ili njihovo korišćenje, već razumevanje onoga što ih čini zanimljivim, uspešnim i moćnim i primena tih saznanja u kontekstu koji nije sama video igrica. Gemifikacija je pojam koji se skoro našao u vokabularu kako akademske, tako i stručne javnosti. Iako je gemifikacija vrlo brzo stekla veliku popularnost, nije je lako definisati. Problem definisanja gemifikacije se javlja zbog toga što autori dolaze iz različitih disciplina i zbog toga se ona različito posmatra u odnosu na igre i „ozbiljne“ igre. Deterding sa kolegama [4] definiše gemifikaciju kao korišćenje dizajn elemenata koji su karakteristični za igre u kontekstu koji nije igra. Zichermann i Cunningham [5] definišu gemifikaciju kao primenu procesa razmišljanja poput igre i mehanike igre kako bi se angažovali korisnici i rešili problemi. Autor koji definiše gemifikaciju iz ugla treninga i obrazovanja [6] navodi da je gemifikacija korišćenje mehanike i estetike bazirane na igrama kako bi se angažovali ljudi, motivisalo na akciju, promovisalo učenje i rešavali problemi. Još uvek se vodi debata o tome da li gemifikacija može biti igra. Werbach i Hunter [7] su izričiti da rezultat gemifikacije ne može biti igra, već je to proces koji ima elemente igre ali ne poseduje igranje. Ako proces poseduje i igranje, onda je to „ozbiljna“ igra.

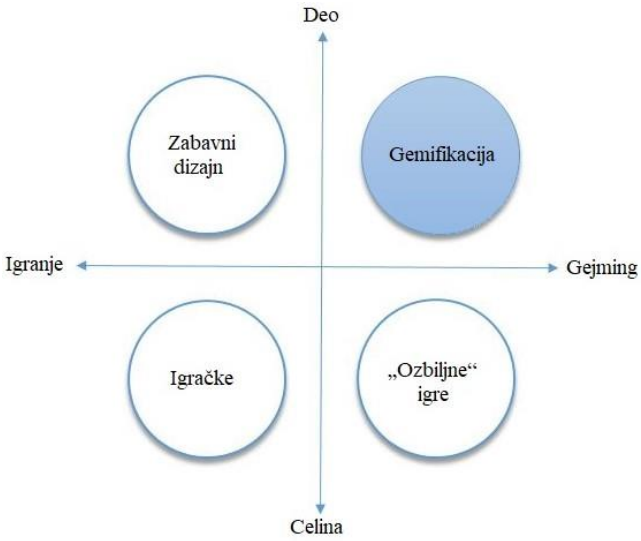


Slika 1. Gemifikacija.

Očigledno je da igrica kao što je Fifa nije isto što i gemifikacija. Gemifikacija je upotreba elemenata igrica izvan same igrice. Kompletna video igrica nije gemifikacija. Hajneken je razvio igricu pod nazivom „Zvezda“ (eng. Star Player) tako da još više poveže gledaoce Lige Šampiona sa njihovim brendom. Iako je ovo veoma uspešna igrica koja dosta doprinosi njihovoj promociji, to je ipak kompletna igrica, a ne gemifikacija.

Pored kompletnih igara postoji i nekoliko drugih pojmova koji se lako mogu pomešati sa gemifikacijom. „Ozbiljne“ igre i zabavni dizajn imaju neke veze sa

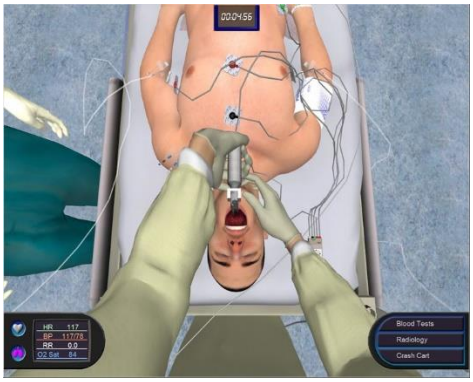
gemifikacijom, ali su u stvari nešto sasvim drugo. O njima će biti reči u daljem tekstu. Da bi se napravila jasna razlika među pojmovima u ovoj oblasti, na slici 2 je prikazana matrica sa sličnim konceptima u odnosu na gemifikaciju.



Slika 2. Gemifikacija između igranja i gejminga, delova i celine.

A. „Ozbiljne“ igre

Igricu opisuju pravila, ograničenja, smisleni izbori i rad na ostvarenju cilja, dok uglavnom ovi elementi izostaju u igranju. „Ozbiljne“ igre su podkategorija igara za koje je najvažniji cilj izvan same igre. To može biti obuka pilota sa igricom simuliranja letenja, ili obuka doktora i hirurga sa medicinskim simulatorom „Puls“, koji je prikazan na slici 3.



Slika 3. „Puls“ igrica.

B. Igračke

Igračke su na levoj strani spektra. One nude potpuno iskustvo umesto da koriste samo delove igara. Ipak ne postoje konkretni ciljevi, pravila ili smisleni izbori koji ga čine igrom. Lego je odličan primer. Ako se doda element takmičenja, igračka će najverovatnije postati igra.

C. Zabavni dizajn

Zabavni dizajn ne nudi potpuno iskustvo igranja, koriste se samo određeni elementi igre. Takođe, kod zabavnog dizajna nema specifičnih ciljeva, pravila ili smislenih izbora koji bi ga učinili igrom ili gemifikacijom. Zabava je tu najvažniji element.

D. Gemifikacija

Gemifikacija je na desnoj strani spektra. Ne nudi potpuno iskustvo igranja ali se koriste neki elementi igre. Iako ponekad postoji zabuna između gemifikacije i zabavnog dizajna, postoji jasna razlika: Gemifikacija nudi jasan i specifičan cilj svojim korisnicima i ima pravila i ograničenja koje ga čine nalik igri. Izazov je da se postignu postavljeni ciljevi. Dodavanje elemenata igre specifičnom cilju, čini postizanje ličnih ciljeva mnogo zabavnijim.

III. PRIMERI PRIMENE GEMIFIKACIJE

Poslednjih godina sistem gemifikacije je primenjivan u obrazovanju, ali i u oblastima kao što su zdravlje, internet marketing, u raznim oblicima poslovanja kao i u stvaranju zdravijih i boljih navika. Ovaj brzi razvoj gemifikacije i njena primenljivost u različitim oblastima, povećala je zainteresovanost istraživača za ovu oblast. U daljem tekstu biće prikazano par primera primene gemifikacije u raznim oblastima.

A. Kahoot!

Kahoot! [8] je jednostavan i intuitivan web alat namenjen izradi i igranju kvizova. Ovaj interaktivni alat koristi elemente učenja kroz igru. Prilagođen je svim uzrastima i svako ko poseduje telefon ili laptop i internet konekciju može pristupiti kvizu. Profesor bira i otvara željeni kviz na računaru i prikazuje ga uz pomoć projektora. Nakon što se odabere opcija pojedinačnog ili timskog igranja, prikazuju se pitanja. Studenti ili učenici u svoje telefone upisuju pin igre i svoj nadimak. Kada su se svi uključili u igru, što profesor može proveriti po nadimcima igrača ispisanim na velikom platnu, igra kreće. Pitanja se prikazuju na velikom platnu, a nakon 5 sekundi vidljivi su i ponuđeni odgovori. Svaki odgovor označen je simbolom druge boje i oblika. Studenti ili učenici na svojim uređajima imaju prikazane samo te simbole (bez teksta), i biraju ono polje koje označava odgovor kojeg smatraju tačnim. Kada svi igrači ponude odgovore ili kada istekne vreme, na velikom platnu se prikaže tačan odgovor. Uz njega, povratna informacija uključuje i broj tačnih odgovora, rang listu igrača i ukupan broj bodova svakog igrača ili tima, dok je na ekranima uređaja pojedinih učenika vidljivo da li je odgovor koji su ponudili tačan ili pogrešan. Takođe, vidljiv je i broj osvojenih bodova, plasman i rang lista prvih 5 učenika. Za svako sledeće

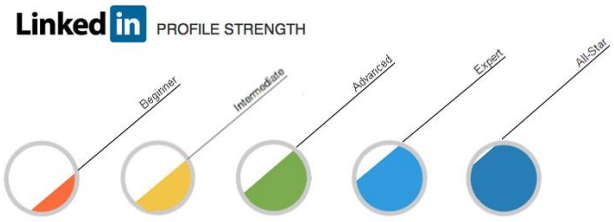
pitanje profesor mora kliknuti „Next“, čime može regulisati dinamiku igre, u zavisnosti od toga da li želi bliže pojasniti temu obrađenu u tom pitanju. Kahoot! ima niz prednosti i jedna od njih je ta što je veoma brzo i lako moguće kreirati pitanja bez potrebnog prethodnog informatičkog znanja. Pored toga, podstiče radnu atmosferu na času/predavanju jer dok odgovaraju na pitanja, od učenika ili studenta se pored znanja traži i brzina. Takođe, kod učenika podstiče takmičarski duh jer se kroz pregled top liste prvih pet najuspešnijih učesnika, koja se prikazuje posle svakog pitanja, vidi uspešnost učesnika kviza i na taj način povećava motivaciju.



Slika 4. Kahoot.

B. LinkedIn

LinkedIn [9] je poslovna društvena mreža koja je namenjena povezivanju poslodavaca i ljudi koji traže posao. Ova mreža zarađuje novac prodajom reklama. Novac se zarađuje kada korisnik otvori prikazanu reklamu. Ukoliko se korisniku prikazuju reklame koje njega interesuju, veća je verovatnoća da će iste pogledati i preuzeti dalje akcije poput instalacije neke aplikacije ili onlajn kupovine. Zato je veoma bitno za LinkedIn da dobro upozna svoje korisnike, a jedan od načina da ih upozna jeste da korisnici detaljno popunjavaju svoje profile. Korisnici će biti motivisani da redovno ažuriraju svoje profile i popune sve informacije koje nedostaju u želji da napreduju i postanu „All-Star“ korisnik. Još jedan dobar trik koji su iskoristili je način na koji je popunjen krug za jačinu profila. Kao što se može videti na slici 5, zadnji „All-Star“ krug nikada ne može biti potpuno ispunjen, što u prevodu znači da uvek postoji prostor za poboljšanje.



Slika 5. LinkedIn jačina profila.

C. Saobraćajna kamera sa lutrijom

Folksvagen-ov projekat „Teorija o zabavi“ proizveo je zanimljiv projekat koji utiče na promenu navika. Primenjena je gemifikacija u projektu pod nazivom „Saobraćajna kamera sa lutrijom“ [10]. Saobraćajna kamera sa lutrijom počinje jednim jednostavnim pitanjem: Zar ne bi bilo zabavnije i efikasnije nagrađivati ljude ako se drže dozvoljene brzine, a ne samo kažnjavati one koji se ne pridržavaju? Teorija je jednostavna - kamera koja beleži brzinu vozila nalazi se na raskrsnici kako bi snimala vozače koji prekrše propise, kao i one koji se ponašaju uzorno. Vozači koji prekorače dopuštenu brzinu dobijaju saobraćajnu kaznu, a prikupljeni novac ide u fond iz koga se, nasumičnim izvlačenjem (poput lutrije) nagrađuju vozači koji su svojim automobilima upravljali prema propisu. U Stokholmu je izvršen ovaj eksperiment i tokom istog prosečna brzina automobila smanjena je za 22% i samim tim smanjeno je i prekoračenje brzine.



Slika 6. Levo dozvoljena a desno prekoračena brzina.

IV. PRAKTIČNA REALIZACIJA GEMIFIKACIJE

Praktični primer kojim je upotrebljena gemifikacija u ovom radu je aplikacija „Podsetnik za ispijanje vode“. To je aplikacija koja, kao što sam naslov kaže, služi da korisnika iste podseća da ispija vodu redovno, tako što ga obaveštava u definisanom vremenskom intervalu. Svesni smo da je voda veoma bitna u zdravlju čoveka. Između 50 i 60 odsto ukupne telesne težine odlazi na vodu, a narušavanje te proporcije može da dovede do dehidratacije, koja opet može da uzrokuje brojne zdravstvene probleme. Voda je neophodna za dobro varenje, hidrataciju kože i čišćenje organizma od toksina, međutim još jedna stvar je veoma bitna, a to je vreme kada pijemo vodu. Ali kako da navedemo sebe da unesemo dovoljnu količinu tečnosti svakog dana? Neki od saveta mogu se naći u raznim časopisima. Ukoliko je najveći problem sa ispijanjem vode to što ljudi stalno zaboravljaju da se na ovaj način osveže, mogu pokušati da stalno uz sebe drže flašicu, što će ih navesti da konstantno i nesvesno piju bar po gutljaj. Još jedno od rešenja je da ljudi sami sebi postave cilj da u toku

dana popiju određen broj čaša vode i prate kako napreduju u ostvarivanju tog cilja.

Ovaj problem se još lakše može rešiti upotrebom aplikacije na mobilnom telefonu korišćenjem gemifikacije. U daljem tekstu biće više reči o tome.

V. APLIKACIJA „PODSETNIK ZA ISPIJANJE VODE“

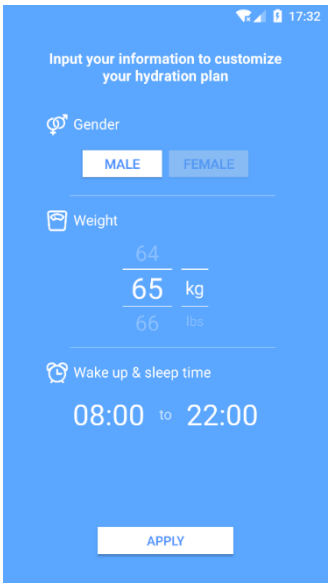
Ova Android mobilna aplikacija omogućuje precizan unos popijene količine vode. Za implementaciju aplikacije iskorišćene su dve aktivnosti (eng. activity), četiri fragmenta kao i par pomoćnih klasa. Prva aktivnost je početna stranica koja služi da korisnik unese osnovne podatke o sebi da bi se personalizovala aplikacija. Druga aktivnost predstavlja glavnu stranicu aplikacije. Na početku se uvek učitava glavni fragment na kome se nalazi glavna logika aplikacije. Pored tog fragmenta, moguće je još zameniti ga fragmentom koji služi za podešavanje podsetnika za ispijanje vode. Zatim, moguće je zameniti ga i fragmentom na kome se mogu videti razne statistike vezane za ispijanje vode. I na kraju fragment koji prikazuje dostignuća koja su otključana i ona koja nisu, kao i nivo do kog je korisnik stigao. Za čitanje i smeštanje informacija o stanju same aplikacije iskorišćena je pomoćna klasa koja koristi SharedPreferences interfejs. Pored toga, tu su i pomoćne klase za komunikaciju između fragmenta i klasa u aplikaciji, kao i pomoćna klasa za menjanje fragmenata u glavnoj stranici aplikacije. Naravno, tu je i klasa koja prima zahtev za oglašavanje i prikazivanje podsetnika kada se alarm okine.

U daljem tekstu uz pomoć slika iz aplikacije biće objašnjen tok aplikacije i detaljnije opisana implementacija.

A. Početna stranica

Prilikom prvog startovanja aplikacije pojavljuje se početna stranica koja služi da korisnik unese osnovne podatke o sebi da bi se personalizovala aplikacija. To se odnosi na postavljanje svoje kilaže, pola i vremena kad se podsetnik oglašava i kad će da prestane sa oglašavanjem. Na slici 7 se može videti izgled te stranice.

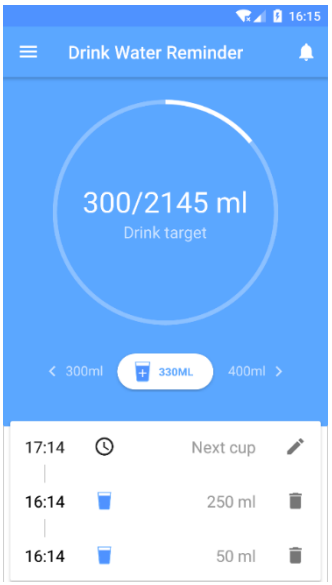
Počevši redom odozgo izbor pola, klikom na jedno ili drugo dugme, biva izabran. Zatim izbor kilaže je realizovan sa dva vertikalna slajdera, prvi je broj a drugi jedinica mase koja osim kilograma (kg) može biti i funta (lbs). Te informacije su bitne da bi se odredila količina vode na dnevnom nivou koju bi korisnik trebalo da unosi. To se dobija množenjem kilaže sa koeficijentom. Ukoliko je korisnik osoba ženskog pola kilaža se dobija množenjem koeficijentom 30, dok je kod muškaraca 33. Pored toga, potrebno je i izabrati vreme kada korisnik ustaje i leže da spava. To je potrebno iz razloga da podsetnik ne uznemirava korisnika dok spava. Klikom na jedan ili drugi tekst dobija se dijalog za izbor vremena, koje je ukoliko korisnik ne želi da menja postavljeno na 8 sati ujutru i 10 sati uveče. Nakon što korisnik izabere i popuni sve gorenavedene potrebne informacije, potrebno je da klikom na dugme „Apply“ zapamti promene i na taj način nastavi ka glavnoj stranici aplikacije.



Slika 7. Početna stranica aplikacije.

B. Glavna stranica

Nakon što je korisnik personalizovao aplikaciju, pokreće se glavna stranica a njen izgled se vidi na slici 8.

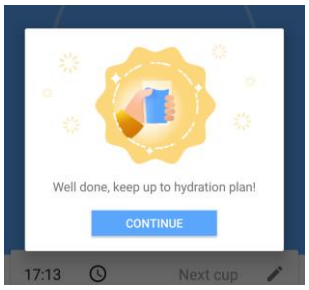


Slika 8. Glavna stranica aplikacije.

Počevši odozgo, najpre se mogu videti okrugli progres bar i tekst koji označavaju koliko vode je potrebno korisnik da popije na dnevnom nivou i koliko je popio do tog momenta. Krug se ispunjava u procentima kako korisnik ispija vodu. Ispod toga, nalazi se horizontalni slajder sa strelicama preko koga je postavljeno dugme na sredini. Za

strelice i slajder postavljen je osluškivač na klik kojim se selektuje naredni element u listi u zavisnosti od toga da li je korisnik kliknuo levo ili desno i na taj način postavlja tekst dugmeta koji učitava selektovanu vrednost. U listi su u početku postavljene vrednosti od 100 do 500 mililitra i tekst „custom“. Kada je u listi izabrana neka od vrednosti, klikom na dugme se uvećava za toliko količina vode popijena za taj dan. Pored toga, obaveštava se „RecyclerView“ da je novi objekat dodat u listu i da je potrebno ažurirati listu kao i prikaz samih redova. Ukoliko je izabrana vrednost „custom“, klikom na dugme se pojavljuje dijalog koji služi za dodavanje proizvoljne vrednosti u mililitrima u listu.

Prvi znak gemifikacije vidimo odmah na početku gde korisnik nakon unosa prve vrednosti koje je popio, dobija dijalog na kome je prikazan bedž i rečenica podrške i motivacije da nastavi i dalje tako. Takav dijalog sa drugačijom porukom dobija i nakon što ispuni polovinu zadate dnevne količine, kao i kada ispuni u potpunosti svoj dnevni cilj. Na slici 9 se može videti izgled jednog od motivacionih dijaloga.



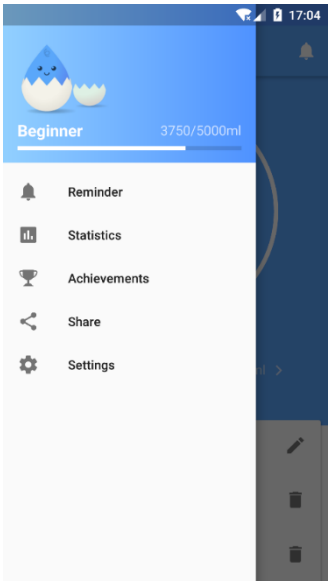
Slika 9. Motivacioni dijalog.

Na glavnoj stranici postoji i navigacioni meni koji se izvlači sa leve strane. Tu se sada nailazi drugi put na gemifikaciju. U hederu se najpre nalazi slika koja grafički predstavlja nivo koji je korisnik dostigao. Ispod nje je naziv tog nivoa sa leve i popijenih mililitara sa desne, dok je ispod tog teksta progres bar koji dodatno opisuje koliko je potrebno popiti vode do sledećeg nivoa. Na slici 10 se može videti primer gde je korisnik na početnom nivou i popio je 3750 mililitara od 5000 koliko je potrebno za sledeći nivo.

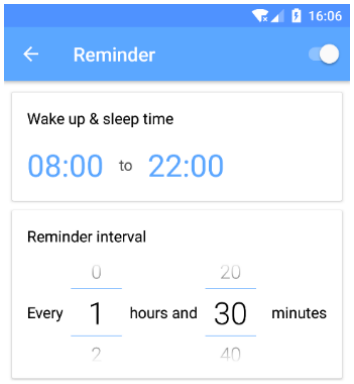
U ovom navigacionom meniju je ponuđeno pet opcija koje je moguće izabrati: Podsetnik, Statistika, Dostignuća, Deljenje i Podešavanja aplikacije. Opcija Podešavanje je već prikazana na startu i služi da korisnik promeni kilažu ili ukoliko je nešto pogrešio u startu pa želi da ispravi grešku. Klikom na opciju Podeli korisnik dobija dijalog u kome može da izabere način na koji će podeliti aplikaciju. U nastavku teksta će biti objašnjene redom preostale tri opcije.

C. Podsetnik

Ova stranica služi za podešavanje podsetnika za ispijanje vode i podeljena je u dve kartice. Prva kartica izgleda kao i ona sekcija na početnoj strani ekrana, gde je bilo potrebno izabrati vreme kada korisnik ustaje i leže da spava. Druga kartica je vezana za interval podsetnika i odnosi se na interval za koji će se podsetnik oglasiti od startnog vremena koje je prethodno podešeno. Za biranje intervala iskorišćena su dva slajdera. Prvi se odnosi na sate, a drugi na minute i njih je moguće promeniti. Za sate je moguće izabrati između 0 i 5, dok za minute između 0 i 50 sa skokom od 10 minuta. Na slici 11 se može videti izgled stranice.



Slika 10. Navigacioni meni (eng. Drawer).

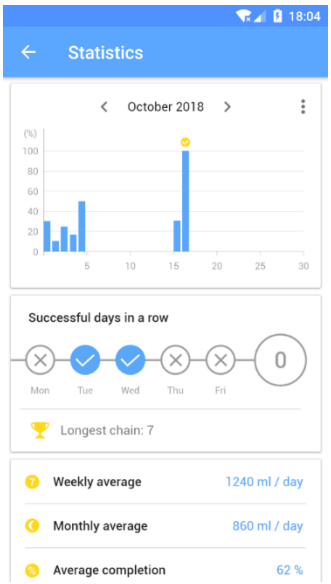


Slika 11. Stranica za podešavanje podsetnika.

D. Statistika

Na ovoj stranici je moguće videte razne statistike vezane za ispijanje vode. Još jedan vid gemifikacije je tu iskorišćen jer je neretko viđena statistika u raznim igricama, gde je na taj način korisnik još više motivisan da nastavi u želji da je što više popravi. Prva kartica grafički prikazuje statistiku po mesecu. Podaci se čitaju iz memorije telefona. Korisnik je pored toga u mogućnosti da odabere

mesec za koji želi da vidi statistiku. Sledeća kartica je vezana za tzv. najduži uspešan lanac, odnosno na broj dana u kontinuitetu kada je cilj bio dostignut. Takođe, ispod tog lanca postoji i ikonica sa peharom i tekst gde je upisan najduži lanac koji je korisnik postigao. Poslednja kartica je vezana za još neke statistike koje će korisnika posebno motivisati da ih unapredi, a to su prosek nedeljno i mesečno popijene vode, kao i koliko u proseku pije u odnosu na ciljanu količinu vode određenu na osnovu njegove kilaže. Na slici 12 može se videti izgled te stranice.



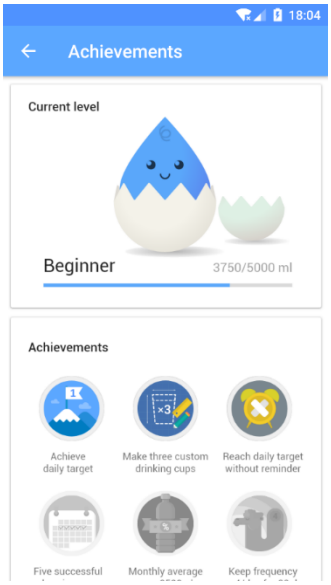
Slika 12. Izgled stranice za statistiku.

E. Dostignuća

I na kraju, stranica koja najbolje opisuje gemifikaciju je stranica koja prikazuje dostignuća. Prva kartica je vezana za trenutni nivo na kome se nalazi korisnik. Druga kartica je vezana za dostignuća odnosno dobro poznate bedževe koje je korisnik otključao. Bedževi koje je moguće otključati su: dostigni dnevni cilj, napravi tri proizvoljne čaše, dostigni dnevni cilj bez upotrebe podsetnika, pet vezanih uspešno dostignutih ciljeva, mesečni prosek popijene vode preko 2500 mililitra i piti najmanje po četiri čaše dnevno u roku od trideset dana. Korišćenjem aplikacije redovno, odnosno stvaranjem zdrave navike, korisnik otključava bedževe i na taj način dobija potvrdu dobrog rada i zalaganja za svoje zdravlje. Na slici 13 je moguće videti izgled te stranice.

VI. Zaključak

Gemifikacija je relativno nov pojam koji se sve češće sreće u mnogim poljima savremenog života. Najčešći razlog zbog kojeg se ona doživljava u negativnom kontekstu je činjenica da ne vole svi podjednako takmičenje, poene pa čak ni igru i u tom slučaju može imati potpuno suprotan efekat od željenog. I oni koji vole, ako su često i predvidivo izloženi ovim principima gemifikacije, gube interesovanje i prestaju da vide značaj i zabavu ovog modela. Ukoliko se dobro pripremi i bude umerena, gemifikacija je bez premca veoma efikasna u pronalaženju načina da se ljudi motivišu da nešto rade sa više volje i želje. U praktičnom delu rada implementirana je aplikacija „Podsetnik za ispijanje vode“, u kojoj je uspešno primenjena gemifikacija u stvaranju te zdrave navike. U aplikaciji je ona upotrebljena u više navrata. Najpre se može uočiti pojavljivanjem motivacionog dijaloga koji kaže da se nastavi sa tom zdravom navikom i potvrdom dobrog rada kada se cilj dostigne. Pored toga, tu su i razne statistike koje motivišu korisnika da ih još više unapredi. Na kraju, ona se najbolje može uočiti kroz nivoe kao i bedževe koje korisnik može da otključa redovnim korišćenjem aplikacije odnosno ispijanjem vode.



Slika 13. Izgled stranice za dostignuća korisnika.

Literatura

[1] https://en.wikipedia.org/wiki/Gamification, Gamification, 2018
[2] https://www.talentlms.com/blog/gamification-survey-results, Andriotis, N. „Gamification Survey Results“, 2018
[3] https://www.slideshare.net/pvandenboer/whitepaper-introduction-to-gamification, Pier van den Boer „Introduction to gamification“, 2013
[4] Deterding S., Dixon D., Khaled R., and Nacke L. „From game design elements to gamefulness: defining gamification“. In Proceedings of the 15th International Academic MindTrek Conference: Envisioning Future Media Environments (MindTrek ’11). ACM, New York, NY, USA, 9-15, 2011
[5] Zichermann, G., Cunningham, C. „Gamification by Design Implementing Game Mechanics in Web and Mobile Apps“, O'Reilly Media, Sebastopol, USA, 2011
[6] Kapp, M. K. „The gamification of learning and instruction: game-based methods and strategies for training and education“, Pfeiffer - John Wiley & Sons, Inc., 2012

[7] Werbach, K., Hunter, D. „For the Win: How Game Thinking Can Revolutionize Your Business“, Wharton Digital Press, USA, 2012
[8] https://kahoot.com/, Kahoot!, 2018
[9] https://blog.captainup.com/analysis-of-linkedin-driving-engagement-with-gamification/, LinkedIn primena gemifikacije, 2018
[10] https://www.wired.com/2010/12/swedish-speed-camera-pays-drivers-to-slow-down/, Saobraćajna kamera sa lutrijom, 2018

Realizacija sistema za bežični prenos energije

Bojan Savić, Igor Jovanović, Uglješa Jovanović

Sadržaj – U ovom radu prikazana je realizacija sistema za bežični prenos energije koji se sastoji od energetskog dela, ispravljačkog dela, invertorskog dela kao i kalemova za prijem i predaju energije bežičnim putem.

Eksperimentalna verifikacija rada realizovanog sistema izvršena je nizom merenja napona u karakterističnim tačkama u sistemu za različite vrednosti razdaljine između prijemnog i predajnog kalema.

I. UVOD

Elektroenergetski pretvarači su veoma značajni u oblasti prenosa energije. Glavni elementi pretvarača su prekidačke poluprovodničke komponente (diode, BJT, MOSFET, IGBT, SCR i trijaci) [1, 2].

Primena elektroenergetskih pretvarača u realizaciji uređaja za bežični prenos električne energije je ključna za ostvarivanje neophodnih uslova potrebnih za prenos energije. Naime, prvo se naizmenični napon električne mreže pretvara u jednosmerni, pa se nivo napona povećava ili smanjuje na neophodnu vrednost u zavisnosti od potrebne snage sistema, a nakon toga se pomoću invertora dobija naizmenični napon visoke frekvencije kako bi se energija mogla prenositi kroz vazduh.

Sam bežični prenos se odvija na opšte poznatoj pojavi da se oko provodnika kroz koji protiče struja stvara magnetno polje. U provodniku koji preseca magnetno polje indukuje se struja, pa je samo potrebno usmeriti magnetno polje u pravom smeru i bežični prenos se može obavljati. Količina prenete energije zavisi direktno od magnetne permeabilnosti materijala unetog u magnetno polje [3].

II. REALIZACIJA SISTEMA ZA BEŽIČNI PRENOS ENERGIJE

Realizovani sistem se može podeliti na četiri celine: energetski deo, ispravljački deo, invertorski deo i deo koji sadrži kalem za prijem i kalem za predaju energije bežičnim putem (slika 1).

A. Energetski deo sistema

Energetski deo realizovanog sistema se sastoji od transformatora koji mrežni napon od 230 V smanjuje na 24 V AC. Transformator koji je ovde primenjen je monofazni, ali je postojala mogućnost ugradnje i trofaznog transformatora, koji bi sa sobom nosio određene prednosti, ali i nedostatke. Značajne prednosti trofaznog transformatora su veća efikasnost, jer je struja po jednom namotaju manja u odnosu na monofazni transformator, kao i lakše filtriranje izlaznog napona. U tom slučaju bi kapacitivnost filtarskog kondenzatora mogla biti mnogo manja. Glavni nedostatak trofaznog transformatora, i razlog zbog kog nije ugrađen, je njegova cena [4].

U visokonaponskom delu sistema se nalazi stakleni osigurač od 3 A tromog tipa, zato što brzi osigurači mogu pregoreti od nagle promene struje pri uključivanju sistema, što je posledica male induktivnosti namotaja primara ulaznog transformatora. Na izlaz sekundara postavljen je par automatskih osigurača nazivne struje od 16 A, što se poklapa sa maksimalnom izlaznom strujom transformatora.

B. Ispravljački deo sistema

Ispravljački deo realizovanog sistema sačinjavaju Grecov spoj, filtarski kondenzator i automatski osigurači za zaštitu. Maksimalni napon na krajevima filtarskog kondenzatora je oko 36 V zavisno od ulaznog mrežnog napona, kao i opterećenja. Grecov spoj je zbog problema sa zagrevanjem pri većim strujama morao biti montiran na aluminijumski hladnjak, pošto kroz invertorsko kolo može proteći struja jačine i do 10 A. Kada se uzme u obzir pad napona na diodama Grecovog spoja (0.7 V po diodi) disipirana snaga je oko 14W. Kao filtarski kondenzator upotrebljen je elektrolitski kondenzator kapaciteta 22000 μF, maksimalnog napona od 40 V.

Pretvarač sadrži i zaštitu od kratkog spoja i oštećenja, realizovanu primenom uparenih automatskih osigurača za jednosmernu struju, nominalne struje od 10 A. Primenjeni su posebni osigurači dizajnirani za prekidanje jednosmerne struje, čije je prekidanje značajno teže zbog mogućnosti formiranja strujnog luka. Osnovna namena ovih osigurača je u sistemima solarnog napajanja, gde se radi sa visokim vrednostima jednosmernih napona i struja.

C. Invertorski deo sistema

Invertorski deo predstavlja glavni deo sistema, od koga zavise mnogi parametri rada samog sistema, od efikasnosti, do maksimalne ostvarive snage i maksimalne frekvencije [5].

Projektovani mostni invertor (slika 2) sadrži upravljačko kolo koje se sastoji od četiri integrisana kola i to: NE555 tajmera, 74HC4049N logičkog invertora i dva IR2113 MOSFET drajvera. Integrisano kolo NE555 je zaduženo za generisanje signala četvrtastog oblika, faktora ispune od 50%, promenljive frekvencije. Promena frekvencije vrši se promenljivim otpornikom kojim se

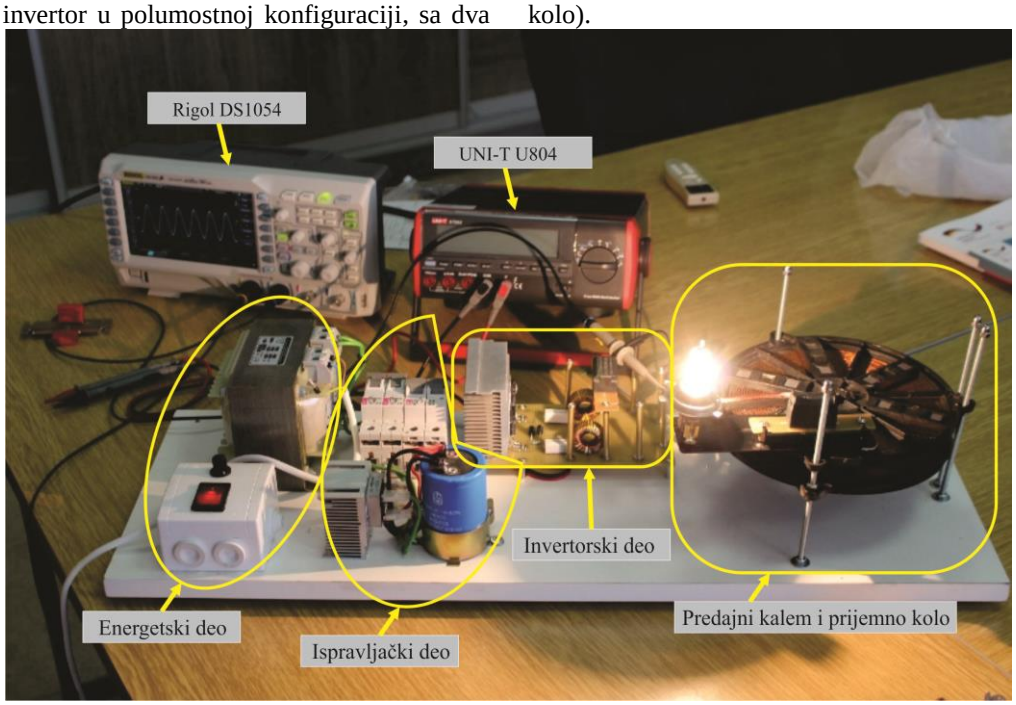
Bojan Savić, Igor Jovanović i Uglješa Jovanović Elektronski fakultet, Univerzitet u Nišu, Aleksandra Medvedeva 14, 18000 Niš, Srbija, E-mail: chupo92@gmail.com

reguliše punjenje kondenzatora. Dobijeni izlazni signal se vodi na logički invertor 74HC4049N iz koga se dobija invertovan signal u odnosu na ulazni. Ova dva signala se dovode na ulaze dva IR2113 kola, koja upravljaju MOSFET tranzistorima. Projektovani mostni invertor ima mogućnost rada na višim frekvencijama, kao i veliku izlaznu struju i napon.

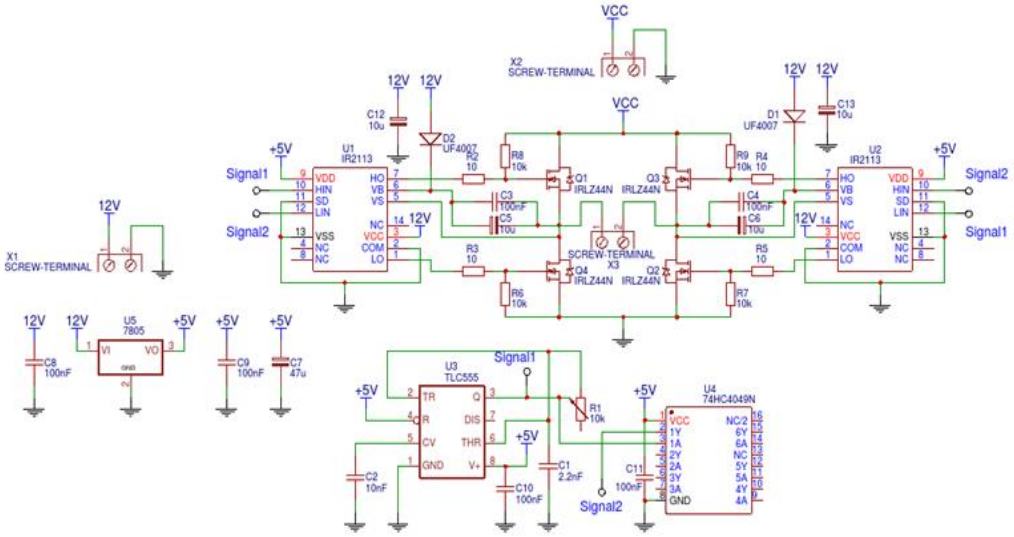
U obzir je prvobitno razmatrano prethodno opisano sa mostnim invertorom (slika 2), ali se od nje odustalo zbog nekoliko značajnih nedostataka u radu. Glavni nedostatak ovog invertora je konstantna potreba za promenom frekvencije, i ogromna struja koja protiče kroz pretvarač ukoliko frekvencija rada nije optimalna [6]

Umesto kola sa slike 2, za invertorski deo iskorišćen je rezonantni invertor u polumostnoj konfiguraciji, sa dva MOSFET tranzistora (slika 3), jer se ovom konfiguracijom postižu optimalni rezultati po pitanju potrošnje struje i u radu bez opterećenja [7, 8]. Kolo uvek radi na optimalnoj frekvenciji. Pored toga, dodatna prednost polumostne konfiguracije je manji broj komponenti.

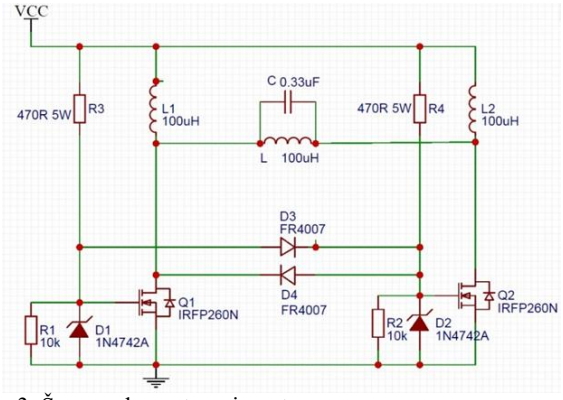
Kod rezonantnog pretvarača nema nijednog integrisanog kola, od aktivnih komponenti postoje samo dva MOSFET tranzistora oznake IRFP260N, a od pasivnih komponenti dva snažna otpornika od 470 Ω snage 5 W, dva otpornika od 10 kΩ snage 0.25 W, dve Zener diode 1N4742 napona od 12 V, dve brze diode nominalne struje 3 A i dva kalema od 100 μH. Rezonantni invertor ima dve potpuno simetrične strane između kojih se povezuje rezonantno kolo kalema i kondenzatora (rezonantno LC kolo).



Slika 1. Izgled realizovanog sistema sa pratećom mernom opremom.



Slika 2. Šema mostnog invertora.



Slika 3. Šema polumostnog invertora.

D. Rezonantno kolo predajnog kalema

Rezonantno paralelno LC kolo predajnog kalema je namenjeno za generisanje elektromagnetnog polja, i predstavlja potrošač ili opterećenje invertorskog dela. Kada na prijemnoj strani nema potrošača, bilo da je u pitanju prijemni kalem ili telo od feromagnetnog materijala, invertorski deo sistema će samo u LC kolo dodavati malu količinu energije koja otpada na džulove gubitke samog kola. Kada se iznad predajnog kalema unese predmet koji reaguje na magnetno polje, struja kroz rezonantno LC kolo će porasti, kao i struja koja dolazi iz invertora srazmerno potrošnji energije. Na frekvenciju oscilovanja kola utiču: induktivnost i kapacitivnost potrošača kao i međusobna induktivnost između predajnog kalema i predmeta koji reaguje na magnetno polje. Izmerena induktivnost predajnog kalema je 100 μH na frekvenciji od 100 kHz, na frekvencijama ispod ove kalem ima nešto veću induktivnost, od oko 110 μH za frekvenciju od 10 kHz, dok za frekvencije iznad 100 kHz induktivnost neznatno opada, do vrednosti od oko 95 μH.

Podešavanje radne (rezonantne) frekvencije LC kola vrši se prvenstveno pravilnim izborom kapacitivnosti kondenzatora. Naime, sistem je konstruisan tako da se vrednost kondenzatora može menjati, promenom „kartica“ sa kondenzatorima u cilju određivanja optimalne frekvencije. Na karticama se nalaze visokonaponski i visokofrekventni kondenzatori. Mana takvih kondenzatora je u tome što imaju veliku ESR otpornost, koja može iznositi i do nekoliko oma na visokim frekvencijama. Da bi se umanjio negativan uticaj otpornosti kondenzatora u sistemu postoji više izvoda za montiranje kondenzatora, što omogućuje paralelnu vezu više kondenzatora i dovodi do smanjenja ekvivalentne otpornosti, a time i značajnog povećanja struje kroz LC kolo. Sa druge strane, paralelno povezivanje kondenzatora povećava kapacitivnost u LC kolu, što negativno utiče na frekvenciju oscilovanja kola. Shodno tome, neophodno je koristiti kondenzatore manjih vrednosti kapacitivnosti.

Da bi se postigao efikasniji bežični prenos energije, potrebno je da frekvencija oscilatornog kola bude što veća, ali se u obzir moraju uzeti parametri svih komponenti u sistemu.

E. Rezonantno kolo potrošača

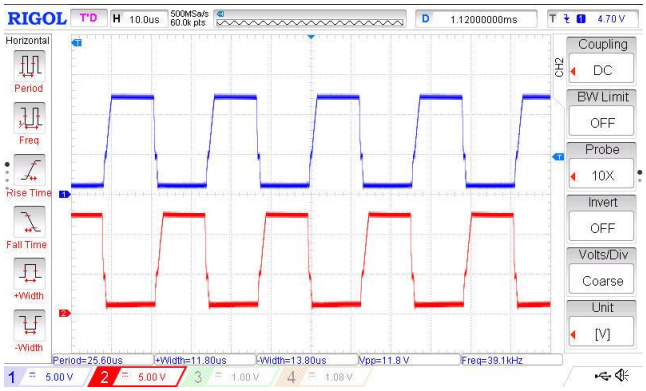
Rezonatno kolo potrošača se sastoji od redne veze potrošača, kalema i kondenzatora. Ovakvom rednom vezom dobija se velika struja potrošača uz preduslov da je njegova otpornost što je manje moguća. Postoji mogućnost paralelne veze elemenata rezonantnog kola, i taj vid povezivanja je pogodniji za potrošače kojima je potreban viši radni napon, a manja struja.

Kao potrošač velike snage, a male otpornosti iskorišćena je sijalica H4 snage 65 W i radnog napona od 12 V. Prednost ovakvog potrošača je što je čisto otpornog karaktera, i ne utiče dodatno na rad rezonantnog kola. Mana je mala otpornost hladnog vlakna sijalice, pa je za postizanje nominalnih radnih uslova potrebno određeno vreme, dok se vlakno sijalice ne zagreje. Sijalica je takođe pogodan potrošač jer se na osnovu intenziteta svetlosti može lako odrediti uticaj raznih parametrara u sistemu (od razdaljine između predajnog i prijemnog kalema do različitih frekvencija oscilovanja) na efikasnost prenosa energije.

III. EKSPERIMENTALNI REZULTATI

Nakon realizacije sistema najpre su izvršena merenja upravljačkih signala u invertorskom delu sistema. Sledeća grupa merenja se odnosila prvenstveno na merenje napona na kalemovima, i njihove promene pri različitim uslovima rada. Nakon toga su snimani i talasni oblici napona na karekterističnim tačkama u sistemu. Razdaljina između prijemnog i predajnog kalema u toku merenja bila je promenljiva i uzimala je sledeće vrednosti: 2.5 cm i 5 cm. Merenja su vršena osciloskopom „Rigol DS1054“, i „UNI-T U804“ multimetrom.

Na slici 4 prikazani su talasni oblici upravljačkih signala MOSFET tranzistora Q1 i Q2 u kolu prikazanom na slici 3. Upravljački signali su međusobno pomereni za 180°, tako da kada se jedan od tranzistora isključi, drugi se uključuje. Frekvencija okidanja tranzistora se poklapa sa rezonantnom frekvencijom LC kola, i menja se sa promenom opterećenja ili rastojanja između predajnog i prijemnog kalema..



Slika 4. Upravljački signali MOSFET tranzistora.

Izmerene i izračunate vrednosti napona i struja u predajnom i prijemnom kolu pri promeni rastojanja između prijemnog i predajnog kalema predstavljene su u tabelama I i II, respektivno.

Povećanje efikasnosti bi se postiglo povećanjem frekvencije oscilovanja predajnog rezonantnog LC kola, kao i smanjenjem razdaljine između dva kalema. Korišćenjem manjih vrednosti kapacitivnosti kondenzatora i u prijemnom i u predajnom delu postigla bi se veća frekvencija oscilovanja.

TABELA I
KARAKTERISTIČNE VREDNOSTI NA PREDAJNOJ STRANI SISTEMA U ZAVISNOSTI OD RASTOJANJA IZMEĐU PRIJEMNOG I PREDAJNOG KALEMA

Rastojanje između prijemnog i predajnog kalema [cm]		
Predajna strana sistema	5	2.5
Jednosmerni napon na ulazu u invertor [V]	36.1	32.4
Jednosmerna struja na ulazu u invertor [A]	5.1	6
Napon na kalemu (V_{PP}) [V]	192	184
Efektivna vrednost napona na kalemu [V]	67.88	65.05
Efektivna vrednost struje LC kola [A]	4.5	5.62
Prividna snaga [VA]	305.6	366.1
Frekvencija oscilovanja LC kola [kHz]	39.1	51
Kapacitivnost kondenzatora [μF]	0.27	0.27
Induktivnost kalema [μH]	61.37	36.07

TABELA II
KARAKTERISTIČNE VREDNOSTI NA PRIJEMNOJ STRANI SISTEMA U ZAVISNOSTI OD RASTOJANJA IZMEĐU PRIJEMNOG I PREDAJNOG KALEMA

Rastojanje između prijemnog i predajnog kalema [cm]		
Prijemna strana sistema	5	2.5
Napon na kalemu (V_{PP}) [V]	114	120.2
Efektivna vrednost napona na kalemu [V]	40.3	42.49
Efektivna vrednost struje LC kola [A]	3.27	4.49
Prividna snaga LC kola [VA]	131.7	190.9
Napon na potrošaču [V]	5.1	10.5
Aktivna snaga na potrošaču [W]	16.66	47.18
Frekvencija oscilovanja LC kola [kHz]	39.1	51
Kapacitivnost kondenzatora [μF]	0.33	0.33
Induktivnost kalema [μH]	50.21	29.51

IV. ZAKLJUČAK

Analizom rezultata merenja se može zaključiti da se prednost prenosa energije na prikazani način odnosi na jednostavnost upotrebe velikog broja uređaja (poput mobilnih telefona ili prenosnih računara) u vidu potrošača u realizovanom sistemu. Dodatno, sistem se može koristiti i za potrebe indukcionog grejanja sa minimalnim toplotnim gubicima.

Dva najveća nedostatka prikazanog sistema su niska efikasnost prenosa energije, kao i kompleksnost samog sistema. Ostvarena efikasnost u prenosu prividne snage između prijemnog i predajnog kalema u prikazanim merenjima bila je 43% na udaljenosti od 5 cm, odnosno 52.1% na udaljenosti od 2.5 cm. Pri čemu je samo 5.5% (5 cm), odnosno 12.9% (2.5 cm) preneto u vidu aktivne snage.

Gubici u prenosu se delimično mogu umanjiti korišćenjem specifično dizajniranih kalemova za prijem i predaju energije, koji imaju visok stepen usmerenja elektromagnetnog polja koje generišu. Još jedan od načina povećanja efikasnosti jeste korišćenje visokih frekvencija unutar rezonantnih kola.

Indukciono grejanje metala je još jedna od oblasti gde bežični prenos energije ima veliku primenu. Jedna od najvećih prednosti upotrebe indukcionog grejanja umesto tradicionalnog je značajno veća efikasnost u zagrevanju predmeta, zato što se predmet zagreva strujom koja prolazi kroz sam predmet, a ne provođenjem toplote sa drugog tela. U industrijskoj primeni se kao predajni kalem ne koriste ravni kalemovi poput onih u indkucionim pećima za domaćinstvo i bežičnim punjačima mobilnih telefona, već se koriste cilindrični kalemovi i predmet koji se zagreva se unosi direktno u njih. Time se postiže mnogo veća efikasnost zagrevanja i dodatno se smanjuju gubici u prenosu. Jedan od nedostataka ovog vida zagrevanja je nemogućnost grejanja neferomagnetnih materijala.

ZAHVALNICA

Istraživanja prezentovana u ovom radu su finansirana od strane Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije u okviru projekata TR33035.

LITERATURA

[1] M.H.Rashid, Power Electronics, Circuits, Devices, and Applications, 3rd Ed. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall, 2004.

[2] N.Mohan, T.M.Undeland, W.P.Robbins, Power Electronics: Converters, Applications and Design, 3rd Ed. New York: John Wiley & Sons, 2004.

[3] J.G.Kassakian, M.F.Schlecht, G.C.Verghese, Principles of Power Electronics. Reading, MA: Addison-Wesley, 1991.

[4] A.I.Pressman, Switching Power Supply Design. New York: McGraw-Hill, 1991.

[5] S.B.Kjaer, J.K.Pedersen, F.Blaabjerg: Power Inverter Topologies for Photovoltaic Modules - A Review, IEEE, 2002.

[6] S.Cuk, Basics of Switched-Mode Power Conversion: Topologies, Magnetics, and Control, in Advances in Switched-Mode Power Conversion, vol. 2, pp. 279-310, 1981.

[7] A.A.Eteng, S.K.A.Rahim, C.Y.Leow, S.Jayaprakasam, B.W.Chew, Low-power near-field magnetic wireless energy transfer links: A review of architectures and design approaches, Renewable and Sustainable Energy Reviews, Vol. 77, pp. 486-505, 2017.

[8] G.Monti, M.Dionigi, M.Mongiardo, R.Perfetti, Optimal Design of Wireless Energy Transfer to Multiple Receivers: Power Maximization, IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques, Vol. 65, No. 1, pp. 260-269, 2017.

D/A konvertor

Tijana Ristić, Tijana Petković, Aleksandar Jovanović, Marko Janjić, Dejan Ivić

Sadržaj - U ovom radu prikazan je detaljan opis D/A konvertora, kao i njegov princip rada.

I. UVOD

Digitalno-analogni (D/A) konvertori su uređaji koji na svom izlazu generišu vrednosti neke analogne fizičke veličine, npr. napona, struje, količine naelektrisanja, na osnovu zadatog apstraktnog digitalnog zapisa (niza nula i jedinica) na ulazu koji predstavlja broj u konačnoj preciznosti. Pri tome se podrazumeva da je datom digitalnom zapisu već unapred pridružena transformaciona funkcija, tablica ili grafik koji na jednoznačan način povezuju analognu veličinu sa digitalnim zapisom.

II. PRINCIP RADA

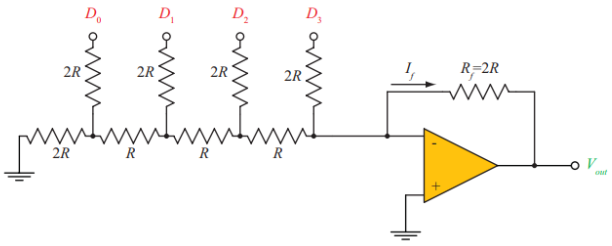
Za realizaciju 4-bitnog D/A konvertora biće korišćena šema prikazana na slici 1. Konvertor funkcioniše tako da kada se dovede signal, odnosno kada odgovarajući ulaz bude na logičkom nivou HIGH, dobiće se željeni napon na izlazu po formuli:

$$Vout = -If\ Rf \qquad (1)$$

U zavisnosti od toga koji od četiri ulaza je u stanju logičke jedinice (napon od 5V), zavisiće vrednost izlaznog napona. Ostali ulazi su u stanju logičke nule. Ukoliko se ulaz D3 postavi u stanju logicke jedinice, a ostali ulazi (D1, D2, D4) se nalaze u stanju logičke nule, onda se otpornici do ulaza D3 zanemaruju i bice uzet u obzir samo otpornik na pomenutom ulazu, čija je vrednost 2R. Vrednost referentnog otpornika, kroz koji protiče If struja, je takođe 2R i iz formule za Vout se dobija da je napon na izlazu -5V. Celokupni napon sa ulaza invertovan je na izlazu, zbog identicne vrednosti otpornika.

A.Šema električnog kola

Kao jedan konkretan primer biće obrađen D/A konvertor sa R-2R otporničkom mrežom koji na svom ulazu ima binarno težinski digitalni kod. Ovi konvertori posebno su značajni za integrisane merne instrumente koji se realizuju pomoću programabilnih elektronskih kola, digitalnih signal procesora ili mikroprocesora.

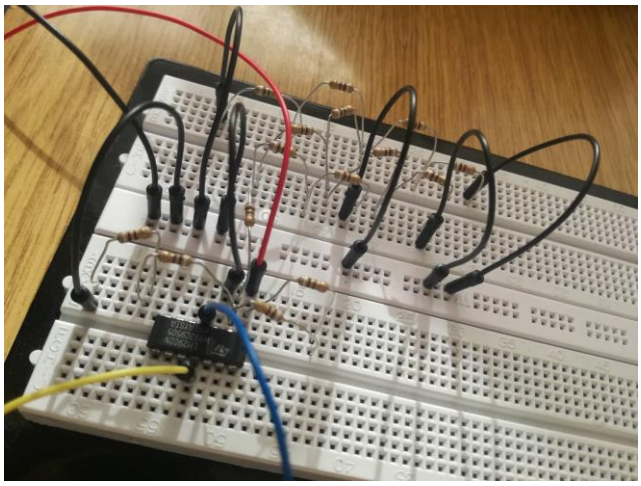


Slika 1. Šema D/A konvertora sa R-2R otporničkom mrežom.

B.Opis iskorišćenih komponenata

U ovom radu koristili smo sledeće komponente:

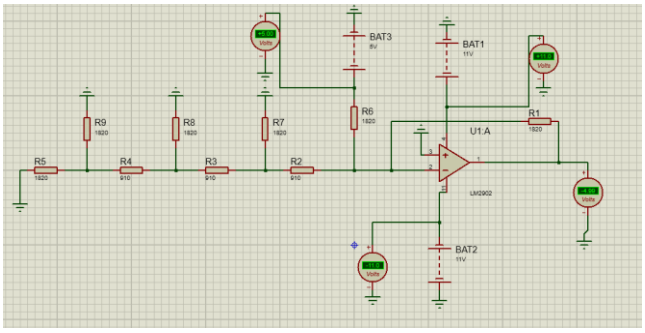
-Otpornik. U kolu se nalaze četiri otpornika od 910Ω i četiri otpornika od 1820Ω.
-Operacioni pojačavač LM2902 [4]



Slika 2. Praktično realizovan D/A konvertor.

Tijana Ristić, Tijana Petković, Aleksandar Jovanović, Marko Janjić, Dejan Ivić su studenti na modulu Elektronske komponente i mikrosistemi, Elektronski fakultet, Univerzitet u Nišu, Aleksandra Medvedeva 14, 18000 Niš, Srbija, E-mail: tijanapetkovic58@gmail.com, a.jovanovic@elfak.rs, maremarko@live.com, dejanivi@gmail.com

III. SIMULACIJA D/A KONVERTORA



Slika 3. Šema prikazana u Proteus 8 Professional programu.

Korišćenjem programa Proteus odrađena je simulacija datog D/A konvertora sa R-2R otporničkom mrežom i na taj način je dokazano da ova šema ispravno funkcionise, dajući željene rezultate.

IV. ANALIZA DOBIJENIH VREDNOSTI NA IZLAZU

U tabeli 1. prikazani su rezultati, koji se dobijaju na izlazu operacionog pojačavača. Oni predstavljaju naponske nivoe signala za odgovarajuću kombinaciju na ulazu. Na osnovu dobijenih signala utvrđuje se ispravnost rada opisanog uređaja. D_1, D_2, D_3, D_4 su pinovi na koje se dovodi logicka jedinica ili nula i na taj način se dobija željena kombinacija na ulazu.

IV. ZAKLJUČAK

R-2R mreža je finansiski pristupacna i relativno laka za izradu jer zahteva samo dve vrednosti otpornosti, odnosno jedne, ako se R realizuje kao paralelna veza para 2R, ili ako se 2R realizuje kao redna veza dva R otpornika. Sam D/A konvertor ima fiksnu izlaznu impedansu koja iznosi R. S obzirom da se R-2R mreža ponaša kao niz strujnih razdelinka, tačnost konverzije zavisi isključivo od toga koliko su otpornici međusobno upareni. Male nesigurnosti otpornika vezanih na značajnije bite može premašiti doprinos manje značajnih bita. To može proizvesti nemonotono ponašanje na glavnim prelazima binarnih stanja poput promene sa 01111 na 10000. U zavisnosti od tipa i dizajna upotrebljenih logičkih kola mogu se javiti prelazni prebačaji i podbačaji napona, čak i u slučaju savršene uparenosti otpornika. Na linearnost signala se moze uticati vezivanjem kondenzatora na izlazu, ali se time bitno ograničava propusni opseg, što nije dopustivo u nekim primenama.

TABELA I
IZLAZ OPERACIONOG POJAČAVAČA

	Ulazna kombinacija				Vout [V]
	D_1	D_2	D_3	D_4	
1	0	0	0	0	0
2	0	0	0	1	-4,95
3	0	0	1	0	-2,5
4	0	0	1	1	-7,5
5	0	1	0	0	-1,25
6	0	1	0	1	-6,25
7	0	1	1	0	-3,75
8	0	1	1	1	-8,67
9	1	0	0	0	-0,62
10	1	0	0	1	-5,61
11	1	0	1	0	-3,12
12	1	0	1	1	-8,11
13	1	1	0	0	-1,87
14	1	1	0	1	-6,87
15	1	1	1	0	-4,37
16	1	1	1	1	-9,36

LITERATURA

[1] Predavanja na temu DA konvertora iz predmeta – Digitalna mikroelektronika (prof. Zoran Prijic) dostupna su na linku- http://mikroelektronika.elfak.ni.ac.rs/digitalna/files/DAC.pdf

[2] Detaljno objašnjenje šeme R-2R može se naće na linku- http://es.elfak.ni.ac.rs/Seminar%20works%20DATA/Prakticna%20realizacija%20DA%20konvertora%20na%20bazi%20otporne%20R-2R%20mreze%20i%20Kelvinovog%20delitelja%2020Milos%20Lazic%2013166/Prakticna%20realizacija%20DA%20konvertora%20na%20bazi%20otporne%20R-2R%20mreze%20i%20Kelvinovog%20delitelja%20-%20Milos%20Lazic.pdf

[3] Teorija, princip rada i vrste DA konvertora, obrazložena je u predavanjima prof. Marijane Bogdanović na linku- https://marijanabogdanovic.wordpress.com/2012/04/07/da-konvertor/

[4] Datasheet LM2902: http://www.alldatasheet.com/datasheet-pdf/pdf/17874/PHILIPS/LM2902.html

Primena klasifikacionih algoritama mašinskog učenja za analizu mehaničkih kvarova u električnim mašinama

Uroš Ilić

Sadržaj - U ovom radu predstavljen je značaj analize velikih skupova podata, objašnjeni su neki od najkorišćeniji klasifikacioni algoritama mašinskog učenja koji su poslednjem delu iskorišćeni za analizu podataka snimljenih merenjima u realnim električnim pogonima.

I. UVOD

Moderne tehnologije omogućile su prikupljanje i lako čuvanje velikog broja podataka u poslednjih nekoliko decenija. Sa druge strane, razumevanje velike količine podataka predstavlja problem kojem se trenutno posvećuje mnogo pažnje. Mašinsko učenje obezbeđuje veliki broj alata kojima je moguće analizirati velike skupove podataka. Generalno, mašinsko učenje je veoma široka oblast koja ima ogroman potencijal primene i svim oblastima života. Konkretno, primena u oblasti energetike je za sada mala, ali sa tendencijom rasta. Svakako, za bilo kakvu konkretniju primenu potrebno je poznavati način na koji rade algoritmi mašinskog učenja, njihove prednosti i nedostatke.

Glavni cilj ovog rada je pokazivanje širokih potencijala mašinskog učenja u analizi podataka dobijenih iz softverakoji prate radna stanja mašine

U radu je opisan način rada tri najčešće korišćena algoritma za klasifikaciju podataka, mašinski vektor podrške, stablo odluke i *k*-najbližih suseda. Na kraju, podaci su analizirani pomoću Matlab aplikacije *Classification Learner* koja sadrži pomenute algoritme mašinskog učenja i daje veoma intuitivne i grafički dobro prezentovane informacije.

II. MAŠINSKO UČENJE

Mašinsko učenje predstavlja deo Veštačke Inteligencije (engl. *Artificial Intelligence* - AI) koji omogućava računarskim sistemima da uče direktno iz datih primera, podataka i iskustva.

Količinu podataka koje generiše ljudsko društvo iz godine u godinu raste eksponencijalno, a podatak da smo 90% podataka koji se danas čuvaju generisali u poslednjih desetak godina, govori u prilog tome. Iz tog razloga analiza podataka je veoma značajna. Korišćenjem mašinskog učenja mašine su u nekim oblastima u potpunosti nadmašile ljudsku sposobnost. Postoji ogroman potencijal koji će u budućnosti uneti značajne promene u industriji.

Uroš Ilić je student na modulu EEN, Katedra za energetiku, Elektronski fakultet, Univerzitet u Nišu, Aleksandra Medvedeva 14, 18000 Niš,Srbija, E-mail: urosilic@elfak.rs

Tipovi mašinskog učenja su:

- Nadgledano učenje (engl. *Supervised learning*)
- Nenadgledano učenje (engl. *Unsupervised learning*)
- Učenje uz podsticanje (engl. *Reinforced learning*)

Kod nadgledanog učenja cilj je da se formira model iz već dostupnih podataka (engl. *training data*) tako što će uočiti određene karakteristike i povezanost između podataka. Formirani model se zatim primenjuje na nove podatke. Ovde se nadgledanost ogleda u tome što za podatke iz kojih model uči već postoje unapred poznati izlazni signali.

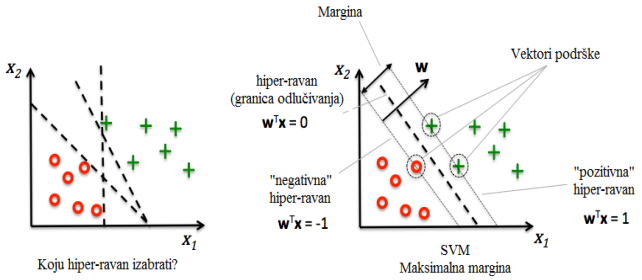
Ako imamo za cilj da odredimo koji motor je u kvaru, koristeći algoritam nadgledanog učenja, mi modelu prosleđujemo već poznate podatke koji sadrže i informaciju o tome da li je motor ispravan ili ne, a model uz pomoću algoritma uči zakonitosti i povezanost među podacima i ono što iz toga zaključi koristi na test podacima tj. za kasnije predviđanje. Zadatak nadgledanog učenja gde je potrebno određene podatke razvrstati predstavlja klasifikacioni zadatak (engl. *classification*).

III. KLASIFIKACIONI ALGORITMI

Mašinski vektor podrške (engl. *Support Vector Machine*) je jedan od najčešće korišćenih algoritama nadgledanog mašinskog učenja zbog svojih dobrih performansi. U klasifikacionim problemima SVM definiše optimalnu hiper-ravan koja se još naziva i granica odlučivanja (engl. *decision boundary*), a koja deli podatke u različite kategorije. Pronalaženje optimalne hiper-ravni odnosi se na sposobnost algoritma da napravi najbolju moguću generalizaciju nad podacima koja je zasnovana na statističkim teorijama učenja. U zavisnosti od složenosti podataka, moguć je rad u višedimenzionalnom prostoru što komplikuje računarske operacije, ali predstavlja veoma važnu osobinu ovog algoritma.

Traženje hiper-ravni ustvari podrazumeva definisanje maksimalne margine među podacima. Margina je definisana kao udaljenost između hiper-ravni i trening podataka koji su najbliži hiper-ravni, a pripadaju različitim kategorijama [1]. Upravo ti najbliži podaci predstavljaju vektore podrške. Kao što je prikazano na slici 1, podatke je moguće podeliti sa više različitih hiper-ravni, ali samo ona hiper-ravan sa maksimalnom marginom pravi najmanju grešku prilikom odlučivanja.

K-Najbližih suseda (engl. *k-Nearest Neighbor* KNN) je algoritam koji memoriše ceo skup trening podataka, poznajući klasu svakom od njih, dok novi podatak klasifikuje na osnovu klase najbližih suseda.

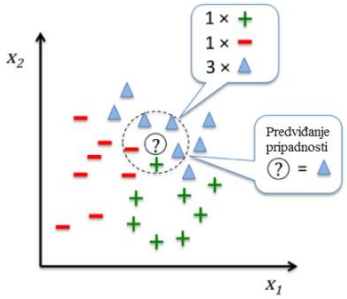


Slika 1. SVM margine.

Rad KNN algoritama se izvršava prateći sledeće korake [1]:

1. Odabir koeficijenta *k* i načina za računanje distance među podacima
2. Pronalazak *k* podataka na osnovu kojih će se doneti odluka o klasifikaciji
3. Dodeljivanje oznake (klase) većinom glasova.

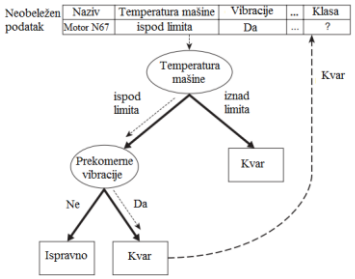
Na slici 2 prikazan je način na koji se novom podatku (?) dodeljuje pripadnost klasi trouglova, a na osnovu pripadnosti 5 najbližih suseda.



Slika 2. KNN - način odlučivanja.

U nekim slučajevima odabir vrednosti *k* i zatim odlučivanje prostim glasanjem nije dovoljno. Kada imamo primer, da je *k* = 3 i da sva tri najbliža suseda pripadaju različitim klasama, prosto (bestežinsko) glasanje neće pomoći. Zato se primenjuje metod težinskog glasanja (engl. *weigthed voting method*).

Stablo odluke (engl. *Decision Tree*) predstavlja moćan algoritam koji rešava klasifikacioni problem pomoću preciznih pitanja koja otkrivaju ključne karakteristike neophodne za klasifikaciju. Za objašnjenje načina funkcionisanja algoritma koristićemo problem klasifikacije radnog stanja mašine na osnovu dva parametara (temperature i vibracije). Prvo pitanje bi moglo biti da li je temperatura u dozvoljenim granicama. Ukoliko nije, onda smo da postoji neki problem. Za slučaj da temperatura ne prelazi dozovoljeni limit, sledeće pitanje se odnosi na vibracije. Ukoliko postoje prekomerne vibracije imamo neispravni radni režim, odnosno u suprotno slučaju ispravnu mašinu. Primer klasifikacije prikazan je na slici 3.



Slika 3. Klasifikovanje neobeleženog podatka.

IV. Analiza podataka korišćenjem klasifikacionih algoritama

U ovom delu prikazana je analiza mehaničkih kvarova električne mašine. Podaci su snimljeni za tri najzastupljenija mehanička kvara u električnim mašinama i to: za nesaosnost vratila, neizbalansiranost rotora, labavost rotora (engl. *rubbing*) i četvrto je normalno stanje mašine [2]. Podaci su sakupljeni tako što su snimljeni signali sa senzora vibracija koji su se nalazili na mašini.

Klasifikacioni algoritmi rade sa obeleženim podacim, tj. potrebno je poznavati ulazni set podataka (merenja) i izlazni set podatka (klase). S tim u vezi, neophodno je podatke organizovati na način pogodan za učenje iz njih. Ukupno je napravljeno 1350 merenja za četiri navedena stanja i svako merenje je kodirano odgovarajućom oznakom klase. U tabeli I prikazane su oznake klasa i stanja u mašini koja predstavljaju.

TABELA I
STANJA MAŠINE I OZNAKE KLASA

Karakteristično radno stanje	Klasa
Normalno stanje	0
Nesaosnost vratila	1
Labavost rotora	2
Neizbalansiranost rotora	3

Mera za ocenu kvaliteta rada klasifikacionog algoritma definiše se kao odnos broja tačno klasifikovanih primera prema ukupnom broju klasifikovanih primera (engl. *Accuracy*). Najkorišćeniji alati za analizu stepena uspešnog rada klasifikacionog algoritma su Matrica Greške (engl. *Confusion Matrix*) i *ROC* kriva.

Matricu greške koristimo kako bismo saznali koliko precizno radi naš odabrani algoritam, ali nam i omugućava da otkrijemo sa kojim klasama podataka algoritam radi loše. U ovoj matrici redovi predstavljaju stvarne klase, a kolone prognozirane klase. Na dijagonali se nalazi informacija o tome koliko je poklapanje između stvarnih i prognoziranih klasa. Ukoliko su ove ćelije zelene boje onda to znači da je klasifikacija ima veliku tačnost. Ostala polja predstavljaju pogrešno klasifikovane primere, s tim da se iznad dijagonale nalaze lažno pozitivni primeri, a ispod

lazno negativni. Lažno pozitivan primer je negativan primer klase koji je pogrešno klasifikovan kao pozitivan, a lažno negativan je pozitivan primer klase koji je pogrešno klasifikovan kao negativan.

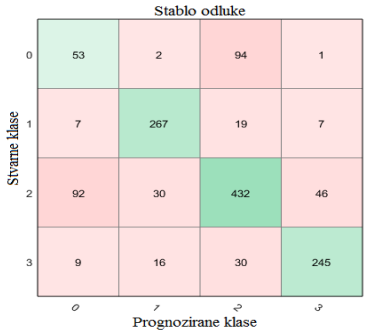
ROC kriva je ustvari dvodimenzionalni prikaz koji sadrži podatke iz matrice greške, a koji na x-osi predstavlja lažno pozitivnu stopu odabrane klase, a na y-osi predstavlja stvarnu pozitivnu stopu. Lažno pozitivna stopa predstavlja udeo negativnih primera koji su greškom klasifikovani kao pozitivni, a stvarno pozitivna stopa predstavlja udeo pozitivnih od ukupnog broja primera. Tačka (0,1) je savršen klasifikator: klasifikuje sve pozitivne i sve negativne slučajeve ispravno.

Za analizu podataka upotrebljena je Matlab aplikacija *Classification Learner*. Klasifikacija podataka, kao podoblast Nadgledanog mašinskog učenja, u ovoj aplikaciji se koristi putem različitih algoritama (mašinski vektor podrške, k-najbližih suseda i stablo odluke).

A. *Primena algoritama*

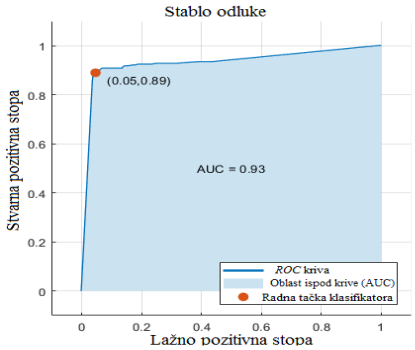
Algoritam stabla odluke za ovaj slučaj ima tačnost predviđanja klasa od 73.9%, mogućnost prognoziranja 2200 primera u sekundi i vreme treniranje modela od 73 sekunde što predstavlja veoma dobre karakteristike ovog algoritma. Na slici 4 prikazana je matrica greške. Možemo uočiti da je najbolje predviđanje za klasu 1 jer je od 300 primera ispravno klasifikovano 267, što predstavlja skoro 90% tačnosti. Najneprecizniji predviđanje ima klasa normalnog stanja (klasa 0) oko 35%, s tim što treba primetiti da ova klasa ima najveće greške klasifikacije (pozitivne i negativne) sa klasom 2. Ovo znači da je algoritmu teško da razlikuje normalno stanje od stanja neizbalansiranosti rotora, a na osnovu čega se može zaključiti da ova dva stanja imaju veoma slične karakteristike.

Na slici 5 prikazana je *ROC* kriva algoritma stabla odlučivanja na čijoj se x-osi nalazi lažno pozitivna stopa klase 1, a na y-osi stvarno pozitivna stopa iste klase. Ova klasa je prikazana jer ima najveću stopu pozitivno klasifikovanih primera i najpribližnija je idealnom klasifikatoru.



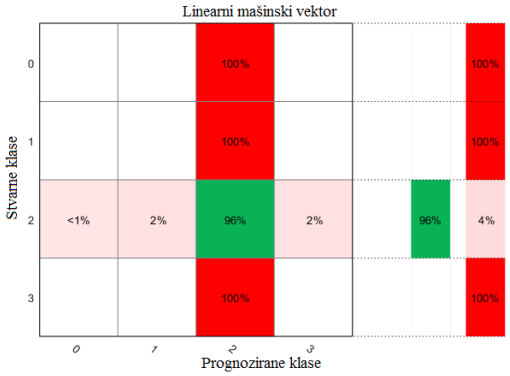
Slika 4. Matrica greške.

Na osnovu površine ispod krive i vrednosti parametra AUC (93%) koji pokazuje stepen ispunjenosti površine ispod idealnog klasifikatora, možemo zaključiti da je ovaj klasifikator veoma dobar u slučaju klase 1 tj. problema nesaosnosti vratila motora.



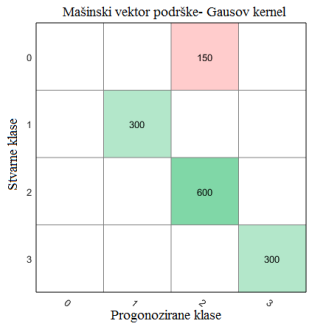
Slika 5. *ROC* kriva klase 1.

Drugi korišćeni algoritam je mašinski vektor podrške. U literaturi je objašnjeno da mašinski vektor podrške veoma loše radi sa linearno nedeljivim podacima. Ovde je to i dokazano, jer interpretacija ovog algoritma klasifikuje podatke sa tačnošću od svega 42.6%. Na slici 6 prikazana je matrica greške, iz koje se može videti na koji način je algoritam uprkos neadekvatnim podacima pokušao da postigne što veću tačnost. Naime, fokus je bio na najzastupljenijoj klasi među podacima, odnosno na klasi 2. Tačnost predviđanja ove klase je 96%, s tim da je loša prognoza ostalih klasa stoprocentna, što je veoma loše.



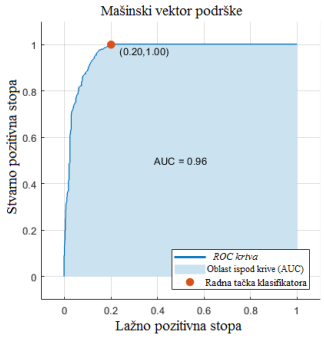
Slika 6. Matrica greške.

Situacija sa mašinskim vektorom podrške koji koristi kernel trik i podatke prebacuje u višedimenzionalni prostor pomoću Gausove raspodele je veoma dobra. U ovom slučaju algoritam postiže tačnost od 88.9% u klasifikovanju podataka. Slika 7 prikazuje matricu greške pomoću koje se jasno može videti moć kernel trika. Takođe, i ovaj algoritam ne uspeva da napravi razliku između normalnog stanja i stanja u kojem je rotor labav. Realno stanje u mašini zaključeno na osnovu ovakvog rasporeda podataka u matrici greške govori da je kvar definisan klasom 2 veoma mali, praktično se ne razlikuje od normlanog radnog stanja. To što je algoritam odabrao da tačno klasifikuje klasu 2, a klasu 0 prognozira kao klasu 2 dešava se zbog neravnomerne zastupljenosti klasa i težnje algoritma da postigne što veću tačnost.



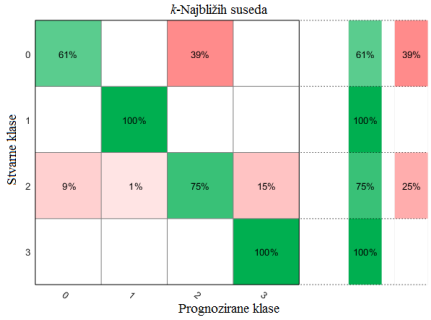
Slika 7. Matica greške – Gausov kernel.

Ovde je interesantno videti *ROC* krivu za klasu 2. Ukoliko zaključujemo o kvalitetu klasifikatora samo na osnovu krive bez uvida u matricu moramo biti pažljivi jer možemo prevideti lošu klasifikaciju klase 0. Prema krivi datoj na slici 7 klasifikator je veoma blizu idealnom klasifikatoru i ima AUC = 93%, što je veoma dobro ali treba voditi računa o tome da čak 20% podataka pripada lažnoj pozitivnoj klasi što se može videti iz radne tačke klasifikatora (0.20, 1.00).



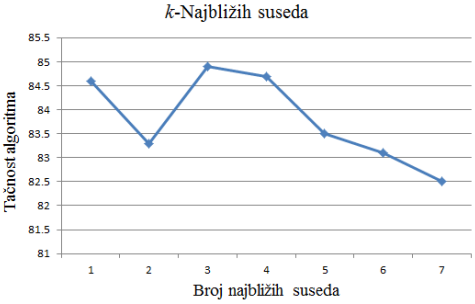
Slika 8. *ROC* kriva klase 2.

Poslednje analizirani je algoritam *k*-najbližih suseda. Tačnost klasifikovanja podataka korišćenjem ovog algoritma iznosi gotovo 85%. Matrica greške prikazana je na slici 8 i iz nje se može zaključiti da su nesaosnost vratila i neizbalansiranost rotora kvarovi koji i ovaj algoritam klasifikuje bez većih problema. Takođe, ovde je uočljiv problem klasifikacije između normalno radnog stanja i labavosti rotora, gde se vidi da je 40% klase 0 lažno prognozirano kao klasa 2 i oko 10% merenja koja pripadaju klasi 2 klasifikovano kao klasa 0, s tim da je i oko 15% meranja lažno klasifikovano kao klasa 3 umesto klase 2.



Slika 9. Matrica greške *k*-najbližih suseda.

Na ovom mestu će umesto *ROC* krive klase 2, iz koje može očitati radnu tačku klasifikatora na mestu (0.08 , 0.75), što predstavlja očitavanje vrednosti iz tabele na mestu [2,0] za prvu koordinatu i [2,2] za drugu koodinatu radne tačke klasifikatora, biti predstavljen grafik promene tačnosti algoritma u zavisnosti od promene parametara. Dakle, algoritam za izloženi primer vrši procenu na osnovu jednog najbližeg suseda. Grafik na slici 10 pokazuje kretanje tačnosti (preciznosti) algoritma sa povećanjem broja najbližih suseda na osnovu kojih se donosi odluka o klasifikaciji.



Slika 10. Zavisnost tačnosti od broja najbližih suseda.

Sa grafika je jasno da se najveća tačnost ima za 3 najbliža suseda, a da sa daljim povećanjem broja suseda tačnost opada.

V. Zaključak

Nakon urađene analize, prezentovane u prethodnom poglavlju, zaključujemo da je klasifikacija korišćenih podataka najbolje urađena algoritmom mašinskog vektora podrške (89%), ali i da stablo odluke i *k*-najbližih suseda imaju veoma visoke tačnosti (74% i 85%). Pokazano je da neki algoritmi (Linearni vektor podrške) zbog svojih ograničenja ne daje zadovoljavajuće rezultate. Takođe, videli smo da promenom parametra, u odnosu na one koji su po automatizmu postavljeni, možemo dodatno popraviti tačnost algoritma. Neravnomerna zastupljenost klasa u podacima predstavlja jedan od najčešćih nedosataka jer algoritam favorizuje najzastupljeniju klasu i nju teži da klasifikuje što je moguće bolje.

Zahvalnica

Ovaj rad je realizovan kao master rad na smeru Elektroenergetika. Autor se zahvaljuje prof. dr Milutinu Petronijeviću na mentorstvu i asistentu Filipu Filipoviću na savetima koji su pomogli u pisanju rada.

Literatura

[1] Python Machine Learning, Sebastian Raschka (2015).
[2] Hands-on Practice, by Suhyun Kim and Seungtae Park, iSystems Design Lab UNIST, South Korea - Dostupno na: http://isystems.github.io/HSE545/machine%20learning%20all/Workshop/06%20SEC%20Workshop%20-%20Hands-on%20Practice.html (pristupljeno dana 12. oktobra 2018.)
[3] Matlab

Aplikacija za automatsko merenje zastoja na mašinama za proizvodnju putničkih guma u realnom vremenu

Marjan Đorđević

Sadržaj – U ovom radu biće opisan način projektovanja aplikacije za automatsko merenje zastoja na mašinama za proizvodnju putničkih guma. Sama aplikacija je napisna u programskom jeziku Visual Basic. Cilj ovog rada je da se pokažu mogućnosti kombinovanja programskih jezika i PLC kontorlera u industriji.

I. UVOD

Visual Basic, kao programski jezik je prešao dug razvojni put. Zahvaljujući Microsoft-u postao je profesinalni razvojni alat i standard za razvoj aplikacija u Windows okruženju. U svojoj poslednjoj verziji donosi mnogo noviteta i značajno poboljšane perfomanse. Princip objkektno-orjentisanog programiranja, koji je doslovno prenet na Visual Basic, zasniva se na tri ključna termina:

- Svojstva (Properties)
- Metode (Methods)
- Događaje (Events)

Ako bi napravili poređenje sa čovekom (u ovom primeru objekt) mogle bi se povući paralelae:
Svojstva čoveka bi bile njegove fizičke osobine; visina, težina, boja očiju ... **Metode** bi bile njegove sposobnosti u stručnom smislu; sposobnost da projektuje zgradu, popravi automobil, napravi kompjuterski program. **Događaji** bi bili načini na koje čovek reaguje na spoljnu sredinu i svoje okruženje[1].

Zbog svoje rasprostranjene upotrebe u vrlo širokom spektru aplikacija koje obuhvataju automatizaciju, PLC je jedan od uređaja koji su tokom godina zauzeli značajno mesto u okviru sistema upravljanja. Prema standardizaciji Udruženja proizvođača električne opreme (The National Electrical Manufacturers Association -NEMA) programabilni logički kontroler je definisan kao: "Digitalni elektronski uređaj koji koristi programabilnu memoriju za pamćenje naredbi kojima se zahteva izvođenje specifičnih funkcija, kao što su logičke funkcije, sekvenciranje, prebrojavanje, merenje vremena, izračunavanje, u cilju upravljanja različitim tipovima mašina i procesa preko digitalnih i analognih ulazno-izlaznih modula."[2]

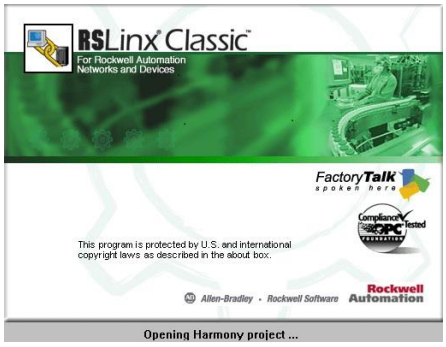
Glavni predmet ovog rada biće kominovanje ova dva alata da ,ako tako može da se kaže, u cilju automatizacije procesa merenja zastoja na mašini za proizvodnju guma.

Marjan Đorđević je student doktorskih akademskih studija na modulu Upravljanje sistemima na Elektronskom fakultetu u Nišu, Aleksandra Medvedeva 14, 18000 Niš. E-mail: marjan.djordjevic@outlook.com.

II. REALIZACIJA APLIKACIJE I PRINCIP RADA

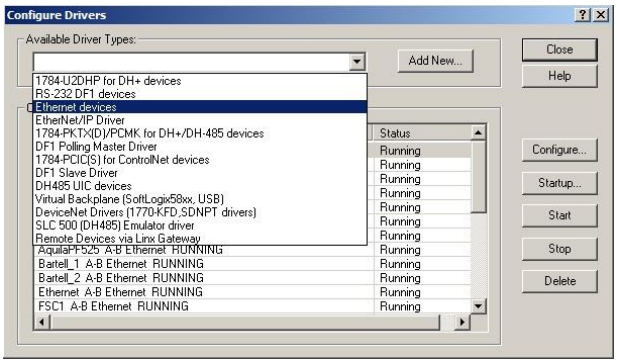
A. Faza realizacije aplikacije

Aplikacija je osmišljena da radi tako što uz pomoć softvera pod nazivom RSLinx preko Ethernet mreže prikuplja podatke iz programabilno-logičkog kontrolera i obrađuje ih prema napisanom kodu. RSLinx ima ulogu OPC servera između računara na kome se izvršava aplikacija i PLC kontrolera. Još jedna prednost je što se na Allen Bradley PLC kontroler možemo povezati preko WiFi mreže pa nije neophodno da računar fizički považemo sa PLC-em.



Slika 1. *RSLinx Classic*.

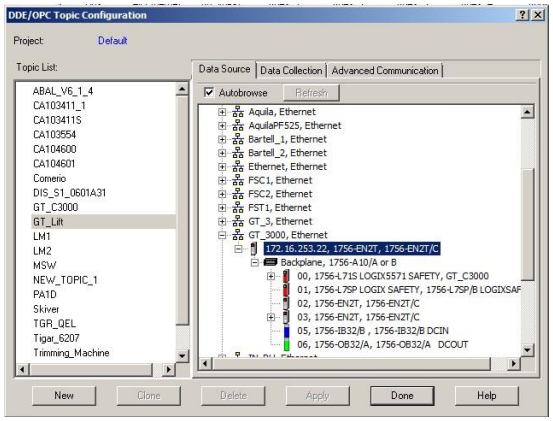
Prvi korak u realizaciji projekta jeste kreiranje tzv. Topic-a u RSLinx softveru. *Topic* u stvari predstavlja putanju ka procesoru PLC-a a koju mogu da koriste drugi programi kako bi komunicirali sa istim. Dakle da bi se uspešno konfigurisao jedan Topic potrebno je prvo konfigurisati drajver za komunikaciju sa PLC procesorom. Za to je potrebno znati IP adresu procesora.



Slika 2. Konfigurisanje drajvera u RSLinx-u.

Kada se pokrene program RSLinx iz padajućeg menija *Communications* bira se opcija *Configure drivers*. Nakon toga otvara se prozor kao na slici 2. Iz padajućeg menija ovog prozora bira se *Ethernet devices* ukoliko računar i PLC nisu fizički povezani, odnosno *EtherNet/IP Drivers* ukoliko su računar i PLC povezani kablom. Nakon toga program će tražiti da se unese IP adresa procesora.

Nakon drajvera za komunikaciju sa PLC procesorom potrebno je kreirati i gore pomenuti Topic takođe u RSLinx softveru. To se radi tako što se iz padajućeg menija *DDE/OPC* izabere opcija *Topic Configuration*. Nakon izbora otvara se prozor kao na slici 3.



Slika 3. Konfigurisanje Topic-a u RSLinx-u.

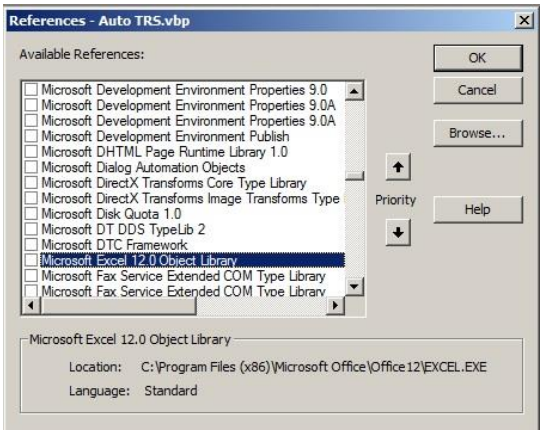
Kada se otvori prozor za konfiguraciju sa desne strane bi trebalo da se vidi drajver koji smo prethodno kreirali za komunikaciju sa PLC procesorom. Klikom na dugme *New* otvoriće se prozor za imenovanje Topic-a. Ono što treba da se uradi jeste da se novo-kreirani Topic poveže sa drajverom koji smo kreirali. Nakon toga klikom na dugme *Done* završava se kreiranje Topic-a i može se pristupiti pripremi aplikacije[3].

Za pisanje aplikacije iskorišćen je programski jezik Visual Basic 6. Prilikom kreiranja projekta u Visual Basic-u potrebno je iz padajućeg menija *Project* izabrati opciju *References* i dodati biblioteku *Microsoft Excel 12.0 Object Library* kao na slici 4. To je potrebno zbog toga što se u toj biblioteci nalaze potrebe naredbe za komunikaciju između Visual Basic-a i RSLinx-a.

Aplikacija je zamišljena tako da poseduje dva ekrana. Prvi kao *Login* ekran trebalo bi da obezbedi evidenciju o operateru i smeni. Drugi ekran služi da se unosi kod za zastoj koji ostvaren prilikom proizvodnje guma. Za svaku dimenziju eksperimentalno je određeno vreme za koje ista treba da se proizvede. Aplikacija je napisana tako da treba da zaustavi automatski proces proizvodnje ukoliko vreme proizvodnje bude dva puta veće od određenog.

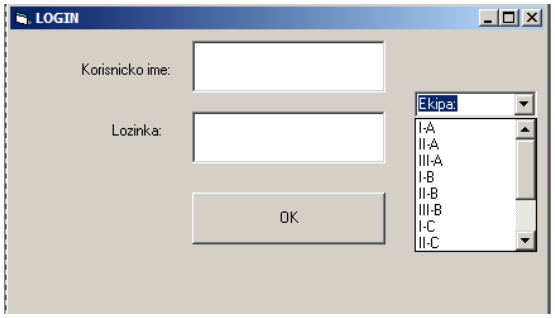
Prvi korak u realizaciji je pisanje koda za Login formu.

```
Private Sub Command1_Click()
If Text1.Text = user_name And Text2.Text = password Then
MsgBox ("Logovanje uspesno"), vbOKOnly
Else
MsgBox ("Logovanje neuspesno"), vbRetryCancel
End If
End Sub
```



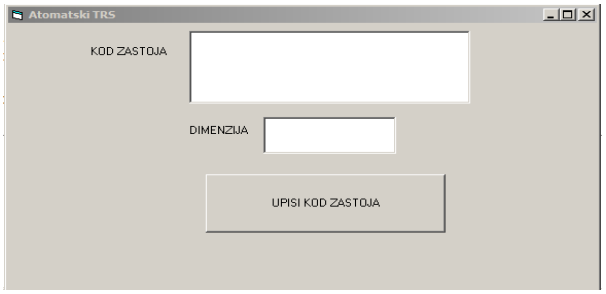
Slika 4. Podešavanje projekta u Visual Basic-u.

Ovim delom koda se realizuje procedura logovanja. Ono što je potrebno da operater uradi jeste da unese korisničko ime i lozinku u polja predviđena za to. Takođe, potrebno je da operater izabere ekipu i smenu u kojoj radi. Sve ove podatke aplikacija prikuplja i smešta u jedan Excel fajl koji je unapred pripremljen za to (slika 5).



Slika 5. Login ekran.

Drugi deo odnosi se na formu za unos koda zastoja. Forma je napravljena tako da se na ekranu nalazi polje za upis koda za zastoj. Takođe operateru je dat i podatak o dimenziji koja se trenutno proizvodi na mašini (slika 6)[4].



Slika 6. Glavni ekran aplikacije.

B. Princip rada aplikacije

Kod koji se nalazi u pozadini ovog ekrana je malo složeniji. U daljem tekstu će biti objašjeni najvažniji delovi ovog koda.

```
    Const DDETOPIC As String = "GT_Lift"
    Public eApp As Excel.Application
    Public eWB As Excel.Workbook
    Public eWS As Excel.Worksheet
    Dim zastoj As Variant
    Dim brojac As Integer
```

Prvo se kreira jedna konstantna promenljiva tipa string. Ova promenljiva čuva vrednost, tj. ime Topic-a. Nakon toga se kreiraju tri promenljive tipa Excel. Ove promenljive će se kasnije koristiti pri proceduri upisa podataka u Excel fajl. Promenljiva zastoj je tipa *variant* jer se zastoj, koji se inače računa u PLC programu, može zaokružiti na dve decimale. Na kraju promenljiva brojač se koristi kao pokazivač na narednu ćeliju u Excel-u tj. za upis narednog podatka.

```
Sub DDEreadstation()
    On Error GoTo MessageRSLinxDead
    Text1.LinkMode = 0
    Text1.LinkTopic = "RSLinx|" & DDETOPIC
    Text1.LinkItem= "Tire_Dimension"
    Text1.LinkMode = 1
    Text1.LinkRequest
GoTo SkipMessage
MessageRSLinxDead:
    MsgBox ("RSLinx ne radi!")
SkipMessage:
End Sub
```

Drugi deo koda služi za čitanje podatka o dimenziji koja se trenutno radi na mašini. Ovo je bitno jer će na osnovu dimenzije aplikacija pročitati vreme koje je potrebno da se jedna guma proizvede. Na osnovu toga će se i generisati zastoj. Prvo se link mod postavlja u manuelni zbog toga što aplikaciji još nije pridružen Topic na osnovu koga će ona znati odakle treba da čita podatke. Nakon toga se specificira putanja čitanja podataka. Sam podatak koji se čita naziva se *Tire Dimension.* Zadnje dve naredbe postavljaju način čitanja u automatski mod. Nakon ove linije koda čim dođe do promene dimenzije aplikacija će automatski detektovati promenu.

```
Set eApp = CreateObject("Excel.Application")
Set eWB = eApp.Workbooks.Open("C:\Program
Files\Zastoji na masini ")
Set eWS = eWB.Worksheets(1)
For x = 2 To 88
        Tire_dimension = eWB.Cells(x, 1)
        Real_dimension = eWB.Cells(2, 4)
        If Real_dimension = Tire_dimension
Then
        Break_time = eWB.Cells(x, 2)
        GoTo Obrada
        End If
         Next x
       Obrada:
       x = 0
Break_Time = 2 * Break_Time
```

Ovim delom koda aplikacija pronalazi vreme za koje guma određene dimenzije treba da se proizvede. U Excel fajlu se nalazi spisak dimenzija. Aplikacijia nakon što pročita dimenziju koja je na mašini otvara fajl i pronalazi tu dimenziju kao kao i vreme koje joj je pridruženo. Zatim u istu promenljivu se smešta dvostruko veće vreme jer je dogovor da samo ukoliko je zastoj veći od dvostrukog vremena za proizvodnju gume mašina stane sa automatskim radom.

```
DDEPoke GTLift, "AUX_CCAM_SEMI_AUTO,L1,C1",
Cells(2, 22)
DDEPoke GTLift, "AUX_CCAM_AUTO,L1,C1", Cells(2,
23)
Call upisi
```

Ukoliko se desi da mašina detektuje vreme koje je veće od zadatog onda aplikacija izvršava ptrethodne tri linije koda. *DDEPoke* je posebna funkcija koja se koristi kada se neke vrednosti šalju iz aplikacija u PLC program. Kao parametri funkcije specificiraju se Topic i parametar koji se šalje u PLC program. U ovom slučaju šalju se dva parametra, prvi koji startuje polu-automatski mod i drugi koji isključuje automatski mod rada. Zadnjom linijom koda poziva se procedura koja realizuje upis vremena zastoja, datum i vreme kada se desio zastoj.

```
Public Sub upis()
eWS.Cells(2 + brojac, 2).Value = Break_Time
eWS.Cells(2 + brojac, 3).Value = Date
eWS.Cells(2 + brojac, 4).Value = Time()
End Sub
```

Poslednja procedura kojom se realizuje upis u Excel fajl je prilično jednostavna. Prilikom poziva u ćelije se upisuju vrednosti zastoja, vremena i datuma kad se desio zastoj[5].

III. PERFORMANSE APLIKACIJE I NJENA OGRANIČENJA

Kao što je u uvodu i naslovu napomenuto, ovaj sistem je zamišljen da ima mogućnost da radi i u realnom vremenu, pa broj obrađenih podataka zavisi od sken ciklusa samog procesora PLC-a. Kako je na mašinama instaliran PLC ColtrolLogix5000 proizvođača Allen Bradley čiji je sken ciklus oko 10ms to čini i samu aplikaciju dosta brzom.

Sa druge strane kao ograničenja mogu da se izdvoje brzina mreže na koju je povezana aplikacija ukoliko se podaci prikupljaju putem WiFi mreže. Ovakva mreža mora da bude brza i pouzdana da ne bi došlo do gubitka podataka. Još jedno ograničenje predstavljaju same performanse računara na kome se izvršava aplikacija. Međutim, u današnjem vremenu industrijski računari su

dosta moćni tako da ovo ograničenje ne unosi skoro nikakve probleme.

IV. Zaključak

U ovom radu je prikazan postupak realizacije aplikaije za merenje zastoja na mašinama za proizvodnju guma u realnom vremenu. Ovakve aplikacije su primer kako se različiti programski jezici mogu kombinovati sa programabilno-logičkim kontrolerima.

Dalja poboljšanja ove aplikacije su moguća i to u domenu optimizacije prikupljanja podataka i vremenu izvršavanja. Još jedna opcija koja je moguća jeste povezivanje aplikacije sa bazom koja je smeštena na serveru tako da bi prikupljanje podatak bilo još brže.

Literatura

[1] V. Tasić, Visual Basic 6 – početni kurs – skripta
[2] https://www.eng-tips.com/viewthread.cfm?qid=32838
[3] http://www.plctalk.net/qanda/showthread.php?t=27013
[4] https://www.dreamincode.net/forums/topic/174451-using-excel-with-visual-basic-6/
[5] https://rockwellautomation.custhelp.com/app/answers/list/st/5/kw/visual%20basic%20and%20rslinx/page/1

Dekapsulacija i analiza EPAD-a

Aleksandar Jevtić, Stefan Ilić, Vojkan Davidović

Sadržaj – U ovom radu su obrađene karakteristike električno programabilnog MOS tranzistora sa plivajućim gejtom tzv. EPAD (eng. *Electrically Programmable Analog Device*). Mehaničkom obradom i hemijskim nagrizanjem izvršena je dekapsulacija integrisanog kola ALD1108E. Zatim je optičkim mikroskopom i uklapanjem više podslika dobijena kvalitetna kompozitna slika pomoću koje je izvršena analiza ovog kola.

I. UVOD

U ovom radu je izvršena dekapsulacija i analiza električno programabilnog MOS tranzistora sa plivajućim gejtom (EPAD), koji je tako dizajniran da omogući precizno podešavanja napona praga od strane korisnika [1]. Pri tome, vrednost napona praga tranzistora definiše se količinom naelektrisanja na plivajućem gejtu. Cilj ovog rada je otvaranje plastičnog DIP 16-to pinskog kućišta, integrisanog kola ALD1108E koje se sastoji iz četiri EPAD-a, kako bi se izvršila analiza kola.

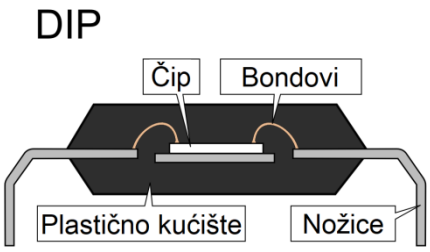
Za potrebe reverznog inženjerstva ili utvrđivanja otkaza komponenata neophodna je analiza integrisanih kola pod mikroskopom. Da bi se to izvelo potrebno je otvoriti kućište integrisanog kola i doći do čipa. Postoje različite vrste plastičnih i keramičkih kućišta [2]. Od našeg interesa je bilo samo DIP (Dual In Line Package) plastično kućište.

Ranija plastična kućišta su pravljena tako što su hermetički zatvorena, a neposredno iznad čipa se nalazio vakuum. Otvaranje ovih kućišta je trivijalno, razdvajanjem gornjeg i donjeg dela kućišta primenom sile na njihov spoj moglo se doći do čipa, čak u nekim slučajevima i bez oštećenja bondova. Današnja plastična kućišta imaju zalivenu plastiku preko celog čipa zajedno sa bondovima, tako da je otvaranje kućišta značajno otežano. Bondovi su pozlaćene žice koje spajaju kontakte na čipu (stopice) sa izvodima na kućištu. Stopice su metalni slojevi kvadratnog oblika (tipično dimenzija 100x100 μm) koji su raspoređeni po obodu čipa.

Na slici 1 je ilustrovan poprečni presek plastičnog DIP kućišta zajedno sa čipom i bondovima. Kao što se može videti, integrisano kolo i bondovi su zaliveni plastikom, pa otvaranje ovakvog kućišta zahteva prvo mehaničku obradu (brušenje) plastike iznad čipa, kako bi se smanjila količina plastike koju treba dalje ukloniti hemijskim putem.

Aleksandar Jevtić i Stefan Ilić, studenti četvrte godine na modulu Elektronske komponente i mikrosistemi, Elektronskog fakulteta, Univerziteta u Nišu, Aleksandra Medvedeva 14, 18000 Niš, Srbija. E-mail: aleksandar.s.jevtic@gmail.com.

Vojkan Davidović, docent na Elektronskom fakultetu, Univerziteta u Nišu, Aleksandra Medvedeva 14, 18000 Niš, Srbija, E-mail: vojkan.davidovic@elfak.ni.ac.rs.

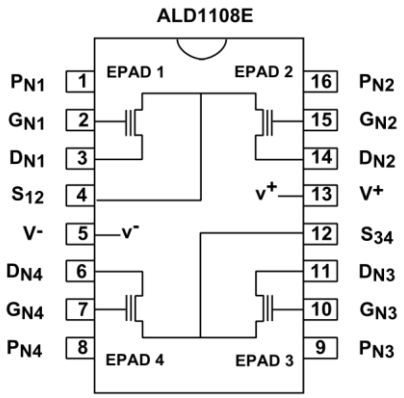


Slika 1. Poprečni presek plastičnog DIP kućišta [3].

U nastavku će biti obrađene karakteristike EPAD-a dekapsulacija i na kraju analiza kola.

II. KARAKTERISTIKE EPAD-A

Na slici 2 je prikazan raspored pinova integrisanog kola ALD1108E koje je obrađivano u radu. Kolo sadrži četiri identična EPAD-a, svaki od njih ima poseban pin za programiranje koji prilikom korišćenja tranzistora može da bude vezan za masu ili da pliva. EPAD1 i EPAD2 imaju zajednički sors, kao i EPAD3 i EPAD4. Pinovi V^+ i V^- služe za napajanje, najverovatnije interne logike kola [4].

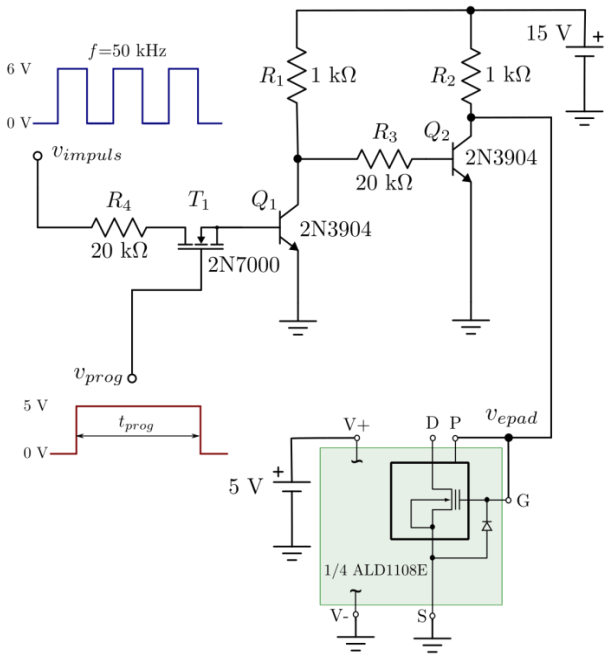


Slika 2. Konfiguracija pinova integrisanog kola ALD1108E [4].

Fizički proces koji se odvija u tranzistoru prilikom programiranja je veoma šturo objašnjen u tehničkoj dokumentaciji, o njemu je govoreno u prethodnom radu o EPAD-ima [1]. Internu logiku je po uputstvu proizvođača neophodno napajati tokom programiranja [4]. Proizvođač je razvio programator i prateći softver kako bi korisnicima omogućio programiranje komponenata [5]. U nedostatku

programatora autori su za programiranje EPAD-a razvili sopstveni programator čije je kolo prikazano na slici 3.

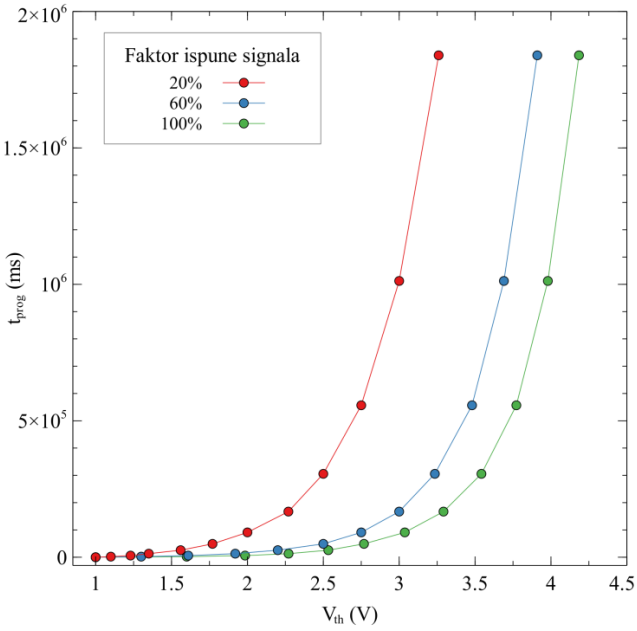
Po uputstvu proizvođača, proces programiranja zahteva da ceo čip bude vezan za napajanje od 5 V, dok se na programirajući pin i gejt koji su u kratkom spoju, dovodi određeni broj impulsa frekvencije 50 kHz i amplitude 12 V [4]. Direktno povezivanje čipa na generator impulsa nije moguće zbog ograničenja samih generatora koji dozvoljavaju maksimalne amplitude od 10 V. Iz tog razloga korišćeno je booster kolo sa dva invertora napajano iz posebnog izvora (GwInstec PSP-2010 [6]) naponom od 15 V, kojim se kompenzuje pad napona na otporniku R_2 prilikom programiranja.



Slika 3. Električna šema sistema za programiranje [1].

Ako je amplituda signala manja od 12 V plivajući gejt se neće puniti naelektrisanjem. Pobuda ovog kola ostvaruje se pravougaonim impulsima (v_{impuls}) iz signal generatora Tektronix AFG 3102 [7]. Ovaj generator ima mogućnost da generiše određeni broj impulsa, tzv. burst, ali je i on limitiran na milion impulsa. Ispostavilo se da je i ovaj broj nedovoljan, te smo pristupili rešenju da generator radi u kontinualnom modu, a da se potreban broj impulsa kontroliše preko vremena t_{prog} tokom koga se NMOS tranzistor drži otvorenim i pobuđuju bipolarni tranzistori. Vreme programiranja i uključenje MOS prekidača vršeno je softverski preko Arduino Nano jedinice. Na ovaj način pružena je sloboda u broju dovedenih impulsa i veličini amplitude tokom programiranja. Treba napomenuti da realizovano kolo unosi određeno kašnjenje između signala v_{impuls} i v_{epad} kako pri uključenju, tako i pri isključenju prekidača, ali ne utiče na konačni rezultat programiranja.

Korišćenjem preciznog instrumenta SMU Keysight B2901A [8] kontrolisanog računarom merene su prenosne karakteristike tranzistora sa kratko spojenim gejtom i drejnom. Na osnovu izmerenih prenosnih karakteristika i izračunatih napona praga formiran je grafik sa slike 4.



Slika 4. Zavisnost vremena programiranja od potrebne promene napona praga za različite vrednosti faktora ispune programirajućeg signala.

Napon praga je određivan kao napon na tranzistoru pri struji drejna od 1 μA [4]. Sa grafika možemo uočiti da veći faktor ispune dovodi do veće promene napona praga. Kada je faktor ispune signala 100%, znači da je u pitanju konstantni signal, takav signal takođe može programirati tranzistor, mada to proizvođač ne preporučuje. Naravno, programiranje je preciznije ako je faktor ispune signala manji, ali je samim tim i sporije.

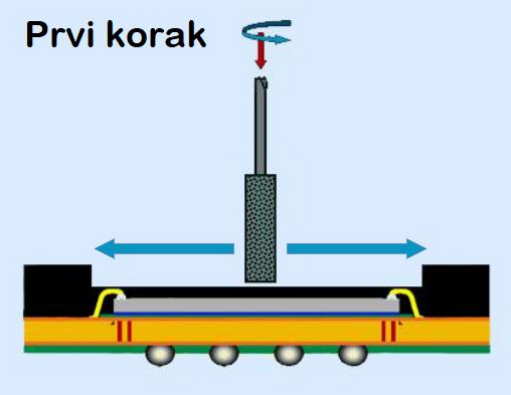
Empirijski je takođe utvrđeno da nije potrebno dovoditi 5 V na V^+ pin tokom programiranja, kao i da sors može da pliva, što znači da je kanal prazan i da se programiranje tj. punjenje plivajućeg gejta elektronima odvija preko nekog sporednog kola (interna logika preko programirajućeg pina), a ne kao u klasičnoj Flash EEPROM ćeliji [9]. Iz tog razloga su autori ovog rada došli na ideju da izvrše dekapsulaciju i pokušaju da utvrde način na koji se vrši programiranje EPAD-a, kako bi u nekom daljem projektu napravili dozimetar jonizujućeg zračenja baziran na ovim tranzistorima [10].

Dakle, za programiranje EPAD-a je neophodno da su gejt i programirajući pin kratko spojeni i da se na njih dovodi 12 V preko otpornika koji ograničava struju u kolu, a da je V^- pin vezan za masu, što drastično smanjuje složenost kola sa slike 3.

III. DEKAPSULACIJA INTEGRISANOG KOLA

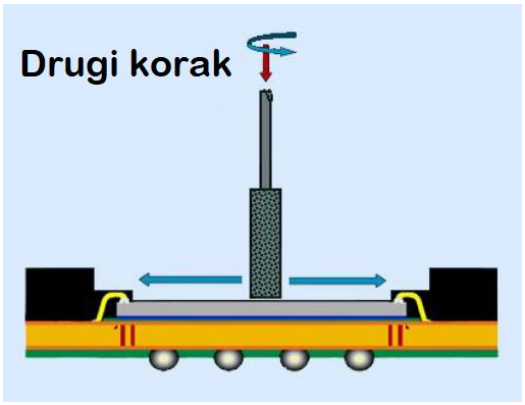
Proces dekapsulacije se sastoji iz mehaničke obrade i hemijskog nagrizanja. Cilj mehaničke obrade je da se ukloni deo plastike iznad čipa, kako bi proces nagrizanja bio što kraći, tj. što manje destruktivan za ostatak kućišta.

Poželjno je da debljina plastike koja ostane iznad čipa nakon mehaničke obrade bude što manja, ali postoji mogućnost da će prilikom uklanjanja plastike doći do oštećenja bondova [11]. Zato se najčešće mehanička obrada sastoji iz dva koraka. Prvi korak je prikazan na slici 5.



Slika 5. Prvi korak pri brušenju kućišta na CNC mašini [11].

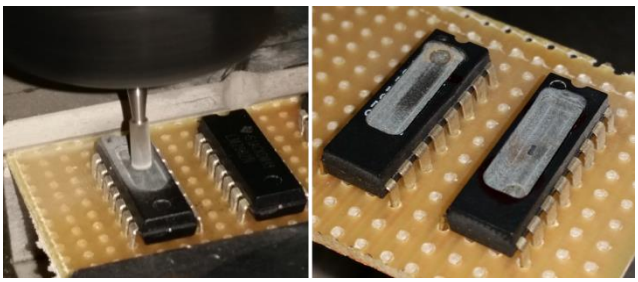
U prvom koraku se uklanja široka oblast plastike iznad čipa i bondova do određene dubine, a u drugom koraku (Slika 6) se uklanja uža oblast plastike iznad samog čipa, do dubine 10-20 μm iznad čipa, tako da se ne oštećuju bondovi. Ovo je izvodljivo kod čipova velikih dimenzija.



Slika 6. Drugi korak pri brušenju kućišta na CNC mašini [11].

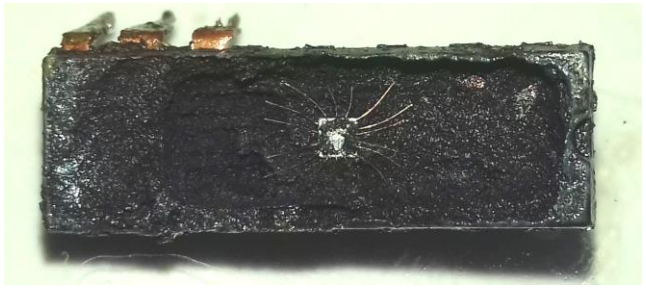
Zbog nepostojanja podataka o dubini na kojoj se nalazi čip, autori su morali da modifikuju proces. Pomoću slike integrisanog kola na rentgen aparatu, tačno bi se mogla odrediti kako lokacija, tako i veličina čipa, i proces mehaničke obrade bi bio izvršen u dva koraka koja su prethodno opisana. Kako nije bilo rentgenskog snimanja, proces mehaničke obrade realizovan je samo prvim korakom.

Proces mehaničke obrade je prikazan na slici 7. Korišćena je PROXXON FF 500 CNC mašina – glodalica [12]. Dva integrisana kola ALD1108E su korišćena za potrebe dekapsulacije. Jednom od njih je pri mehaničkoj obradi oštećen čip, on se dalje neće razmatrati, ali je zato utvrđena dubina na kojoj se čip nalazi i ona iznosi 1.4 mm. Drugo integrisano kolo je brušeno do 1 mm dubine, ali ne dublje, kako se ne bi oštetili bondovi.



Slika 7. Proces brušenja kućišta na CNC mašini - glodalici.

Zatim je usledilo hemijsko nagrizanje azotnom kiselinom. Eksperiment se sastojao iz sledećeg: keramička posuda (avan) u kojoj se nalazilo integrisano kolo je zagrevana na 90ºC. U "kadici" koja je napravljena mehaničkom obradom postepeno je nakapavana azotna kiselina. Na svakih 5 minuta je kućište ispirano acetonom, a zatim izvršena kontrola da li se došlo do čipa. Ceo proces je trajao oko 20 minuta. Na slici 8 je prikazano integrisano kolo nakon hemijskog procesa. Može se uočiti da su svi bondovi sačuvani.

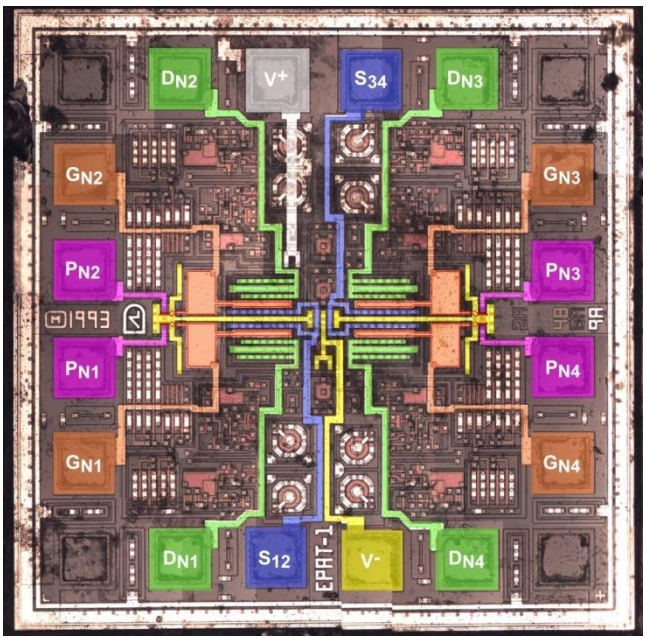


Slika 8. ALD1108E nakog hemijskog procesa.

Kako bi se preostala plastika sa čipa skinula i čip bio spreman za mikroskopiju izvršeno je prebrisavanje čipa finom četkicom, prethodno potopljenom u aceton, kojom su uklanjani ostaci plastike. Za slikanje čipa korišćen je mikroskop marke "Leitz" sa dodatom kamerom Bresser MikroCam 1.3 MP.

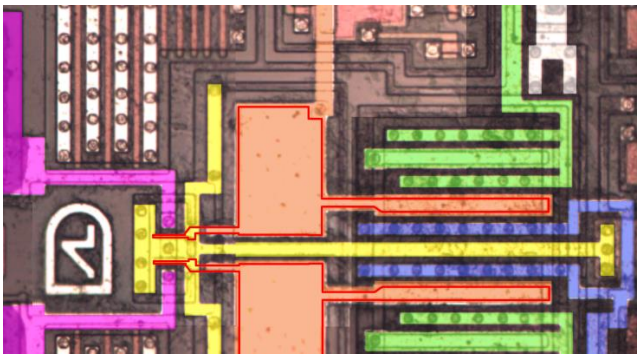
IV. Analiza kola

U dodatku je prikazana kompozitna slika integrisanog kola ALD1108E, ona je dobijena uklapanjem 52 slike, jer je ceo čip veći od vidnog polja mikroskopa. Poznavanjem položaja čipa u kućištu određeno je na kojoj stopici se nalazi koji izvod iz kućišta. Na ovaj način se može povezati električna šema sa layout-om integrisanog kola. Obradom slike u dodatku pomoću besplatnog programa Inkscape dobijena je slika 9. Na njoj su obeleženi izvodi sledećim bojama: drejn (zelena), gejt (crvena), sors (plava), programirajući pin (ljubičasta), V^- pin (žuta) i V^+ pin (bela). Možemo uočiti da su četiri EPAD-a simetrično postavljeni u centralnom delu čipa.



Slika 9. Ilustacija metalizacije izvoda na čipu ALD1108E.

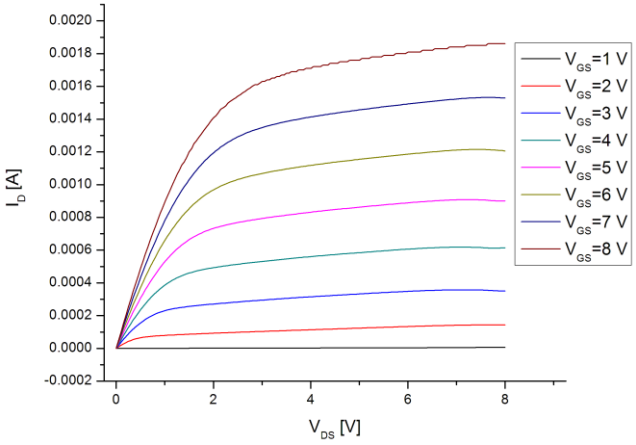
Na slici 10 je prikazan uvećan deo čipa gde se nalazi tranzistor EPAD2 (desni deo slike, oblast drejn, gejt i sors). Zapažamo da gejt pokriva oblast velike površine izvan tranzistora. Crvenom linijom je označena oblast koja se nalazi ispod metalizacije gejta.



Slika 10. Prikaz oblasti za koju se pretpostavlja da je zadužena za programiranje EPAD-a.

Autori pretpostavljaju da ta oblast predstavlja plivajući gejt. Naime, plivajući gejt mora da poseduje veliku površinu izvan tranzistora kako bi duže vreme davao stabilnost naponu praga. Proizvođač u dokumentaciji garantuje drift manji od 2 mV na 10 godina [4].

Kao što je ranije pokazano, plivajući gejt se puni elektronima dovođenjem jednosmernog napona od 12 V na programirajući pin i gejt koji su u kratkom spoju, kolo se zatvara preko V^- pina. Praćenjem ovih vodova na čipu, dolazimo do oblasti prikazane na slici 10, uočavamo da se tu završava oblast koju smo obeležili kao plivajući gejt. Kako bi se potvrdila pretpostavka o lokaciji plivajućeg gejta, autori su postavili tezu da na čipu postoje još četiri sporedna MOS tranzistora sa plivajućim gejtom preko kojih se vrši programiranje glavnih tranzistora, tako da sporedni i glavni tranzistor imaju zajednički kontrolni gejt i plivajući gejt. To bi značilo da takav sporedni NMOS tranzistor ima sledeće izvode: P_N pin (drejn), V^- pin (sors) i G_N pin (gejt). Merenjem izlaznih karakteristika je ova teza potvrđena (Slika 11).



Slika 11. Familija izlaznih karakteristika sporednog MOS tranzistora sa plivajućim gejtom za glavni tranzistor EPAD2.

Dalja istraživanja će biti predstavljena u nekom od budućih radova.

V. ZAKLJUČAK

Izvršena je dekapsulacija i analiza EPAD-a. Iako se radilo o integrisanom kolu za koje nisu bili poznati mnogi podaci, osim realizacije programatora, autori su kroz samo dve iteracije uspešno izvršili dekapsulaciju kućišta i došli do samog čipa bez njegovog oštećenja. Korišćenjem optičkog mikroskopa i uklapanjem više podslika dobijena je kvalitetna kompozitna slika celog čipa na kojoj se mogu raspoznati određene strukture koje su od značaja za funkcionisanje kola i njegovu analizu.

ZAHVALNICA

Zahvaljujemo se Departmanu za hemiju na Prirodno matematičkom fakultetu, Univerziteta u Nišu, posebno stručnom saradniku dipl. hemičaru Nataši Đorđević na pruženoj velikoj pomoći i korisnim savetima u procesu hemijskog nagrizanja.

Takođe, zahvaljujemo se Katedri za automatiku na Elektronskom fakultetu, Univerziteta u Nišu na toplom gostoprimstvu i pomoći tokom korišćenja CNC mašine.

Na kraju se zahvaljujemo našoj matičnoj Katedri za mikroelektroniku na Elektronskom fakultetu, Univerziteta u Nišu na pruženoj pomoći i saradnji tokom realizacije ovog projekta. Rad je realizovan u okviru projekta TR32026 i projekta OI171026, finansiranih od strane Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije.

LITERATURA

[1] A. Jevtić, S. Ilić, V. Davidović, A. Prijić, Z. Prijić, "Karakterizacija električno programabilnog MOS tranzistora sa plivajućim gejtom", ETRAN konferencija jun 2018, Palić.

[2] Dostupno na: http://www.interfacebus.com/Design_Pack_types.html

[3] Slika kućišta. Dostupno na: https://en.wikipedia.org/wiki/Integrated_circuit_packaging

[4] Advanced Linear Devices, Inc. Dostupno na: http://www.aldinc.com/

[5] ALD, "Epad product selection guide," 1998. Dostupno na: http://aldinc.com/pdf/EProdSel.pdf

[6] https://www.gwinstek.com/en-GB/products/detail/PSP-Series

[7] https://www.tek.com/signal-generator/afg3000-function-generator/afg3102

[8] https://www.keysight.com/en/pd-1983568-pn-B2901A/precision-source-measure-unit-1-ch-100-fa-210-v-3-a-dc-105-a-pulse?cc=RS&lc=eng

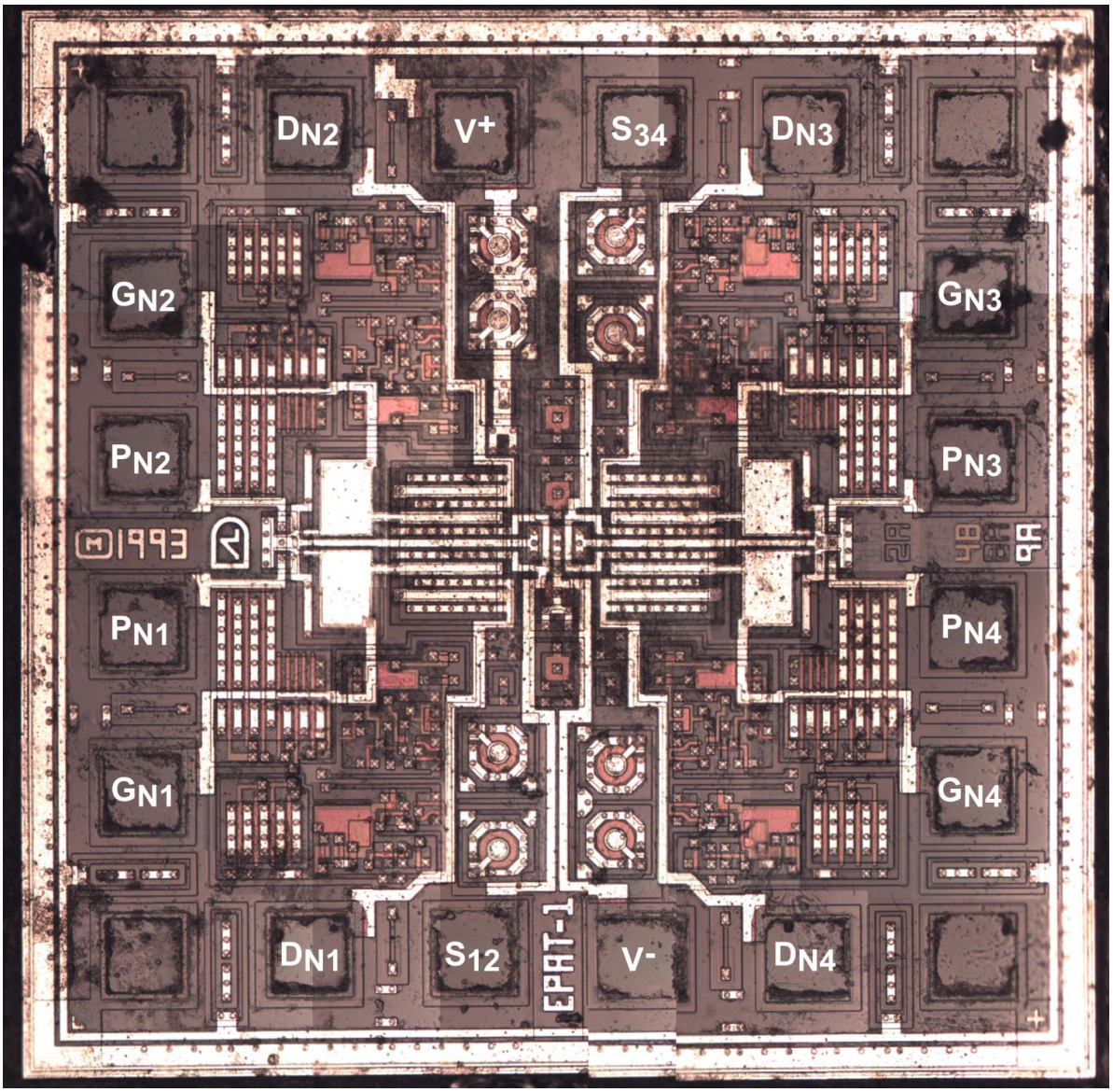
[9] S. Ilić, M. Marjanović, "Ispitivanje debljine oksida u Flash EEPROM ćeliji pomocu TCAD alata", *IEEESTEC – 10th Student Projects Conference*, vol. 10, pp. 243-246, 2017.

[10] R. Edgecock et al. "Evaluation of commercial programmable floating gate devices as radiation dosimeters." *Journal of Instrumentation* 4, no. 02, (P02002), 2009.

[11] Tunnel Decapsulation Method for Wire-Bonded Packages, Ultratec Manufacturing, Inc. Dostupno na: http://www.arualtech.ru/files/Tunnel-Decapsulation.pdf

[12] https://www.proxxon.com/en/micromot/24360.php

DODATAK



D1. Kompozitna slika integrisanog kola ALD1108E slikana pod mikroskopom.

Projekat ES-SOS – Emergency Streaming SOS

Danilo Potpara, Andrija Cajić, Boris Živković

Sadržaj – U ovom radu je predstavljen projekat ES-SOS, koji se sastoji iz 3 dela: desktop aplikacije, mobilne aplikacije i *Backend*-a. Navedene delove i njihove funkcije će biti detaljnije opisane u radu. Aplikacija direktno prenosi audio i video sadržaj sa smart android telefona na desktop računar.

I. UVOD

Prilikom istraživanja je primećeno da se iz godine u godinu sve manje koristi fiksna telefonija u odnosu na mobilnu. Zabeleženo je u 2016. godini da je ukupan broj aktivnih minuta fiksne telefonije bio 2.66 miliona, dok je mobilne bio 9.09 miliona.[1]

Na osnovu ovih podataka započet je rad na projektu ES-SOS sa ciljem da se poboljša i ubrza celokupan proces kontaktiranja hitnih službi, inspirisan američkim "911" sistemom. Korisnici koriste mobilnu aplikaciju za kontakt ovlašćenih lica koja koriste desktop aplikaciju. Ovlašćena lica za vreme poziva kontaktiraju hitne službe i prosleđuju im bitne informacije.

II. RAZVOJNI POČECI PROGRAMA

Rad na projektu je započet 28.01.2018. godine a završen je 29.04.2018. godine.

Desktop aplikacija je rađena u okviru razvojnog okruženja *"Visual Studio 2015"* [2] a pisana je u programskom jeziku C#. Sastoji se iz 7 *Windows* formi i jedne *XAML* forme.

Android aplikacija je rađena u okviru *"Android Studio"*-a [3] i pisana je u *Kotlin*-u, *XML*-u i u *Javi*. Sastoji se od 15 *XML layout*-a, 70 *Kotlin* klasa i 1 *Java* klase. Minimalna SDK verzija je 16 ili Android verzija 4.1.

Backend aplikacije je rađen u "*NetBeans*"[4] verziji 8.2 i sastoji se iz *Php*-a[5] i *MySql*-a. Sastoji se od 21 *Php* fajla i 6 baza sa više tabela u njima.

Za međusobnu komunikaciju između desktop i mobilne aplikacije sa *Backend*-om [6] se koristi *JSON* a *OpenTok* [7] za video i audio prenos sadržaja i baze podataka za osnovni *chat* sistem. Pošto je projekat obiman biće opisan samo najbitniji deo ovog projekta a to je audio i video prenos sadržaja u hitnim slučajevima sa mobilne aplikacije preko *Backend*-a na desktop aplikaciju.

Potpara Danilo je student na Elektronskom Fakultetu, Univerzitet u Nišu, Aleksandra Medvedeva 14, 18000 Niš, Srbija, E-mail: pdanilo99@gmail.com

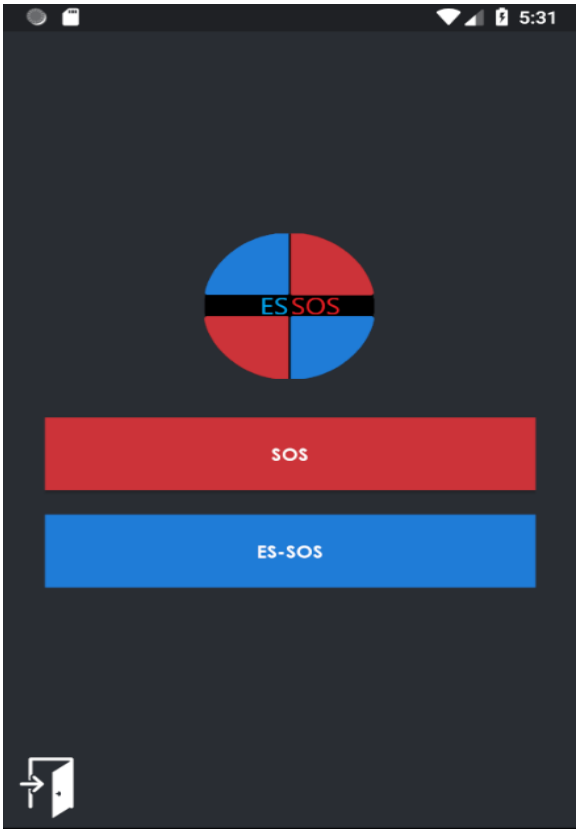
Boris Živković je učenik treće godine Elektrotehničke škole "Mija Stanimirović", Bulevar Svetog cara Konstantina 82-84, 18000 Niš, Srbija, E-mail: boriszivk@gmail.com

Cajić Andrija je student na Fakultetu Informacionih Tehnologija, Univerzitet Metropolitan, Bulevar Svetog cara Konstantina 80A, 18000 Niš, Srbija, E-mail: cajicandrija99@gmail.com

III. FUNKCIONALNOST I RAZVOJ MOBILNE APLIKACIJE

U ovom poglavlju će biti detaljnije opisan proces prenosa audio i video sadržaja sa mobilne aplikacije. Korišćen je *OpenTok* servis koji je omogućio kvalitetan prenos sadržaja. Korisnik upisuje svoje podatke, pre korišćenja aplikacije, kroz sistem registracije.

Nakon uspešnog upisa podataka korisniku je prikazan sledeći ekran:



Slika 1. Početni ekran.na mobilnoj aplikaciji.

Korisniku su ponuđena dva načina kontaktiranja hitnih službi. SOS je običan *chat* sistem koji ne prenosi audio i video sadržaj već samo omogućava klasično tekstualno dopisivanje i prenos lokacije. Namenjen je za osobe koje imaju sporiji protok interneta.

Mi ćemo ovde analizirati samo ES-SOS sistem koji je glavna funkcija našeg projekta. Kada korisnik izabere drugi način (ES-SOS) telefon sve potrebne podatke o korisniku, koje je on prethodno upisao, pretvara u *JSON* i šalje na *Backend*. Na sledećoj strani se nalazi kod.

```
private fun startStream() {
  println("startStream()")

  view.streamStarted = true

  val username = SharedPrefManager.instance.currentUser?.username
  username?.let { it: String
    val stream = StreamRequestInfo(
      location.latitude,
      location.longitude,
      username,
      currentTime,
      currentDate)
    println("Op 1 send: ${gson.toJson(stream)}")
    client.startLiveStream(stream).enqueue(newCallback(
      onResponse = { call, response ->
        println("startStream onResponse")
        val sessionResponse = response?.body() ?: return@newCallback
        println("Op 1 response: ${gson.toJson(sessionResponse)}")
        StreamUtils.getInstance(view.context, communicator: this).startStream(sessionResponse)
        //Sending empty message to start the chat session
        attemptToSendMessage( message: "", checkEmptyFlag: false, showMessageInView: false)
        startRequestingMessageUpdates()
      },
      onFailure = { call, e ->
        println("startStream onFailure")
        e?.printStackTrace()
        view.showConnectionError()
```

Slika 2. Kod pokretanja ES-SOS funkcije.

Pre početka video i audio prenosa aplikacija traži od uređaja trenutnu lokaciju koja se obnavlja svakih 5 sekundi i šalje je na server. Kada se utvrdi prva lokacija počinje video prenos.

Korišćenjem *view.streamStarted* obaveštava se korisnički interfejs da je *stream* započet. Nakon toga pribavlja se lokalno sačuvano korisničko ime i pravi se instanca *StreamRequestinfo* klase koja sadrži informacije potrebne za pokretanje video prenosa.

client.startLiveStream se koristi da bi se poslao zahtev za pokretanje video prenosa na server. Metoda onResponse se izvršava kada se dobije odgovor od servera.

U *val sessionResponse* pamti se odgovor sa servera koji sadrži sessionid i token. *StreamUtils* započinje video prenos uz pomoć informacija koje su sačuvane u *sessionRespone*-u.

attemptToSendMessage šalje praznu poruku kako bi server započeo i *chat* sesiju za tekstualno dopisivanje u slučaju da osoba ne može da komunicira verbalno.

startRequestingMessagesUpdates metoda u određenim vremenskim intervalima traži od servera da proveri da li postoje nove poruke.

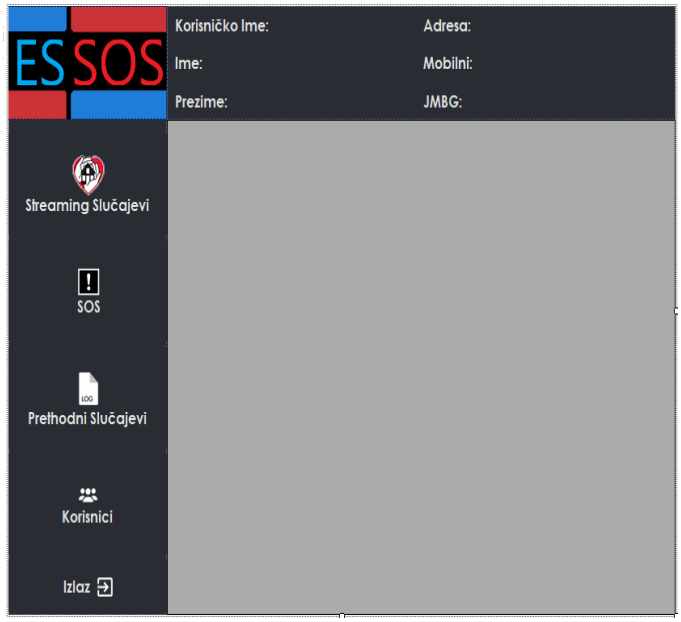
onFaliure je metoda koja se izvršava ako se dobije loš odgovor od servera ili ako ga uopšte nema.

view.showConnectionError obaveštava korisnički interfejs da treba da prikaže grešku.

IV. FUNKCIONALNOST I RAZVOJ DESKTOP APLIKACIJE

U ovom poglavlju je opis funkcionalnosti desktop aplikacije. Namenjena je za ovlašćena lica koja su zadužena da odgovaraju na hitne pozive i tekstualne poruke. Funkcioniše samo na windows operativnim sistemima.

Ovlašćena lica, takođe, moraju pre korišćenja desktop aplikacije da upišu svoje podatke (ime, prezime, jmbg, adresa ...). Nakon uspešne prijave ovlašćeno lice vidi sledeći ekran:



Slika 3. Prikaz glavne forme.

Kada se ovlašćenom licu prikaže ova glavna forma tajmer počinje da radi u pozadini i na svake četiri sekunde proverava da li ima slobodnih SOS ili ES-SOS slučaja. U programu ES-SOS slučaj ima prioritet u odnosu na SOS.

Ovlašćeno lice može da pristupi ES-SOS slučajevima (*Streaming* slučajevima), SOS slučajevima, može da pogleda istorijat u kome se nalaze prethodni slučajevi i sve aktivne korisnike. Ovde je prikazan proces ES-SOS slučaja (slike 4-8).

Kada ovlaščeno lice pristupi ES-SOS slučajevima klikom na dugme *Streaming* Slučajevi uključuje se novi tajmer koji u određenom vremenskom intervalu (1000ms) proverava koliko ima slobodnih ES-SOS sesija (op=4).

Ako postoji aktivna/slobodna ES-SOS sesija, desktop aplikacija šalje zahtev *Backend*-u za dobijanje podataka za sve slobodne sesije (op=2) radi prikaza u tabeli (koja se nalazi u sivom prostoru na slici 3.).

Kada ovlašćeno lice želi da pristupi sesiji (duplim klikom na red sesije kojoj želi da pristupi) proverava se da nije možda neko u međuvremenu pristupio toj sesiji (op=6) i svi podaci u tom redu sa pamte radi daljeg prenosa.

Ako se utvrdi da je sesija slobodna šalje se zahtev za dobijanje id-a sesije (op=7) koji *Backend* generiše uz pomoć *OpenTok* servisa.

Nakon uspešnog dobijanja id-a sesije šalje se zahtev za dobijanje tokena za pristup ES-SOS slučaju (op=1).

```
this.options2 = "?json={dbjalf}&op=4";
try
{
    i = Convert.ToInt64(this.request2());
}
catch { i = 0; }
```

Slika 4. Broj slobodnih sesija i provera vrednosti u slučaju da se dobije neka neočekivana vrednost (op=4).

```
this.options2 = "?json={\"red\":" + red + "}&op=2";
Striming now = JsonConvert.DeserializeObject<Striming>(this.request2());
showstream.Add(new StrimingLista() { ID = now.pacID, KorisničkoIme = now.kIme,
red++;
```

Slika 5. Slanje zahteva za popunu tabele potrebnim podacima o korisnicima ES-SOS slučaja (op=2).

```
Int64 red = Convert.ToInt64(PrikazStreaming.CurrentCell.RowIndex);
this.options3 = "?json={\"red\":" + red + "}&op=6";
string odgovor = this.request3();
```

Slika 6. Provera stanja izabranog slučaja tako što se šalje broj reda koje je lice izabralo (op=6).

```
this.options3 = "?json={\"pacID\":" + strimpacid + "}&op=7";
string sesid = this.request3();
```

Slika 7. Slanje zahteva sa određenim podacima o korisniku i dobijanje id-a sesije (op=7).

```
this.options3 = "?json={\"kIme\":\"" + strimDokKime +
"\",\"pacID\":" + strimpacid + ",\"sessionId\":\"" + sesid + "\" }&op=1";
string tuken = this.request3();
```

Slika 8. Zahtev za dobijanje tokena i čuvanje tokena (op=1).

Nakon što je desktop aplikacija dobila sve neophodne podatke za pristup ES-SOS slučaju otvaraju se dve nove forme sa prenešenim podacima o korisniku i ovlašćenom licu.

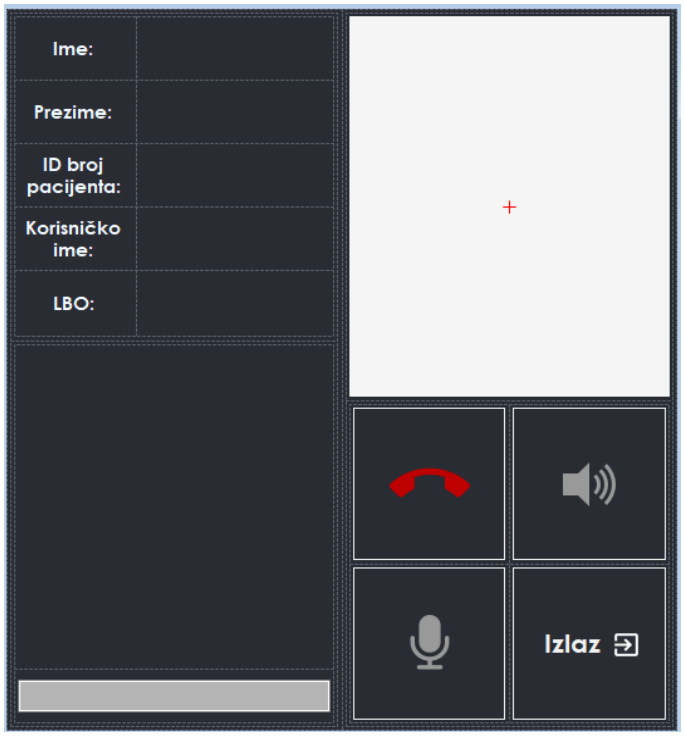
Nakon pristupa novoj formi šalje se automatizovana pozdravna poruka mobilnoj aplikaciji preko *Backend*-a sa informacijama o ovlašćenom licu koje je preuzelo slučaj (slika 9).

```
specijalsend poruka = new specijalsend();
poruka.poruka = "Dobar dan, kako Vam danas mogu pomoci?";
poruka.pacID = Convert.ToInt64(current.pacID);
poruka.kIme = current.dokKime;
```

Slika 9. Prikaz pozdravne poruke.

Ovlašćeno lice, vidi sadržaj na slici 10, ima pristup informacijama o slučaju kao što su: osnovni podaci o korisniku, trenutna lokacija korisnika [8] (koja se obnavlja svakih 5 sekundi), pristup osnovnim kontrolama kao što su prekidanje slučaja, isključenje mikrofona ili zvučnika i napuštanje sesije.

U glavnoj formi se otvara prazna *XAML* forma koja se koristi za prikaz video i audio prenosa sadržaja. Rezolucija forme je, u opštem slučaju, 640x480p. Rezolucija je veća ako korisnik ima pristup bržem protoku interneta. Nakon otvaranja glavne forme pokreću se *listener*-i koji "osluškuju" i reaguju na događaje tokom slučaja (slika 11).



Slika 10. Izgled glavne forme ES-SOS slučaja.

```
public string SESSION_ID = "";
public string TOKEN = "";
VideoRenderer video = new VideoRenderer();
Session Session;
Publisher publisher;
Subscriber subscriber;
InitializeComponent();
SESSION_ID = sesija;
TOKEN = tuken;
Session = new Session(Context.Instance, API_KEY, SESSION_ID);
Session.Connected += Session_Connected;
Session.Disconnected += Session_Disconnected;
Session.Error += Session_Error;
Session.StreamReceived += Session_StreamReceived;
Session.StreamDropped += Session_StreamDropped;
Session.ConnectionDropped += Session_ConnectionDropped;
publisher = new Publisher(Context.Instance, renderer: PublisherVideo);
publisher.PublishVideo = false;
```

Slika 11. Kod za pokretanje *XAML* forme, prenos bitnih podataka iz glavne forme (slika 3.) a to su id sesije i token.

V. FUNKCIONALNOST I RAZVOJ *BACKEND*-A

Poslednji deo projekta predstavlja *Backend* koji je zadužen za medjusobnu komunikaciju izmedju mobilne i desktop aplikacije i skladištenje podataka.

Ni ovlašćeno lice ni korisnik ne mogu da vide tok dešavanja u *Backend*-u. Mobilna i desktop aplikacija ne mogu samostalno da funkcionišu bez *Backend*-a, zbog toga je on vrlo bitan. Prvo će biti opisana interakcija sa moblinom pa onda sa desktop aplikacijom.

```
$jsonp = $_GET['json'];
$op = $_GET['op'];
$jsona = file_get_contents("php://input");
$objo = new Option();
$p = json_decode($jsona, true);

foreach ($p as $key => $value) {
    $objo->{$key} = $value;
}
if ($jsonp == NULL && $jsona == NULL) {
} else if ($jsona != "") {
    if ($objo->op == 1) {
        $obj = new Temp2();
        $p = json_decode($jsona, true);

        foreach ($p as $key => $value) {
            $obj->{$key} = $value;
        }
//        $archiveId=0;
        $conn = mysqli_connect($host, $username, $password, $db_name5) or die
            ("ERROR_1");
        $query = "SELECT PacID,sID from Pacijenti WHERE Korisnicko = '$obj
            ->kIme'";
        //echo "QUERY: $query <br>";
        $result = mysqli_query($conn, $query) or die('Error querying database.'
            . mysqli_error());
        //echo "$result->num_rows";
        if ($result->num_rows > 0) {
```

Slika 12. Primanje i dekodiranje JSON-a od mobilne i desktop aplikacije.

Pomoću *POST* metode (file_get_contents) uzima se *JSON* fajl i razlaže se na određene atribute (pol, ime, prezime ...). Proverava se koja je aplikacija poslala JSON fajl (desktop ili mobilna). U ovom slučaju će se izvršavati kod namenjen za moblinu aplikaciju koji je zadužen za pokretanje video prenosa (op=1).

Pribavljaju se id korisnika i id sesije (iz tabele u bazi podataka, a podaci se automatski generišu kada se korisnik registruje) za korisnika koji zahteva video prenos (slika 12.).

```
$apiKey = "46117532";
$apiSecret = "8bd354600e5a33abaab040fba5205c71e2f0894a";

$opentok = new OpenTok($apiKey, $apiSecret);

$session = $opentok->createSession(array('mediaMode' => MediaMode
    ::ROUTED));
$sessionId = $session->getSessionId();

$token = $session->generateToken(
        array(
            'role' => Role::MODERATOR,
            'expireTime' => time() + (7 * 24 * 60 * 60), // in one week
            "data" => "name=$obj->kIme",
        )
);
//echo $token;
$obj->sessionId = $sessionId;
$obj->token = $token;
//echo $obj->token;
$conn = mysqli_connect($host, $username, $password, $db_name5) or die
    ("ERROR_1" . mysqli_error());
$query = "SELECT Ime,Prezime,Pol,LBO from Pacijenti WHERE Korisnicko =
    '$obj->kIme'";
//echo "QUERY: $query <br>";
$result = mysqli_query($conn, $query) or die('Error querying database.'
    . mysqli_error());
```

Slika 13. Generisanje tokena i sesije.

Glavni deo funkcionalnosti *Backend*-a je generisanje *OpenTok* tokena, zapravo pravljenje cele sesije. Koriste se metode koje pripadaju *OpenTok* servisu. Id sesije i token se stavljaju u objekat koji će biti pretvoren u *JSON* i poslat mobilnoj aplikaciji (slika 13.).

Izvršava se upit koji pribavlja dodatne informacije o korisniku, koje se kasnije upisuju u bazu radi čuvanja.

```
$conn = mysqli_connect($host, $username, $password, $db_name) or die
    ("ERROR_1" . mysqli_error());
$query2 = "INSERT INTO Pacijenti_stream (pacID,ime,prezime,kIme,pol
    ,sessionId,LBO,longitude,latitude,status,vremeIN,datumIN) VALUES
    ($obj->pacID,'$obj->ime','$obj->prezime','$obj->kIme','$obj->pol'
    ,'$obj->sessionId',$obj->LBO,'$obj->longitude','$obj->latitude'
    ,'Slobodno','$obj->vremeIN','$obj->datumIN')";
// echo "QUERY: $query2 <br>";
mysqli_query($conn, $query2) or die('Error querying database2222.');
mysqli_close($conn);
$conn3 = mysqli_connect($host, $username, $password, $db_name3) or die
    ("ERROR_1" . mysqli_error());
//mysqli_query($conn2, $query) or die('Error querying database.');
//mysqli_close($conn2);
mysqli_query($conn3, $query2) or die('Error querying database33.');
mysqli_close($conn3);
echo json_encode($obj);
```

Slika 14. Obuhvata popunjavanje tabela u bazi i vraćanje JSON-a mobilnoj aplikaciji.

Upit (*$query2*), koji se izvršava na slici 14., iniciraće pojavu obaveštenja desktop aplikaciji da je napravljena nova ES-SOS sesija. U isto vreme se vraća *JSON* fajl mobilnoj aplikaciji sa potrebnim podacima (token i id sesije). Tokom sesije koordinate telefona se stalno ažuriraju (5000 ms).

```
else if ($jsonp != "") {
  //echo "uso";
  if ($op == 1) {

      $obj = new Temp2();
      $p = json_decode($jsonp, true);

      foreach ($p as $key => $value) {
          $obj->{$key} = $value;
      }
      $apiKey = "46117532";
      $apiSecret = "8bd354600e5a33abaab040fba5205c71e2f0894a";

      $opentok = new OpenTok($apiKey, $apiSecret);
      $sessionId = $obj->sessionId;
      $options = array(
          'role' => Role::MODERATOR,
          'expireTime' => time() + (7 * 24 * 60 * 60), // in one week
          "data" => "name=$obj->kIme"
      );
      $token = $opentok->generateToken($sessionId, $options);
      $obj->token = $token;
```

Slika 15. Generisanje tokena sa datim id-em sesije.

Sada će biti opisana interakcija samo desktop aplikacije i *Backend*-a. *JSON* fajl sa desktop aplikacije se uzima pomoću *GET* metode (slika 12.).

Kada se na desktop aplikaciji pristupi ES-SOS sesiji aplikacija šalje zahtev sa prosleđenim session id-em da dobije token da bi se povezala sa mobilnom aplikacijom (slika 15.).

```
$conn = mysqli_connect($host, $username, $password, $db_name) or die
    ("ERROR_1" . mysqli_error());
$query = "UPDATE Pacijenti_stream SET status='Zauzeto' WHERE pacID =
    $obj->pacID";
// echo "QUERY: $query <br>";
mysqli_query($conn, $query) or die('Error querying database.9');
mysqli_close($conn);

$conn = mysqli_connect($host, $username, $password, $db_name) or die
    ("ERROR_1" . mysqli_error());
$query = "INSERT INTO Pacijenti_stream_zauzeto SELECT * FROM
    Pacijenti_stream WHERE pacID=$obj->pacID";
//echo "QUERY: $query <br>";
mysqli_query($conn, $query) or die('Error querying database.9');
mysqli_close($conn);

$conn = mysqli_connect($host, $username, $password, $db_name) or die
    ("ERROR_1" . mysqli_error());
$query = "DELETE FROM Pacijenti_stream WHERE pacID=$obj->pacID";
//echo "QUERY: $query <br>";
mysqli_query($conn, $query) or die('Error querying database.9');
mysqli_close($conn);
```

Slika 16. Premeštanje slobodne sesije u zauzetu kada joj pristupi ovlašćeno lice.

Kada desktop aplikacija dobije token izvršava se premeštanje sesije iz slobodnog u zauzeti status.

Prvi upit (*$query*) menja status sesije u zauzeto ali desktop aplikacija je i dalje vidi.

Drugi upit (*$query*) kopira sesiju iz vidljive tabele u posebnu tabelu gde desktop aplikacija nema pristup.

Treći upit (*$query*) briše trenutnu sesiju (koja je bila kopirana u drugom upitu, zato što desktop aplikacija može pristupiti samo jednoj sesiji odjednom, slika 16.).

```
echo $obj->token;
$conn3 = mysqli_connect($host, $username, $password, $db_name3) or die
    ("ERROR_1" . mysqli_error());
$query = "INSERT INTO Dok_" . $obj->dokID . " (dokID,pacID,ime,prezime
    ,LBO,latitude,longitude,pol,status,kIme,vremeIN,datumIN,type,sID)
    VALUES($obj->dokID,$obj->pacID,'$obj->ime','$obj->prezime',$obj->LBO
    ,'$obj->latitude','$obj->longitude','$obj->pol','$obj->status','$obj
    ->kIme','$obj->vremeIN','$obj->datumIN','ES-SOS',$obj->sID)";
//echo $query;
mysqli_query($conn3, $query) or die('Error querying database.101');
mysqli_close($conn3);
```

Slika 17. Vraćanje zahtevanog tokena i pamćenje podataka o sesiji u *backup* bazu.

Izgenerisani token se vraća desktop aplikaciji i uspostavlja se veza izmedju mobilne i desktop aplikacije.

Za to vreme se upisuju podaci da je ovlašćeno lice pristupilo toj sesiji, vreme pristupa lica sesiji, koja vrsta sesije je u pitanju (ES-SOS ili SOS) kao i svi podaci ovlašćenog lica radi kasnije provere.

U slučaju da postoji problem sa povezivanjem baze *php* će stati i izbaciti grešku.

mysql_close se koristi za zatvaranje ili prekidanje veze sa bazom, da ne bi došlo do preopterećivanja baze.

VI. ZAKLJUČAK

Mobilna aplikacija je namenjena svim korisnicima. Mogu je koristiti i gluvonema lica jer se komunikacija može odvijati *chat*-om. U slučaju neke nesreće i potrebe da se hitno prenese stanje povređenog uspostavlja se i video veza. Aplikacija, takođe, eliminiše potrebu za objašnjavanjem lokacije nesreće jer se automatski prenose koordinate geografske širine i dužine koje mobilni telefon šalje *Backend*-u, a to se prosleđuje desktop aplikaciji. Jedna od mana je potreba za konstantnom vezom sa internetom da bi telefon mogao da pokupi sve potrebne podatke i pošalje ih. Željeni efekat je bolja interakcija sa hitnom službom i njihov brži odziv.

Prezentacija koja opisuje ovaj projekat se nalazi na sledećem linku:

https://drive.google.com/file/d/181wofcrNkzJTi6MX6vxAZy8jzkjVKur2/view?usp=sharing

ZAHVALNICA

Veoma smo zahvalni Elektrotehničkoj školi “Mija Stanimirović” koja nam je obezbedila opremu i prostor za rad. Takođe, želimo da se zahvalimo našoj mentorki Radmili Lučić.

LITERATURA

[1] Informacije o broju korisnika fiksnih i mobilnih mreža dostupne na: https://www.ratel.rs/upload/documents/Pregled_trzista/Pregled%20trzista%202016.pdf
[2] *Visual studio* okruženje dostupno na: https://visualstudio.microsoft.com/downloads/
[3] *Android studio* dostupan na: https://developer.android.com/studio/
[4] *NetBeans* dostupan na sledećem linku: https://netbeans.org/downloads/
[5] *Basic php* 5.6.30 dostupan na: http://php.net/
[6] Hosting servis korišćen za održavanje *Backend-a* dostupan na: https://ifastnet.com/
[7] *Opentok* SDK dostupan na: https://tokbox.com/
[8] *NuGet* google mapa dostupna na: https://archive.codeplex.com/?p=greatmaps

Analog/Mixed-Signal Dizajn i Verifikacija - osnove jezika Verilog-AMS

Milica Bogićević

Sadržaj - U ovom radu biće reči o mixed-signal procesu dizajna i verifikacije, jezicima za opis mixed-signal hardvera i modelovanju elektronskih komponenti.

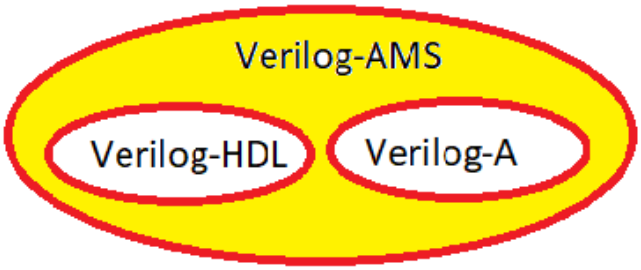
I. MODELOVANJE

Pod pojmom modelovanje smatra se određeni deo dizajna koji je predstavljen kao funkcionalni model u određenom HDL-u (*Hardware Design Language*). Postoje razne vrste modela opisanih u raznim programskim jezicima. U ovom radu akcenat će biti stavljen na Verilog-AMS jezik za opis mixed-signal hardvera.

II. VERILOG-AMS

Verilog-A i Verilog-HDL čine Verilog familiju jezika. Verilog-A omogućava opis analognih komponenti, dok Verilog-HDL omogućava opis digitalnih komponenti. Verilog-AMS, kao jezik za modelovanje mixed-signal sistema, kombinuje ova dva jezika (slika 1) i dodaje odgovarajuće funkcionalnosti koje omogućavaju opis mixed-signal komponenata.

Primarna uloga Verilog-AMS jezika je u verifikaciji. AMS modeli se ne mogu sintetizovati jer obuhvataju analogne modele [1]. Ali to ne umanjuje njegov značaj jer omogućava da se blokovi poput AD i DA konvertora, PLL konvertora, i sl. simuliraju brzinom približnoj brzini simulacije digitalnih sistema.



Slika 1. Verilog familija.

A. *Funkcionalnost*

Neke od funkcionalnosti Verilog-AMS jezika su:

- u jednom modulu mogu se deklarisati i analogni i digitalni signali
- poštovanje Kirhofovih zakona [1]
- modul može sadržati i analogne i digitalne proceduralne blokove (**analog**, **initial**, **always**)
- connect konstruktor koji omogućava automatsko ubacivanje korisnički-definisanih konekcionih modula.
- kreiranje imenovanih grana. Ovakvo imenovanje omogućava da vezi između dva čvora dodelimo ime i čini predstavljanje preko Verilog-AMS koda mnogo jednostavnijim.

Primer operacionog pojačavača opisan u Verilog-AMS-u biće dat u nastavku rada:

```
module OP_AMP (V1, V2, Vout, Gnd );
input Gnd;
input  V1;
input  V2;
output Vout;
electrical Vout;
electrical Vout_int;
electrical V1;
electrical V2;
electrical Gnd;
electrical Vin1;
electrical Vin2;

parameter real A=10k;
parameter real R=10;
parameter real C=1.0/10k/R/`M_TWO_PI;

 real a;
 real r;
 real c;
initial begin
  a = A;
  r = R;
  c = C;
end

analog begin
  V(Vin1,Gnd) <+ a*V(V1, V2);
  V(Vin1, Vout_int) <+ r*I(Vin1, Vout_int);
  I(Vout_int, Gnd) <+ ddt(c*V(Vout_int, Gnd));
  V(Vout, Gnd) <+ 1*V(Vout_int,Gnd);
end
endmodule
```

Milica Bogićević je student na modulu Elektronske komponente i mikrosistemi, Elektronski fakultet Niš, Aleksandra Medvedeva 14, 18000 Niš, Srbija, E-mail: mika-95@live.com

B. Funkcije

Neke od najčešćih funkcija su:

- **transition** - funkcija koja usporava nagle promene signala. Koristi se kod prelaza diskretnog u analogni domen i za modelovanje kašnjenja digitalnih signala.
- funkcije pristupa (**V(), I()**) - ove funkcije mere napon/struju električnog signala i vraćaju realnu vrednost
- **ddt** - funkcija koja vrši diferenciranje određenog signala
- **idt** - funkcija koja vrši integraciju određenog signala u vremenu
- **absdelay** - funkcija koja translira kontinualni signal u vremenu
- **cross** - funkcija koja generiše analogni događaj kada se određena vrednost signala pređe u bilo kom smeru. Kao primer se može uzeti komparator koji proverava da li je vrednost veća ili manja od zadate i u kom trenutku prelazi vrednost
- **above** - ista kao cross funkcija, s izuzetkom što generiše događaj pri pozitivnom prelasku kroz nulu kao i u nultom trenutku ako je argument veći od nule
- **absdelta** - generiše digitalni događaj kada se analogni ili signal tipa real promeni za više od zadatog argumenta delta

III. VRSTE MODELA

Postoji nekoliko vrsta modela koji se koriste u raznim fazama dizajna i verifikacije *mixed-signal* čipova. Mogu se podeliti u dve grupe:

- *Electrical* modeli - predstavljaju preciznije modele koji imaju informaciju o naponima i strujama, predstavljaju detaljan model, što uzrokuje sporije simulacije.
- *Real Number Model* - predstavlja jednostavniji model gde su vrednosti izražene u realnim brojevima, prednost im je brzina u izvršavanju simulacija.

A. Modelovanje električnim signalima

Electrical signali su elementi Verilog-A i Verilog-AMS jezika koji služe za modelovanje analognih signala [2]. Oni su specifični po tome što imaju dve komponente, vrednost struje i vrednost napona. Prednost pisanja modela koristeći ovakve signale je što model može biti veoma precizan. Ovakav model se obično piše kada u sistem treba integrisati element koji nije prethodno detaljno verifikovan, i od interesa je da što preciznije simuliramo njegovo ponašanje u sistemu. Obično se prilikom ovakve simulacije za sve ostale blokove sistema koriste najjednostavniji mogući modeli. Takođe veoma je jednostavno povezati blokove koji su modelovani *electrical* signalima, jer ne dolazi do potrebe za konekcionim modulima (adapterima). Velika mana ovih modela je to što pri simulaciji velikim delom koriste analogni simulator, pa simulacije mogu dugo da traju.

Primer naponskog izvora dat je u nastavku:

```
module vsrc(Vout, GND);

output Vout;
output GND;

electrical Vout;
electrical GND;

parameter real V;
parameter real R;
real Vout_int;
real r;

initial begin
        Vout_int = V;
        r = R;
end

analog begin
        V(Vout, GND) <+ transition(Vout_int,
0.0, 1ns) + r*I(Vout, GND);
end
endmodule
```

B. Modelovanje realnim brojevima

Pri ovoj vrsti modelovanja, svi signali na pinovima modela su **logic** ili **wreal** tipa. Wreal signali imaju ponašanje slično **real** signalima, uz neke izuzetke. **Real** signali se koriste kao promenljive. Vrednost im se može menjati u proceduralnim blokovima (**initial**, **always**, **analog**) dok se **wreal** signalu dodela vrši pomoću funkcije **assign**. **Wreal** signali se mogu koristiti kao signali portova. Oni ne pamte prethodnu vrednost.

Primer strujnog izvora dat je u nastavku:

```
module isrc(Iout, GND);
output Iout;
output GND;

wreal Iout;
wreal GND;

parameter real I;
real Iout_int;

initial begin
Iout_int = I;

end
assign Iout = Iout_int;
endmodule
```

IV. ZAKLJUČAK

Verilog-AMS je jedan od jezika familije Verilog koji može da opisuje strukturu hardvera kao i tok signala s tim što on obuhvata i analogni i digitalni domen i interakciju između njih [3]. Kao jedan od mlađih jezika manje je pristupačan nego ostali jezici iz familije. On uspeva da spoji digitalni i analogni domen omogućavajući da se analogne komponente kontrolišu digitalnim signalima.

ZAHVALNICA

U nadi da će rad približiti oblast dizajna i verifikacije studentima Elektronskog fakulteta, autor se ovom prilikom zahvaljuje kolegama, *mixed-signal* inženjerima Mladenu Saviću, Aleksandru Dimitrijeviću, Zoranu Koprivici i Srđanu Pjanu na sugestijama. Posebnu zahvalnost autor duguje firmi *Elsys Eastern Europe*, koja svake godine daje temelj studentima u razvoju u ovoj oblasti.

LITERATURA

[1] Kenneth S. Kundert, Olaf Zinke, *The Designer's Guide To Verilog-AMS*, first edition, Kluwer Academic Publishers, Boston/Dordrecht/London, june 2004.

[2] Dan FitzPatric, Ira Miller, *Analog Behavioral Modeling With The Verilog-A Language*, Kluwer Academic Publishers, Boston/Dordrecht/London

[3] Verilog-AMS *Language Reference Manual, Analog & Mixed-Signal Extensions to Verilog HDL*, http://www.designers-guide.org Copyright© 1996-2008 by Accellera Organization, Inc.

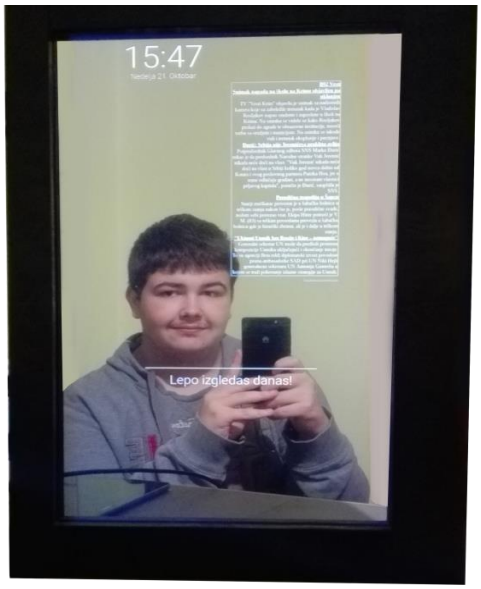
Smart mirror – Pametno ogledalo

Nikola Zdravković, Jovan Prvulović

Sadržaj - Ovaj rad ima za cilj da predstavi jedinstveni sistem za prikaz informacija na posebnom ogledalu. Osnovu sistema čine: Raspberry Pi, displej, specijalno ogledalo i programski kod napisan u programskom jeziku PHP i HTML.

I. UVOD

Celokupni projekat je osmišljen da obezbedi „multitasking“ tjs. mogućnost obavljanja više radnji istovremeno. Celokupni sistem se sastoji od jedne glavne celine, koja će se u daljem tekstu ovog rada posebno obraditi. Glavna celina je mikro računar koji upravlja celim sistemom, sa zadatkom da ispisuje vreme, vesti, vremensku prognozu i elektronsku poštu na ogledalu. Konačni rezultat rada prikazan je na slici 1.



Slika 1. Smart mirror - glavno kućište.

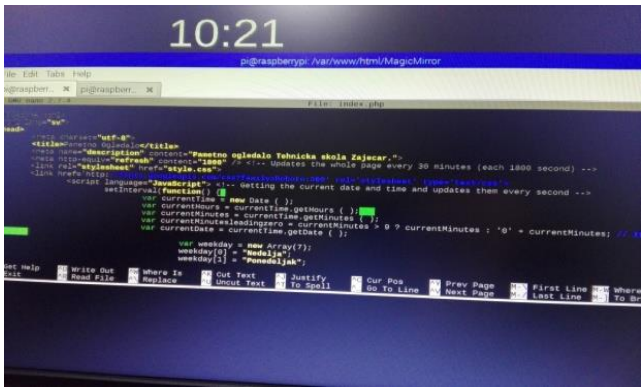
II. PRINCIP RADA I PRAKTIČNA REALIZACIJA

Raspberry Pi [1] se pomoću Wi-Fi-a ili LAN kablom povezuje na internet. Ako se povezuje pomoću LAN kabla koristimo Ethernet port. Raspberry Pi sa interneta prikuplja zadate informacije kao što su u našem slučaju: vesti, vreme i elektronska pošta. Prikupljene i obraćene informacije prikazuje na posebnoj Localhost veb adresi koja dostavlja podatke na ekran.

Prilikom uključenja Raspberry Pi zatvara sve programe, isključuje interfejs operativnog sistema i uključuje Chromium pretraživač koji otvara Localhost .

Raspberry Pi je povezan na monitor a pomoću specijalnog ogledala prikazuje informacije korisniku.

Veb stranica je pisana u PHP programskom jeziku, a za pisanje koda korišćena je komanda „nano” u Terminalu operativnog sistema slika 2.



Slika 2. Deo koda prikayan u text editoru nano.

Apache2 [3] Veb server omogućava prikaz podataka na bilo kom uređaju sa pristupom lokalne mreže. Veb server obuhvata korisnički interfejs za prikaz podataka. Korisnički interfejs izrađen je pomoću HTML 5, PHP, CSS 3 i JavaScript.

Raspberry Pi koristi Raspbian operativni sistem. Raspbian je operativni sistem zasnovan na Debian operativnom sistemu. Postoje nekoliko verzija ovog operativnog sistema uključujući i Raspbian Stretch i Raspbian Jessie. Realizovan je na bazi UNIX operativnih sistema. Operativni sistem je otvorenog je koda i zauzima malo memorijskog prostora. Na slici 3 je prikazan Raspbian operativni sistem.



Slika 3. Raspbian operativni sistem.

Izvorni kod pisan je u Terminalu. U nastavku je prikazana najbitnija skripta za ispisivanje tačnog vremena i datuma:

Nikola Zdravković, Jovan Prvulović su učenici Tehničke škole Zaječar, Kneginje Ljubice 3-5, 19000 Zaječar, Srbija

```
<script language="JavaScript">
<!-- Prikaz datuma i vremena svake sekunde-->
setInterval(function() {
var currentTime = new Date ( );
var currentHours = currentTime.getHours ( );
var currentMinutes = currentTime.getMinutes ( );
var currentMinutesleadingzero = currentMinutes >
9 ? currentMinutes
                : '0' + currentMinutes;
                // Ako je broj 9 ili manji dodaje
se 0 iza broja.
var currentDate = currentTime.getDate ( );
var weekday = new Array(7);
weekday[0] = "Nedelja";
...
var currentDay = weekday[currentTime.getDay()];
var actualmonth = new Array(12);
actualmonth[0] = "Januar";
...
var                currentMonth                =
actualmonth[currentTime.getMonth ()];

var currentTimeString = "<h1>" + currentHours +
":" + currentMinutesleadingzero +
       "</h1><h2>"   +   currentDay   +   ""   +
currentDate + "" + currentMonth + "</h2>";
document.getElementById("clock").innerHTML      =
currentTimeString;
}, 1000);
</script>
```

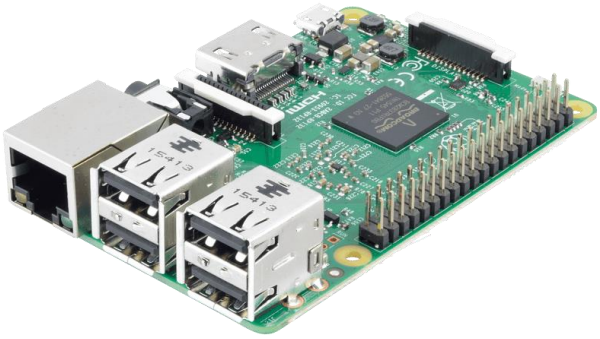
PHP [4] od Hypertext Preprocessor je specijalizovani skriptni programski jezik koji se koristi za izradu dinamičkih web stranica, tj. za dinamičko generisanje HTML koda. Pomoću PHP-a kreira se HTML stranica na serveru pre njenog slanja na lokalni računar, klijentu popunjenu dinamičkim sadržajem. Na ovaj način PHP kod generiše stranu koja se ne može videti, a prikazuje se na HTML kodu. Po sintaksi sličan je programskom jeziku C, ima i iste funkcije. To znači da jednu radnju možete izvesti korišćenjem više različitih funkcija. Na slici 4. Prikazan je logotip php-a.



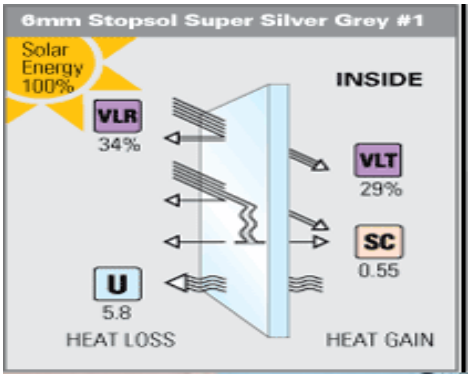
Slika 4. Logotip php-a.

III. MATERIJAL I METOD RADA

U radu je korišćen Raspberry Pi 3 model b [2] (slika 5.a), Staklo Stopsol (slika 5.b), i monitor. Raspberry Pi 3 model B sa Quadcore 1.2GHZ procesorom i 1GB RAM-a. Raspberry Pi 3 model B je mikroprocesorska ploča otvorenog koda, Sadrži 40 GPIO (digitalnih ulazno/izlaznih pinova), ukupno 26 od 40 digitalnih pinova se mogu koristiti kao programabilni pinovi, 2 5V pina, 2 3V pina, 8 pinova za uzemljenje i 2 ID pina za napredno korišćenje. Namenjen je korisnicima koji zahtevaju male dimenzije ploče, a njihovi projekti zahtevaju obračunavanje i obradu podataka. Na slici 2 prikazan je Raspberry Pi 3 model B.



Slika 5.a. Raspberry Pi 3 model b.



Slika 5.b. Prikaz rada stopsol stakla.

Raspberry Pi se pomoću Wi-Fi-a ili LAN kablom povezuje na internet. Ako se povezuje pomoću LAN kabla koristimo Ethernet port. Raspberry Pi sa interneta prikuplja zadate informacije kao što su u našem slučaju: vesti, vreme i elektronska pošta. Prikupljene i obraćene informacije prikazuje na posebnoj Localhost veb adresi koja dostavlja podatke na ekran. Stopsol propušta jedan deo svetlosti, a jedan deo reflektuje tako da ima funkciju ogledala.

IV. REZULTAT ISTRAŽIVANJA

Rezultat ovog rada je funkcionalni sistem koji omugućava regulaciju grejanja tj. uključuje/isključuje sistem grejanja i reguliše temperaturu. Sistem omogućava povećanje konfora ljudi i uštedu energije.

A. Problemi pri radu sistema

Jedini problem koji se nametnuo u realizaciji i primeni projekta je dinamička IP adresa, naime Internet provajderi dodeljuju novu IP adresu svaki put kada se uređaj konektuje na mrežu, pa samim tim svaki put kada se uključuje sistem potrebno ga je konfigurisati iznova. Ovaj problem je moguće rešiti dodavanjem punjive baterije između jedinice za napajanje i Raspberry Pi-a pa se slučajna restartovanja zbog nestabilnog napona ne bi događala.

V. ZAKLJUČAK

Celokupan projekat je osmišljen od strane učenika, a realizovan uz pomoć profesora-mentora. Bilo je potrebno primeniti znanje ne samo iz informatike već i iz elektronike, elektrotehnike i praktičnog rada sa elektro materijalima. Autori rada zadovoljni su krajnjim prozvodom.

Ovaj projekat pruža i mogućnost za dalja istraživanja kao što je prilagođavanje za kontrolu gradskog sistema za grejanje, sistemima sa kotlovima na čvrsto gorivo, kao i kontrolu temperature po prostorijama.

ZAHVALNICA

Autori rada zahvaljuju se Tehničkoj školi u Zaječaru i profesorima elektro-informatičkog aktiva škole na pruženoj podršci, a posebno mentorima dip.inž.elek. Dejanu Nikoliću i dip.inž.elek. Draganu Miliću.

LITERATURA

[1] Raspberry Pi. (https://www.raspberrypi.org/)
[2] Raspberry Pi 3 model B. (https://www.raspberrypi.org/products/raspberry-pi-3-model-b/)
[3] Apache2. (https://httpd.apache.org/)
[4] Php (http://php.net/)

Kombinovani pokretni sistem za detekciju temperature i vlažnosti

Nikola Petrović, Petar Ljubinković

Sadrzaj - Ovaj rad ima cilj da predstavi kombinovani sistem sistema Arduina i Lego platforme. Za merenje parametara temperature, vlažnosti vazduha i postojanja magnetnog polja obavlja se upotrebom Arduino sistema dok kretanje sistema omogućava Lego platforma. Osnovu sistema čine Arduino uno, senzor temperature i vlažnosti vazduha, senzor magnetnog polja, žiro senzor, zvučnik i Lego platforma sa motorima i točkovima.

I. UVOD

Sistem za merenje funkcioniše tako što korisnik uređaj navodi do zadate tačke gde uređaj izvršava merenje, rezultati se ispisuju na LCD displeju. Glavna jedinica je Arduino UNO koji je postavljen na uređaj za kretanje čiju osnovu čine Lego EV3 brick i elektro motori.

Proces rada prikazan je na blok šemi na slici 1.



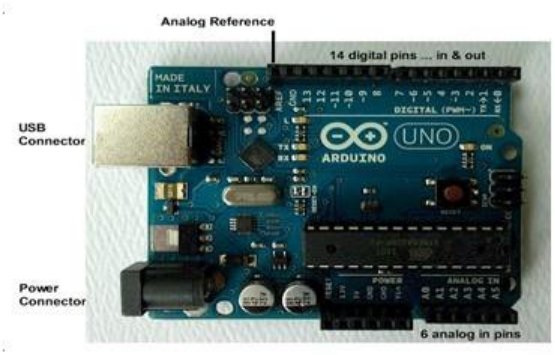
Slika 1. Blok šema.

II. PRINCIP RADA

Sistem funkcioniše tako što korisnik preko softverskog paketa Lego Mindstorms EV3 zadaje komandu za kretanje. Kada dođe do zadate lokacije Arduino vrši merenje i rezultate ispisuje na LCD displej.

Predstavljanje komponenata i priprema za izradu:Arduino UNO [1] je mikroprocesorska platforma (razvojni sistem) otvorenog koda. Hardver se sastoji od jednostavnog otvorenog hardverskog dizajna Arduino ploče sa Atmel AVR procesorom i pratećim ulazno-izlaznim elementima, tačnije, na sebi poseduje mikrokontroler. Softver se sastoji od razvojnog okruženja koje čine standardni kompajler i bootloader koji se nalazi na samoj ploči. Arduino hardver se programira koristeći programski jezik zasnovan na Wiring jeziku (sintaksa i biblioteke). U osnovi je sličan C++ programskom jeziku sa izvesnim pojednostavljenjima i izmenama. Integrisano razvojno okruženje je zasnovano na Processing-u.

Nikola Petrović i Petar Ljubinković su učenici drugog razreda smera Elektrotehničar informacionih tehnologija – ogled u „Tehničkoj školi Zaječar“, Knjeginje Ljubice 3-5, 19000 Zaječar. E-mail:pnikola535@gmail.com, petarljubinkovic7@gmail.com



Slika 2. Arduino UNO.

EV3 kontroler [2] je upravljačka jedinica iz Lego paketa. Hardver se sastoji od brzog mikrokontrolera pod oznakom ARM 9 koji poseduje 16MB flash memorije, kao i 64MB RAM memorije. Na jedinici se nalazi ukupno 8 portova od kojih se 4 upotrebljavaju za povezivanje motora, a ostala 4 za povezivanje senzora. Softver se sastoji od razvojnog okruženja koje čine standardni kompajler i bootloader koji se nalazi na samoj ploči sa Linux operativnim sistemom otvorenog tipa. EV3 brick je moguće povezati na računar, preko koga se programira, putem USB Kabla, Bluetooth-a ili WiFi-a, a takodje je kompatibilan i sa Android i iOS operativnim sistemima. Na slici 3 prikazan je EV3 brick koji je korišćen u razvoju ovog projekta.



Slika 3. EV3 brick.

Servo motor [3] koristi talasne povratne informacije za preciznu kontrolu (precizno do jedan stepen). Korišćenjem ugrađenih rotacionih senzora, inteligentni motor se može usaglasiti i sa drugim motorima na robotu tako da može da

se kreće ravnom linijom istom brzinom. Takođe se može koristiti za precizno čitanje rezultata u pokušajima.



Slika 4. Servo motor.

Žiro senzor (žiroskop) [4] je uređaj za merenje promene ugla tela vezanog za njega, odnosno inercione sisteme i za održavanje orijentacije. Funkcioniše na osnovu principa ugaonog momenta. Uređaj se sastoji od točka ili diska čija se osovina može slobodno okrenuti u bilo koji položaj prostranstva. Bilo kakva promena položaja ose žiroskopa, usled pridavanja spoljnog momenta, je mnogo manja nego što bi bila bez velikog ugaonog momenta svojstvenog okretljivosti žiroskopa. Zbog minimiziranja spoljašnjeg momenta moniranjem uređaja u kardanski obruč, njegov položaj ostaje gotovo fiksiran, bez obzira na bilo koji pokret platforme na kojoj je montiran, a u našem slučaju to je Lego platforma sa digitalnim senzorom. Žiro senzor je prikazan na slici 5.



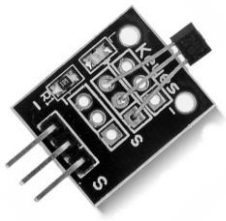
Slika 5. Žiro senzor.

Senzor temperature i vlažnosti DHT11 [5] prikazan je na slici 6. Daje kalibrisane digitalne izlaze za temperaturu i relativnu vlažnost vazduha. Radi pri naponima izmedu 3,5 i 5,5 V DC. Može da meri temperaturu do 50° C, a vlažnost vazduha u opsegu od 20-90%. Senzor je fabrički kalibrisan i ne zahteva dodatne komponente.



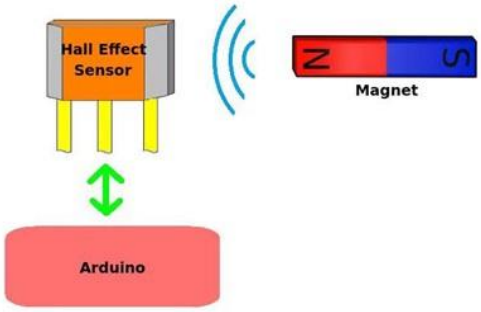
Slika 6. Senzor temperature i vlažnosti.

Senzor magnetnog polja [6] pokazuje napon kada se nalazi u magnetnom polju. Ako nema magnetnog polja senzor koristi priblizno polovinu napona napajanja (obično 2,5V) pod uslovom da je napajanje 5V. Uređaj ima specifičnu orijentaciju; magnet bi trebalo da bude na logičkoj strani uređaja. Ovi senzori su relativno netačni njihova osetljivost na magnetno polje moze da varira u 20% ili više.



Slika 7. Senzor magnetnog polja.

Princip detekcije magnetnog senzora prikazan je na slici 8.



Slika 8. Princip detekcije magnetnog senzora.

Na slici 9. prikazan je LCD displej [7] sa sledećim karakteristikama: displej 2x16 karaktera, zeleno pozadinsko osvetljenje i napajanjem od 5V.



Slika 9. LCD displej.

Nakon povezivanja, napisan je kod u softverskom paketu ArduinoIDE koji je prikazan na slici 10. [8] Unošenjem dve promenljive (t i h), koje ce da predstavljaju temperaturu i vlažnost vazduha sistem prikuplja merene veličine, salje ih nazad u sistem, koji u zavisnosti od njihovih vrednosti, kontrolise LED diode. Ukoliko je temperatura manja od 22 stepena Celzijusova, svetlece zelena dioda. Za temperaturu između 22 i 35 stepena, svetleće žuta dioda. Svaka temperatura koja prelazi 35 stepeni, aktiviraće se buzzer, uporedno sa crvenom diodom.

```
#include <DHT.h>



#define DHT_PIN A0
#define DHTTYPE DHT11
DHT dht (DHT_PIN, DHTTYPE);
float h;
float t;
void setup()
{

}
void loop()
{
  delay(1000);

  h = dht.readHumidity();

  t = dht.readTemperature();
```

Slika 10. Deo koda u softverskom paketu ArduinoIDE.

Programiranje lego platforme rađeno je u softverskom paketu Lego Mindstorms EV3 [9]. Na slici 11. prikazan je deo koda koji služi za upravljanje servo motorom.



Slika 11. Kod za upravljanje servo motora.

III. Zaključak

Celokupan projekat je osmišljen od strane učenika, a realizovan uz pomoć profesora-mentora. Bilo je potrebno primeniti znanje ne samo iz informatike već i iz elektronike, elektrotehnike, mehatronike i praktičnog rada sa elektro materijalima. Autori rada zadovoljni su krajnjim proizvodom.

Ovaj projekat pruža mogućnost za dalja istraživanja i unapređenja kao što je automatizacija platforme kao što je kontrola kretanja u prostorijama pomoću zadavanja kordinata preko internet, upravljanje platforme pomoću mobilne aplikacije, slanje očitanih merenih vrednosti preko mrežnih uređaja i njihovo automatsko ažuriranje.

Zahvalnica

Autori rada zahvaljuju se Tehničkoj školi u Zaječaru radi pružanja tehničkih i materijalnih sredstava takođe velika zahvalnost i profesorima elektro aktiva škole na pruženoj podršci, a posebno mentorima dip.inž.elek. Dejanu Nikoliću i dip.inž.elek. Draganu Miliću.

Literatura

[1] Arduino Uno (https://store.arduino.cc/arduino-uno-rev3) Septembar, 2017
[2] EV3 kontroler (http://www.legama.si/en/pregled-produktov-za-ev3) Septembar, 2017
[3] Servo motor (https://en.wikipedia.org/wiki/Servomotor) Septembar, 2017
[4] Žiro sensor (https://sr.wikipedia.org/sr/%D0%96%D0%B8%D1%80%D0%BE%D1%81%D0%BA%D0%BE%D0%BF) Avgust, 2017
[5] DHT11 (http://www.circuitbasics.com/how-to-set-up-the-dht11-humidity-sensor-on-an-arduino/)
[6] Arduino magnetic field sensor - Hall Effect (https://www.idealno.rs/Proizvod/4458104/nesortirano/nesortirano-ostalo/ostalo-nesortirano/arduino-senzor-magnetnog-polja-hall-effect) Septembar 2017
[7] LCD displej (https://www.openhacks.com/uploadsproductos/eone-1602a1.pdf) Septembar 2017
[8] Arduino IDE 1.6.12 (https://www.arduino.cc/en/Main/Software) Avgust,2017
[9] Lego Page (https://www.lego.com/en-us/mindstorms/about-ev3) Septembar, 2017

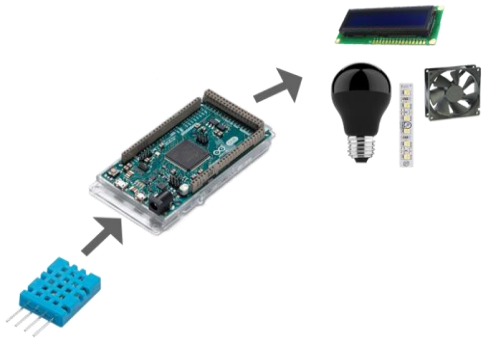
Primena Arduino platforme za kontrolu i regulaciju životnih uslova u terarijumu

Nikola Ristić, Aleksa Rajković, Stefan Ristić, Dejan Nikolić

Sadržaj - Ovaj rad ima za cilj da predstavi sistem za kontrolu I regulaciju parametara u terarijumu pomoću Arduino platforme. Osnovu sistema čine: ArduinoDue, Ethernet shield , senzor temperature i vlažnosti vazduha, zatamljena žarna sijalica za grejanje vazduha, ventilator za hladjenje, LED traka, četvorokanalni relej i LCD displej. Programiranje ceokupnog sistema urađeno je u softverskom paketu ArduinoIDE.

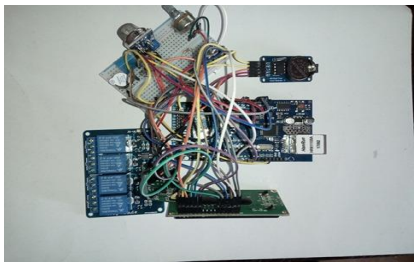
I. UVOD

Životinje koje se čuvaju u terarijumu zahtevaju specijalne uslove za život. Zbog toga je neophodno meriti parametre unutar terarijuma, na osnovu izmerenih parametra vršiti regulacuju i kontrolu uslova potrebnih za normalan život. Ovaj rad predstavlja jedno od mogućih rešenja. Osnovna šema sistema sistema za kontrolisanje životnih uslova prikazana je na slici 1.



Slika 1. Osnovna šema.

Krajni rezultat rada sistema za kontrolisanje uslovima u staništu prikazan je na slici 2.



Slika 2. Izgled sistema.

Nikola Ristić učenik treće godine, Aleksa Rajković učenik četvrte godine, Stefan Ristić učenik prve godine smera: Elektrotehničar informacionih tehnologija u „Tehničkoj školi Zaječar“, Knjeginje Ljubice 3-5, 19000 Zaječar.
Email: arajkovic22@gmail.com, risticza@gmail.com

II. PRINCIP RADA

Sistem radi na principu prikupljanja informacija u razvojnom sistemu Arduino Due [1] o temperaturi i vlažnosti vazduha. Posle obrade prikupljenjenih informacija, trenutne rezultate prikazuje na LCD ekranu, uz mogućnost pristupa podacima i putem interneta. Primerna regulacija vrši se poktretanjem ventilatora, uključivanjem sijalice (sijalicu koristimo za grejanje terarijuma) i LED trakom (LED traku koristimo za za osvetljenje terarijuma).

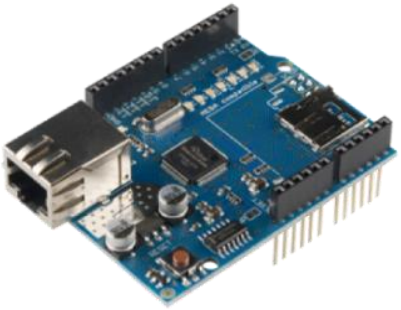
A. Predstavljanje komponenata i priprema za izradu

Arduino Due je platforma otvorenog koda. Hardver se sastoji od otvorenog hardverskog dizajna, Arduino ploče sa ARM core 32-bitnim procesorom, prvi put ugradjenim u mikrokontroler i pratećim ulazno-izlaznim elementima (poseduje 52 digitalna I 12 analognih pinova), tačnije, na sebi poseduje mikrokontroler. Softver se sastoji od razvojnog okruženja koje čine standardni kompajler i bootloader koji se nalazi na samoj ploči.Arduino ploču čine mikrokontroler sa pripadajućim komponentama koje omogućavaju programiranje i povezivanje sa drugom elektronikom. Na slici 3. prikazan je Arduino Due koji je korišćen u razvoju ovog projekta.



Slika 3. Arduino Due.

Arduino Ethernet shield [2] je modul, koji se pridodaje arduinu, nakon čega se on može povezati na internet tako da vrši ulogu servera ili klienta. Koristi W5100 kontroler. Ethernet shield W5100 R3 prikazan je na slici 4.



Slika 4. Arduino Ethernet shield.

Senzor temperature i vlažnosti vazduha (DHT 11) [3] funkcioniše na principu termistora (temperaturni otpornik), dok je za relativnu vlažnost vazduha zadužen kapacitivni senzor, kome se rad zasniva na merenju električnog kapaciteta, koji se menja u zavisnosti od delovanja vlažnosti vazduha na hemijski supstrat. Senzor temperature i vlažnosti vazduha (DHT 11) prikazan je na slici 5.



Slika 5. Senzor temperature i vlažnosti vazduha.

Na slici 6. prikazan je LCD displej [4] sa sledećim karakteristikama: displej 2x16 karaktera, zeleno pozadinsko osvetljenjei napajanjem od 5V.



Slika 6. LCD displej.

Na slici 7. prikazani su ventilator [5], zatamljena sijalica za grejanje[6] i LED traka koji se upotrebljavaju za promenu uslova u terarijumu. Ventilator je prečnika 80mm i napaja se sa 12v jednosmernog napona. Za grejanje je upotrebljena klasična žarna sijalica koja je prefarbana crnom farbom tako da ne emituje svetlost. LED traka se napaja sa 12v jednosmernog napona i obezbeđuje svetlost bele boje.



Slika 7. Sijalica, LED traka i ventilator.

Relej je komponenta koja se koristi kao prekidač u strujnom kolu, pomoću elektromagneta koji otvara ili zatvara strujne kontakte. U izradi projekta korišten je četvorokanalni relej modul na slci 8.



Slika 8. Četvorokanalni relej.

B. Izrada sistema

Povezivanje senzora vlažnosti vazduha i temperature, LCD displeja i četvorokanalnog releja sa Arduino Due se vrsi preko plocice, dok se sijalica, traka i ventilator povezuju na relej. Ethernet shield se poveže direktno na Arduino Due. Senzor temperature i vlažnosti vazduha se povezuje tako što pozitivan kraj senzora se poveže na pozitivan kraj arduinovog napajanja od 5 V, a negativan na masu. Izlazni signal senzora se povezuje na arduinov digitalni pin. LCD displej i relej su takodje povezani na odgovarajuce pinove. Nakon toga povezujemo LED traku i ventilator na relej, dok za njihovo napajanje koristimo isti izvor kao i za sam Arduino, ali preko DC/DC naponskog adaptera. Zatamljena žarna sijalica se povezuje na gradsku mrežu, a relej omugućava prekid napajanja po potrebi. Posle povezivanja sistema, napisan je kod u softverskom paketu Arduino IDE [7]. Kod se preko USB kabla učitava u Arduino Uno. Nakon pokretanja arduina prikupljaju se informacije sa senzora, prikazuju vrednosti temperature i vlažnosti vazduha na LCD ili monitoru. Informacije se šalju na lokalni web server kome korisnik može pristupiti. U slučaju da je temperatura niža od propisane relej obezbeđuje napon zatamljenoj žarnoj sijalici koja zagreva vazduh. Kada je postignuta željena temperatura sijalica se iskljucuje. Usled zagrevanja i hladjenja vlažnost vazduha moze postati prevelika, pa se u tom slucaju ukljucuje ventilator. LED traka obezbeđuje odgovarajaće osvetljenje koje se može podešavati, uključiti i isključiti tu po želji korisnika putem lokalnog web sajta.

C. Linija koda za automatsko paljenje grejalice

```
if(readString.indexOf("?autolighton1") >0)          // Kada korisnik preko web sajta pritisne dugme za automatko grejanje
            {
              if(temperature < 20){
                digitalWrite(25,LOW); ///kada je temperature ipod 20 stepeni pali se grejalica
              }
            }
            else{
            if(readString.indexOf("?autolightoff1") >0)
            {
              digitalWrite(25, HIGH);
            }
            }
```

D. Linija koda za očitavanje temepraturei vlažnosti vazduha na lcd ekranu

```
#include <dht.h>
#include<LiquidCrystal.h>
LiquidCrystal lcd(36,37,38,39,40,41);
dht DHT;

#define DHT11_PIN 7

void setup(){
 lcd.begin(16,  2);
      }
      void loop()
      {
        int chk = DHT.read11(DHT11_PIN);
        lcd.setCursor(0,0);
        lcd.print("Temperatura = ");
        lcd.println(DHT.temperature);
        lcd.setCursor(0,1);
        lcd..print("Vlaznost vazduha = ");
        lcd.println(DHT.humidity);
        delay(1000);
      }
```

IV. ZAKLJUČAK

Celokupan projekat je osmišljen od strane učenika, a realizovan uz pomoć profesora-mentora. Bilo je potrebno primeniti znanje ne samo iz informatike već i iz elektronike, elektrotehnike i praktičnog rada sa elektro materijalima. Autori rada zadovoljni su krajnjim proizvodom.

Ovaj projekat pruža i mogućnost za dalja istraživanja. Da bi dobili sistem koji je dobra osnova za prilagođavanje i proširivanje kapaciteta, i koji uz odgovarajuća poboljšanja može služiti za regulisanje mnoštvo različitih parametara . Od ovakve polazne tačke lako je napraviti sistem za čuvanje više životinjskih vrsta koji će biti mnogo efikasniji i praktičniji od sadašnjih sistema koji se ručno regulišu. Logičku osnovu za ovakvu primenu smo napravili, a kod realizacije bi samo trebalo da prilagoditi dimenzije i stanište.

ZAHVALNICA

Autori rada zahvaljuju se Tehničkoj školi u Zaječaru radi pružanja tehničkih i materijalnih sredstavatakođe velika zahvalnost i profesorima elektro-informatičkog aktiva škole na pruženoj podršci, a posebno mentoru dip.inž.elek. Nikolić Dejanu.

LITERATURA

[1] Arduino Due (https://store.arduino.cc/arduino-due),Septembar, 2017
[2] Arduino Ethernet Shield (https://www.mouser.com/catalog/specsheets/A000056_DATASHEET.pdf), Avgust, 2017
[3] Svet kompjutera – DHT11 (www.sk.rs/)
[4] LCD displej (https://www.openhacks.com/uploadsproductos/eone-1602a1.pdf, Septembar 2017
[5] Ventilator (https://en.wikipedia.org/wiki/Computer_fan),Avgust,2017
[6] Zatamljena žarna sijalica (http://www.teraristika.org/forum/showthread.php/16948-grijanje-za-terarijum-pomocu-folije-i-sijalice) , Jul 2017
[7] Arduino IDE 1.6.12 (https://www.arduino.cc/en/Main/Software), Avgust,2017

Sistem za praćenje uslova rasta biljaka preko mobilne aplikacije

Lazar Bujić, Nikola Milutinović

Sadržaj – U ovom radu opisan je sistem koji je namenjen za praćenje uslova rasta biljaka gde se prate temperatura, vlažnost vazduha i vlažnost zemljišta. Pomoću senzora za temperaturu i vlažnost vazduha i senzora za vlažnost zemljišta prikupljaju se podaci i šalju se putem Bluetooth-a do smart uređaja sa Android operativnim sistemom, koji ima instaliranu aplikaciju realizovanu za potrebe ovog sistema. Takođe, primljeni podaci se čuvaju i u bazi podataka.

I. UVOD

Zbog povećane potražnje za hranom ulažu se napori u razvoj tehnologija koje bi unapredile proizvodnju, uz održivo korišćenje postojećih resursa. Rešavanje ovog izazova na globalnom nivou moguće je uvođenjem tehnologija inteligentnih uređaja, satelitske navigacije, mobilnih komunikacija i sveprisutnog računarstva.

Poljoprivreda je najširi ekonomski sektor i igra važnu ulogu u ukupnom ekonomskom razvoju. U poslednje vreme, u različitim poljoprivrednim granama realizuje se veliki naučni napredak u cilju poboljšanja u budućnosti. Pametna poljoprivreda predstavlja primenu modernih informaciono-komunikacionih tehnologija u poljoprivredi. Ima veliki potencijal da unapredi poljoprivrednu proizvodnju, bazirajući se na preciznijoj i efikasnijoj upotrebi resursa. Podrazumeva izgradnju sistema za praćenje polja useva pomoću senzora (senzori za temperaturu, svetlost, vlažnost vazduha, zemljišta, itd.), a takođe može uključivati i automatizaciju sistema za navodnjavanje. Na taj način poljoprivrednici mogu pratiti uslove terena sa bilo kog mesta.

Osnovni ciljevi pametne poljoprivrede su povećanje prinosa (obezbeđuje informacije potrebne za analizu i donošenje odluka koje će voditi maksimizaciji prinosa), efektivno korišćenje vode, efikasnije poslovanje u poljoprivredi (automatizacija svakodnevnih aktivnosti, nadgledanje u realnom vremenu, napredna analitika, predviđanje na dnevnom i sezonskom nivou) [1].

L. Bujić, student master akademskih studija na studijskom programu Telekomunikacije – modul Radiokomunikacioni inženjering i tehnologije, Elektronski fakultet u Nišu, Univerzitet u Nišu, Aleksandra Medvedeva 14, 18000 Niš, Srbija, E-mail: l.bujic@gmail.com

N. Milutinović, student doktorskih akademskih studija na modulu Telekomunikacije, Elektronski fakultet u Nišu, Univerzitet u Nišu, Aleksandra Medvedeva 14, 18000 Niš, Srbija, E-mail: nikolamilutinovic92@gmail.com

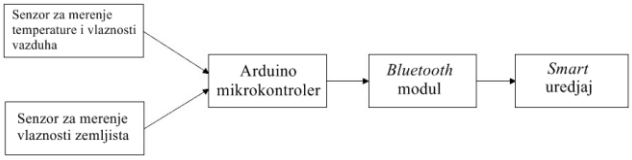
Primene koncepta pametne poljoprivrede ne samo da ciljaju konvencionalne, velike poljoprivredne operacije, već mogu biti i nove podloge za podizanje drugih rastućih ili zajedničkih trendova u poljoprivredi kao što su porodična poljoprivreda, organska proizvodnja i slično. U pogledu pitanja životne sredine, pametna poljoprivreda može pružiti velike pogodnosti uključujući efikasnije korišćenje vode ili optimizaciju tretmana useva [2].

Do sad razvijene metode se najčešće odnose na područje primene u lancima snadbevanja hranom, a nakon toga sledi ratarstvo. Većina objavljenih radova izveštava o rezultatima istraživanja ili predstavljaju sisteme koji su projektovani ili implementirani u prototipima. Pre svega fokus je na nadgledanju i praćenju, dok je daljinska kontrola manje zastupljena [2].

U ovom radu predložen je jedan od mogućih načina za nadgledanje uslova rasta biljaka. Za potrebe ovog sistema razvijena je Android aplikacija. Predloženi sistem opisan je u Sekciji II, dok su u Sekciji III dati detalji ravoja sistema uključujući i opis razvijene Android aplikacije.

II. OPIS SISTEMA

Sistem se sastoji od: senzora za merenje temperature i vlažnosti vazduha, senzora za merenje vlažnosti zemljišta, mikrokontrolera, *Bluetooth* modula i *smart* uređaja, kao što je prikazano sa Slici 1.



Slika 1. Blok šema predloženog sistema.

Senzor za merenje temperature i vlažnosti vazduha postavlja se u blizini biljke u kojoj se prate uslovi, dok se senzor za merenje vlažnosti zemljišta postavlja u zemljištu gde se nalazi biljka.

Mikrokontroler obrađuje podatke primljene sa senzora pomoću programskog koda učitanog na mikokontroler i vrši izračunavanje vrednosti za temperaturu, vlažnost vazduha i vlažnost zemljišta, i proračunate vrednosti šalje preko *Bluetooth* modula sa kojim je povezan kablom.

Bluetooth modul šalje vrednosti dobijene sa senzora do *smart* uređaja.

Smart uređaj ima Android aplikaciju koja vrši prijem podataka poslatih preko *Bluetooth* modula.

III. REALIZACIJA SISTEMA

Senzor koji se koristi za merenje temperature je *DHT11* senzor. To je kompozitni senzor koji sadrži kalabrisani digitalni izlazni signal za temperaturu i vlažnost vazduha. Ovaj senzor može meriti temperaturu od 0-50ºC i vlažnost vazduha od 20-90% sa odstupanjem od ±2ºC i ±5%, respektivno [3].

Za merenje vlažnosti zemljišta koristi se *MH-Sensor-Series Flying-Fish* [4]. Ovaj senzor meri volumetrijski sadržaj vode unutar zemlje i daje nam nivo vlage kao izlaz. Senzor je otpremljen sa analognim i digitalnim izlazom, tako da se može koristiti i u analognom i u digitalnom režimu. U ovom radu korišćen je analogni izlaz senzora.

Arduino Uno je fizičko-računarska platforma otvorenog koda, koja se bazira na jednostavnom korišćenju hardvera i softvera. Hardver se sastoji od jednostavnog otvorenog hardverskog dizajna Arduino ploče sa Atmega328 procesorom i pratećim ulazno-izlaznim elementima. Softver se sastoji od standardnog kompajlera i *bootloader*-a koji se nalaze na samoj ploči [5]. Arduino se napaja preko računara, sa kojim je povezan preko USB kabla. Ima zadatak da na osnovu primljenih podataka sa senzora izračuna vrednost za temperaturu, vlažnost vazduha i vlažnost zemljišta. Program za obradu primljenih podataka i računanje vrednosti napisan je u Arduino okruženju.

Na Arduino Uno je povezan i *Bluetooth* modul HC-05 [6], koji se napaja sa 3.3V preko Arduina. RX i TX pinovi *Bluetooth* modula se povezuju na Arduino pinove 1 (*TX*) i 0 (*RX*), respektivno. To omogućava da Arduino putem *Bluetooth*-a šalje podatke do *smart* uređaja koji je zadužen za prijem i prikazivanje rezultata.



Slika 2. Realizacija sistema.

U nastavku je dat kod u Arduino softveru koji vrši prijem, obradu i slanje podataka.

```
#include <dht.h> // Uključivanje DHT datoteke
int val;
dht DHT;
#define DHTTYPE DHT11
#define DHT11_PIN 7
void setup() {
  // Inicijalizuje se serijska komunikacija sa 9600 bita po sekundi:
  Serial.begin(9600);
}
void loop()
{
  int chk = DHT.read11(DHT11_PIN);
 // Očitavanje vrednosti sa DHT11 senzora
   int sensorValue = analogRead(A1);
 // Očitavanje vrednosti sa senzora za vlažnost zemljišta
    Serial.print(DHT.temperature);
 // štampanje vrednosti temperature
  Serial.print(";");
   Serial.print(DHT.humidity);
 // štampanje vrednosti vlažnosti vazduha
  Serial.print(";");
  Serial.println(sensorValue);
 // štampanje vrednosti vlažnosti zemljišta
    delay(2000); // pauza između ponovnog očitavanja
}
```

Na *smart* uređaju je potrebno da korisnik ima instaliranu Android aplikaciju, koja će u nastavku biti detaljnije opisana. Ova aplikacija kreirana je za potrebe sistema, ali je moguć i dalji razvoj aplikacije. Pomoću aplikacije se vrši praćenje uslova rasta biljaka. Programirana je u *AppInventor* [7] programskom okruženju, koje je dostupno na Internetu.

Pre pokretanja aplikacije potrebno je uključiti *Bluetooth* na *smart* uređaju, a ukoliko to nije učinjeno, pri pokretanju aplikacije prikazaće se obaveštenje da *Bluetooth* nije uključen i da je potrebno uključiti ga.

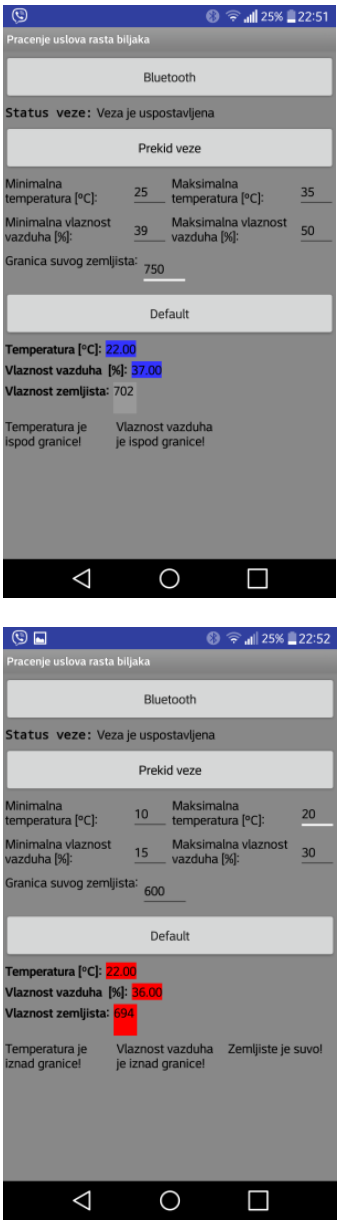
Kada korisnik uključi *Bluetooth* na svom uređaju, potrebno je pokrenuti aplikaciju. Na početnom ekranu data su polja za unos vrednosti za minimalnu i maksimalnu temperaturu, minimalnu i maksimalnu vlažnost vazduha i za granicu suvog zemljišta. Potrebno je kliknuti na svako polje gde će se otvoriti numerička tastatura i gde korisnik treba uneti vrednosti. S obzirom na to da svakoj biljci odgovaraju različiti uslovi za rast, pa samim tim, u zavisnosti od toga koja se biljka posmatra, korisnik sam unosi vrednosti za minimalnu i maksimalnu temperaturu, minimalnu i maksimalnu vrednost vlažnost vazduha, kao i minimalnu vrednost za suvo zemljište. Takođe, postoji dugme *„Default“* gde se zadaju podrazumevane vrednosti za sve ove parametre.

Kada se izabere *Bluetooth* uređaj sa kojim se uspostavlja veza, počinje se sa prijemom podataka sa

Bluetooth modula. Podaci se primaju u realnom vremenu, u razmaku od 5 sekundi. Primljeni podaci se upoređuju sa graničnim vrednostima koje su zadate.

Ukoliko je neka od vrednosti za temperaturu i vlažnost vazduha manja od zadate minimalne vrednosti, polje za prikaz te vrednosti će se promeniti u plavu boju a u donjem delu ekrana prikazaće se poruka, da su temperatura i/ili vlažnost vazduha ispod granica. Ukoliko vrednost za temperaturu, vlažnost vazduha ili vlažnosti zemljista bude veća od zadate maksimalne vrednosti, polje za prikaz za svaku vrednost će biti crvene boje i u donjem delu ekrana biće prikazana poruka da je temperatura ili vlažnost vazduha iznad granica, ili da je zemljište previše suvo.

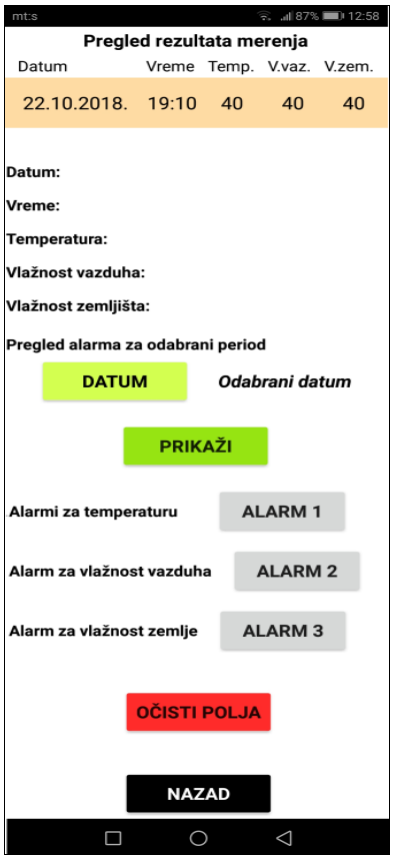
Na slici 3. je prikazan primer kada su podaci ispod i iznad granice.



Slika 3. Izgled aplikacije.

Svi izmereni podaci, kao i alarmi, se nakon odmeravanja upisuju i u *MySQL web* bazu. Pored tih podataka upisuju se i alarmi koji su se dogodili, za svaki senzor zasebno, kao i datum i vreme merenja.

Klikom na dugme „Pregled merenja“ otvara se novi prozor koji je prikazan na slici 4.



Slika 4. Pregled merenja.

U ovom prozoru mogu se videti sva merenja koja postoje u bazi. Klikom na neko merenje iz liste, detaljni podaci će se upisati u odgovarajuća polja. Osim toga, ovde se može odabrati datum za pregled merenja koja su se dogodila za odabrani dan. Takođe, upisaće se i svi alarmi, svaki zasebno, koji su se dogodili u odabranom periodu. Ovim se omogućava korisniku da ima stalni pregled svih merenja koja su i u realnom vremenu i koja su se dogodila ranije.

IV. ZAKLJUČAK

Cilj ovog rada jeste razvijanje sistema kojim će se pratiti uslovi rasta biljaka u realnom vremenu. Prednost ovog sistema je da korisnik može putem mobilne aplikacije da prati uslove rasta biljaka, i da u slučaju pogoršanja uslova odreaguje na pravi način.

Razvijeni sistem predstavlja idejno rešenje za korišćenje ovakvih sistema u poljoprivredi. Za svakodnevno korišćenje sistema neophodno je poboljšati

pre svega hardverski deo sistema. Poboljšanje ovog sistema bilo bi napajanje mikrokontrolera preko baterija, a takođe, poboljšanje bi bilo i korišćenje bežičnih senzora.

ZAHVALNICA

Ovaj rad je realizovan kao deo Studijskog istraživačkog rada u Laboratoriji za mikrotalasnu tehniku i bežične komunikacije pri Katedri za telekomunikacije, pod mentorstvom prof. dr Zlatice Marinković.

LITERATURA

[1] Božidar Radenković, Marijana Despotović-Zrakić, Zorica Bogdanović, Dušan Barać, Aleksandra Labus, Živko Bojović: „Internet inteligentnih uređaja – Pametna poljoprivreda“, Fakultet organizacionih nauka, 2017. https://elab.fon.bg.ac.rs/udzbenik-internet-inteligentnih-uredaja/pametna-poljoprivreda/
[2] „IoT Applications in Agriculture“, 2018. https://www.iotforall.com/iot-applications-in-agriculture/
[3] DHT11 Humidity & Temperature Sensor. http://www.circuitbasics.com/wp-content/uploads/2015/11/DHT11-Datasheet.pdf
[4] Arduino and Soil Moisture Sensor - Interfacing Tutorial, http://www.circuitstoday.com/arduino-soil-moisture-sensor
[5] Arduino, https://store.arduino.cc/arduino-uno-rev3
[6] Datasheet Bluetooth to serial port module HC-05, https://wiki.eprolabs.com/images/8/87/Datasheet.pdf
[7] App Inventor, http://appinventor.mit.edu/explore/

Modelovanje rezonantne frekvencije DGS filtara pomoću veštačkih neuronskih mreža

Miloš Mitić

Sadržaj – U ovom radu prikazan je nov pristup modelovanju planarnih DGS (*defected ground structure*) filtara baziranih na otvorenim rezonatorima kvadratnog oblika. Pomoću veštačkih neuronskih mreža razvijen je model zavisnosti rezonantne frekvencije od promene dužine stranice rezonatora i širine linije.

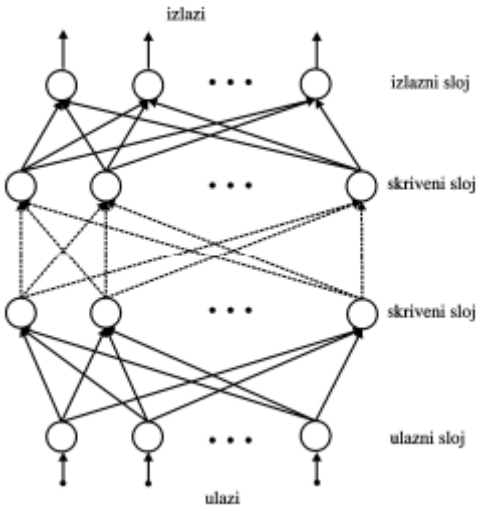
I. UVOD

Mikrostrip filtri su ključne komponente u projektovanju mikrotalasnih sistema i njihova sinteza je predmet mnogih istraživanja [1]. Jedan od najčešćih mikrostrip rezonatora je otvoreni resonator kvadratnog oblika (*square open loop resonator*). Filtri bazirani na ovoj topologiji imaju kompaktnu topologiju, ali problem predstavlja širok propusni opseg. Sinteza mikrostrip filtara može biti poboljšana implementiranjem proreza na uzemljenoj provodnoj ploči kod mikrostrip strukture. Ovi slotovi su poznati kao *defected ground structures* (DGS) i mogu biti korišćeni kao rezonatori u kombinaciji sa mikrostrip linijom. Određivanje rezonantne frekvencije ovih struktura se vrši u elektromagnetskim simulatorima i vremenski je zahtevno. U ovom radu je predložen model zavisnosti rezonantne frekvencije DSG filtra od dužine stranice kvadratnog rezonatora *a* i širine linije *w*. Model je baziran na primeni veštačkih neuronskih mreža.

Rad je organizovan na sledeći način. Najpre su u Sekciji II opisane veštačke neuronske mreže (ANN - *Artificial Neural Networks*). Predloženi model je prikazan u Sekciji III, a rezultati modelovanja u Sekciji IV.

II. VEŠTAČKE NEURONSKE MREŽE

Veštačke neuronske mreže su napravljene po ugledu na nervni sistem čoveka [2]. Sastoje se iz većeg broja međusobno povezanih osnovnih procesnih jedinica - neurona. Najčešće korišćena struktura veštačkih neuronskih mreža je višeslojna neuronska mreža (MLP - *Multilayer Perceptron Neural Network*) kod koje su neuroni grupisani u slojeve, pri čemu nema veza između neurona u slojevima, a svaki neuron je povezan sa svim neuronima iz narednog sloja, kao što je prikazano na Slici 1. Neuronima su pridružene aktivacione prenosne funkcije, a svakoj vezi između neurona pridružena je težina. Informacija iz okruženja se dovodi na neurone iz prvog, ulaznog sloja, procesira se pri prolasku kroz mrežu tako da se na izlazima poslednjeg, izlaznog sloja, dobija odziv mreže.



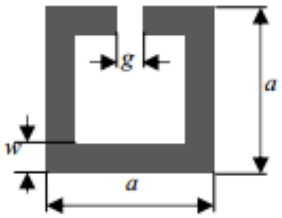
Slika 1. Višeslojna veštačka neuronska mreža (MLP).

Slojevi koji nemaju direktnu vezu sa okruženjem se nazivaju skriveni slojevi. Najčešće prvi sloj ima ulogu bafera i ulazni neuroni imaju linearnu prenosnu funkciju, kao i izlazni neuroni. Neuroni iz skrivenih slojevima naješće imaju sigmoidne prenosne funkcije (*logsig* ili *tansig*). Mreža uči zavisnost između skupova ulazno-izlaznih podatka podešavanjem pragova aktivacionih funkcija neurona i težina između veza tokom procesa obučavanja (treniranja) mreže [2]. Najvažnija osobina korektno obučenih neuronskih mreža, pored naučene zavisnosti između predstavljenih skupova podataka, je njihova mogućnost da daju tačan odziv i za vrednosti ulaznih parametara koji nisu bili predstavljeni mreži u toku procesa obuke, tj. mogućnost generalizacije . Kako neuronske mreže daju odziv praktično trenutno, one se mogu iskoristiti za formiranje modela koji predstavljaju alternativu modelima u standardnim simulatorima koji zahtevaju značajno vreme simulacije karakteristika razmatrane komponente.

M. Mitić je student master akademskih studija na studijskom programu Telekomunikacije – modul Radiokomunikacioni inženjering i tehnologije, Elektronski fakultet u Nišu, Univerzitet u Nišu, Aleksandra Medvedeva 14, 18000 Niš, Srbija, E-mail: shamy994@gmail.com

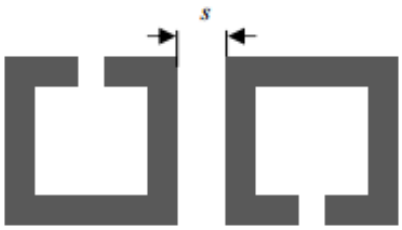
III. PREDLOŽENI MODEL

Na Slici 2 je prikazan DGS rezonator, gde *a* predstavlja stranicu kvadrata, *w* predstavlja širinu linije i *g* predstavlja širinu prekida.



Slika 2. DGS rezonator.

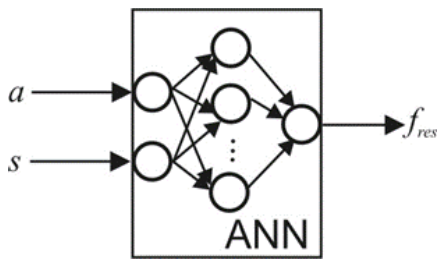
Rezonator se sastoji od slot linije koja je duga približno tolovini talasne dužine. Magnetno polje je jače na oba kraja linije, a električno polje je na maksimumu blizu sredine rezonatora [1]. Najčešće korišćena topologija sprege je prikazana na Slici 3. Sastoji se od dva blisko postavljena rezonatora.



Slika 3. Topologija sprege DGS rezonatora.

Priroda sprege je takva da ni električno, ni magnetno polje nije dominantno.

U cilju modelovanja rezonantne frevencije predlaže se obučavanje veštačke neuronske mreže koja ima na ulazu dužinu stranice reuzonatora *a* i širinu linije *s*, a na izlazu rezonantnu frekvenciju, kao što je prikazano na Slici 4. Dakle, veštačka neuronska mreža ima dva neurona u ulaznom sloju i jedan neuron u izlaznom sloju. Na slici je prikazan primer mreže sa jednim skirvenim slojem. Za obučavanje mreže koriste se vrednosti rezonantne frekvencije određene simulaciijama u nekom od elektromagnetnih simulatora. Razvijeni model omogućava da se rezonantna frekvencija odredi u značajno kraćem vremenu nego u elektromagnetskom simulatoru.



Slika 4. Veštačka neuronska mreža.

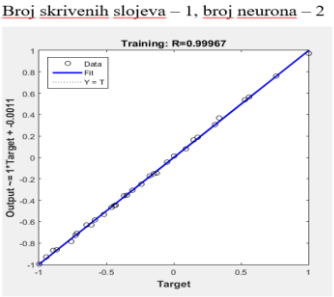
IV. REZULTATI

Rezonantna frekvencija za različite vrednosti dimenzija je dobijena simulacijama u *Ansys Electronics Desktop*-u. Dobijene vrednosti su korišćene za obučavanje veštačkih neuronskih mreža.

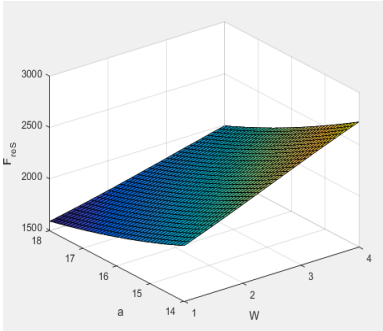
Sve simulacije su izvedene za dielektrični supstrat FR-4 sa visinom 1.5mm i relativnom dielektričnom konstantom 4.4[1]. Veštačke neuronske mreže su obučavane i testirane u MATLAB programskom okruženju.

Pošto broj skrivenih neurona nije moguće unapred odrediti korišćene su veštačke neuronske mreže sa jednim skrivenim slojem i mreže sa dva skrivena sloja. U oba slučaja korišćen je isti trening skup koji ima 32 uzorka. Kao mera istreniranosti mreže korišćeni su korelacioni koeficijent *r* i korelacioni dijagram (dijagram rasipanja, *scattering plot*. Korelacioni koeficijent *r* ukazuje na stepen slaganja vrednosti koje generiše neuronska mreža sa odgovarajućim referentnim podacima [3]. Što je korelacioni koeficijent bliži jedinici to je slaganje bolje. U cilju dodatne procene kvaliteta predikcije koriste se korelacioni dijagrami. Na apscisnu osu ovih dijagrama nanose se referentne (željene) vrednosti, a na ordinatnu osu vrednosti generisane neuronskim modelom [3]. Idealno slaganje bi bilo kad bi se sve tačke našle na pravoj liniji duž dijagonalne ose (koeficijent pravca je jednak jedinici). Da bi se proverilo da li model koji je dobro nauči trebin podatke ima i dobru generalizaciju, odnosno da se proveri da li je došlo do preučenja mreže, generisani su i 3D dijagrami zavisnosti rezonantne frekvencije od razmatranih dimenzija sa korakom dimenzija koji je manji od koraka sa kojim su odabrani uzorci za trening skup.U nastavku su prikazani reprezentativni rezultati za nekoliko mreža sa različitim brojem neurona. Dati su korelacioni dijagrami (za normalizovane vrednosti rezonantne frekvencije) i 3D dijagrami zavisnosti rezonantne frekvencije. Na 3D dijagramu su veličine *a* i *w* predstavljene u mm, dok je rezonantna frekvencija predstavljena u MHz.

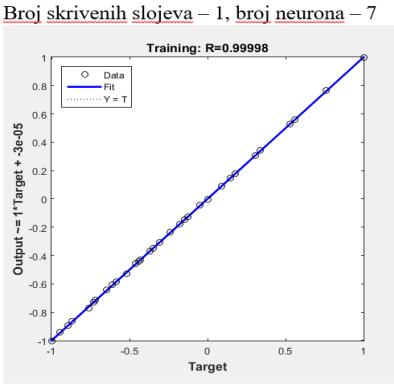
Može se uočiti da se za veći broj neurona dolazi do preučenosti mreže (najizraženije u slučaju dva skrivena sloja sa po 12 neurona u svakom). Poređenjem koeficijenta korelacije i stepena preučenja mreže, dolazi se do zaključka da je najbolje rezultate daju model koji ima jedan skriveni sloj sa 7 neurona i model koji ima dva skrivena sloja sa po 5 neurona u svakom.



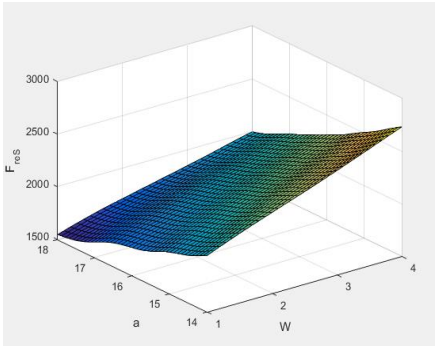
Slika 5. Korelacioni dijagram za mrežu sa 2 neurona.



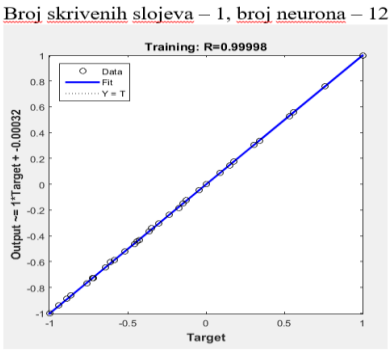
Slika 6. 3D dijagram za mrežu sa 2 neurona.



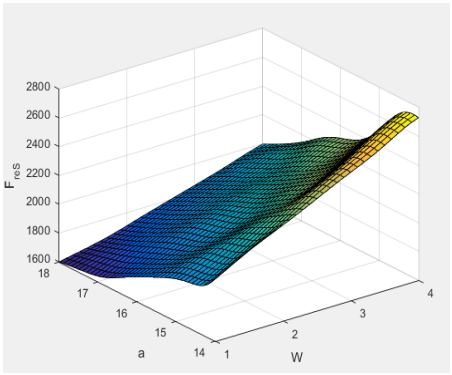
Slika 7. Korelacioni dijagram za mrežu sa 7 neurona.



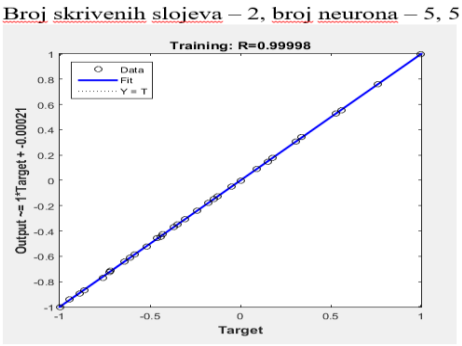
Slika 8. 3D dijagram za mrežu sa 7 neurona.



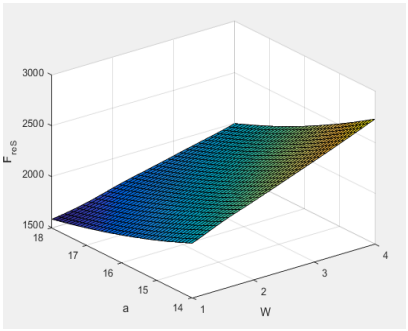
Slika 9. Korelacioni dijagram za mrežu sa 12 neurona.



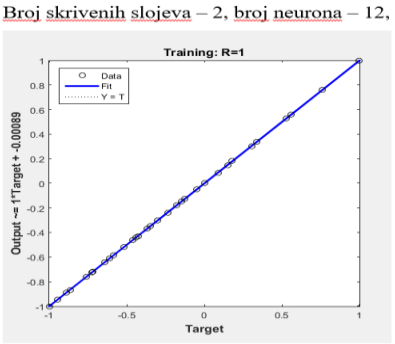
Slika 10. 3D dijagram za mrežu sa 12 neurona.



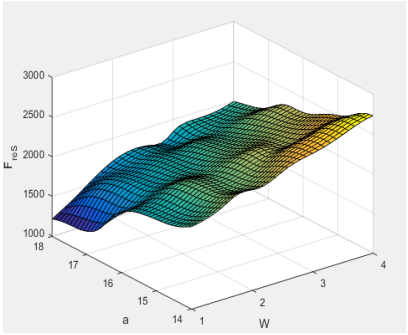
Slika 11. Korelacioni dijagram za mrežu sa 2 skrivena sloja, gde svaki ima po 5 neurona.



Slika 12. 3D dijagram za mrežu sa 2 skrivena sloja, gde svaki ima po 5 neurona.



Slika 13. Korelacioni dijagram za mrežu sa 2 skrivena sloja, gde svaki ima po 12 neurona.



Slika 14. 3D dijagram za mrežu sa 2 skrivena sloja, gde svaki ima po 12 neurona.

V. ZAKLJUČAK

Na osnovu prikazanih rezultata može se videti da stepen obučenosti mreže zavisi od broja skrivenih neurona u mreži. Ukoliko imamo nedovoljan broj neurona, mreža će nedovoljno dobro aproksimirati trening podatke. Sa druge strane, kod prevelikog broja neurona dolazi do preučenosti i mreža opet nedovoljno dobro aproksimira zavisnost koja se modeluje. U radu je pokazano da su najbolji rezultati dobijeni za mrežu sa jednim skrivenim slojem i sedam neurona u skrivenom sloju i mrežu sa dva skrivena sloja i po pet neurona po skrivenom sloju. Predloženi model može biti korišćen za efikasno određivanje rezonantne frekvencije, a posebno može da bude od koristi kada je potrebno izvršiti optimizaciju dimenzija za željenu vrednost rezonantne frekvencije.

ZAHVALNICA

Ovaj rad je napisan kao deo Studijskog istraživačkog rada na master studijama. Kompletna realizacija projekta izvedena je pri Laboratoriji za mikrotalasnu tehniku i bežične komunikacije, pod mentorstvom prof. dr Zlatice Marinković. Simulirane vrednosti rezonantne frekvencije dobijene su od prof. dr Marina Nedelcheva sa Tehničkog univerziteta u Sofiji, Bugarska.

LITERATURA

[1] M. Nedelchev, Z. Marinkovic, A. Kolev, "ANN based Design of Planar Filters Using Square Open Loop DGS Resonators", *53rd International Scientific Conference on Information, Communication and Energy Systems and Technologies ICEST 2018*, Sozopol, Bulgaria, June 28-30, 2018, pp. 59-92.

[2] Z. Marinković, O. Pronić-Rančić, V. Marković, "Primena veštačkih neuronskih mreža za razvoj modela RF i mikrotalasnih tranzistora", XXXIII simpozijum o novim tehnologijama u poštanskom i telekomunikacionom saobraćaju – PosTel 2015, Beograd, 1-2. Decembar 2015, pp. 201-210.

[3] Zlatica Marinković, "Primene veštačkih neuronskih mreža u modelima malošumnih mikrotalasnih tranzistora", doktorska disertacija, Elektronski fakultet Niš, 2007.