

Merno-informacioni sistem za automatsko hranjenje kućnih ljubimaca

Maja Perić, Marjan Urekar, *Member, IEEE*

Apstrakt—U ovom radu je prikazana realizacija sistema za automatsko hranjenje ljubimaca u kućnim uslovima korištenjem dostupnih softverskih alata. Elektronska šema sistema je projektovana u KiCad programu, dok je deo koda sistema pisan u Arduino IDE razvojnom okruženju. Cilj sistema jeste da upotrebom različitih senzora vrši merenje zadatih veličina, ostvari prenos, obradu i prikaz podataka do mikrokontrolera, kao i da automatizuje rad servo motora i magnetnog ventila.

Ključne reči—KiCad, Arduino IDE, Atmega328P, senzori, servo motor, magnetni ventil.

I. UVOD

Posedovanje kućnih ljubimaca je oduvek bila, i ostaće velika obaveza. Ljubimcima je neophodno posvetiti dovoljno pažnje, što uključuje redovne šetnje, igru, i naravno ispravno i redovno hranjenje. Za mnoge ljude, ispravno hranjenje kućnih ljubimaca može predstavljati problem, koji postaje posebno očigledan ukoliko vlasnici ljubimaca imaju okupiran lični život. Kada vlasnici nemaju vremena da nahrane svoje ljubimce na vreme, obično ostavljaju činije za hranu pune pre odlaska. Nezdrava ishrana, odnosno previše hrane, će skoro uvek izazvati zdravstvene probleme kod ljubimaca, što će uzrokovati kraći životni vek ljubimaca.

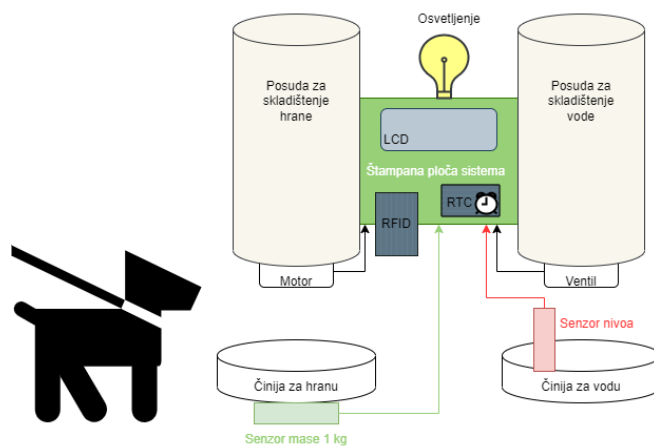
Cilj ovog sistema jeste da obezbedi lakši i efikasniji način za vlasnike da hrane svoje ljubimce, čak i kada nisu kod kuće. Konkretno, cilj je realizacija sistema koji može da detektuje kućne ljubimce, i da im na osnovu informacija koje dobija sa senzora, automatski dosipa vodu i hranu. Vlasnici bi bili u mogućnosti da ovim sistemom hrane različite vrste ljubimaca, ili ljubimce različite starosne dobi. Svaki ljubimac bi imao svoju oznaku, pomoću koje bi se vršila identifikacija. Ovaj sistem nudi personalizovan način hranjenja i brige o ljubimcima, jer je vlasnik u mogućnosti da postavlja oznake ljubimcu ili ljubimcima, kao i da određuje vreme i količinu hrane.

A. Princip rada sistema

Princip rada sistema se zasniva na tome da mikrokontroler dobija informacije sa senzorskih modula, nakon čega te informacije obrađuje i upravlja motorom i ventilom.

Maja Perić – Fakultet tehničkih nauka, Univerzitet u Novom Sadu, Trg Dositeja Obradovića 6, 21120 Novi Sad, Srbija (e-mail: peric.maaja97@gmail.com).

Marjan Urekar – Fakultet tehničkih nauka, Univerzitet u Novom Sadu, Trg Dositeja Obradovića 6, 21120 Novi Sad, Srbija (urekarm@uns.ac.rs)



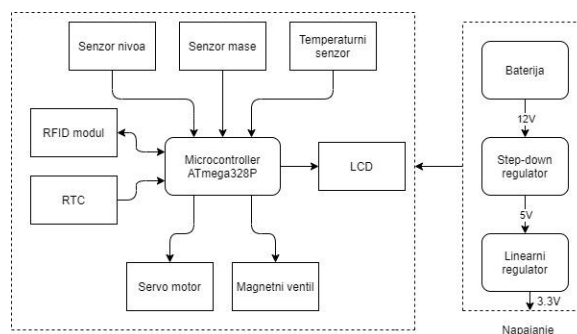
Slika 1. Ilustracija izgleda sistema u realnosti

Za informacije o količini hrane i vode u činijama iz kojih ljubimac jede, odnosno pije, zaduženi su senzor mase i senzor nivoa. Senzor koji meri nivo vode se nalazi uronjen u vodu. Na osnovu senzora nivoa se dobija informacija da li je nivo vode u činiji nizak ili visok. Ukoliko je nivo vode niži od minimalnog, aktivira se magnetni ventil i dosipa se voda.

Senzor mase se nalazi ispod činije za hranu, i na taj način meri količinu hrane u činiji. Hrana se dosipa više puta dnevno, ali u određeno, unapred postavljeno vreme. Vreme hranjenja se postavlja pomoću RTC (*Real Time Clock*) modula. Ukoliko je činija prazna, i vreme je hranjenja, aktivira se servo motor, i dosipa se hrana.

Modul za identifikaciju je RFID (*Radio Frequency Identification*) modul, i njegova funkcija je da identifikuje ljubimca. Na osnovu podataka sa oznake ljubimca, mikrokontroler dobija informacije o prisustvu ljubimca, kao i o vremenu i potrebnoj količini hrane.

Pored toga, sistem poseduje i temperaturni senzor koji meri temperaturu prostorije, kao i LCD ekran na kom se ispisuju podaci sa senzora.



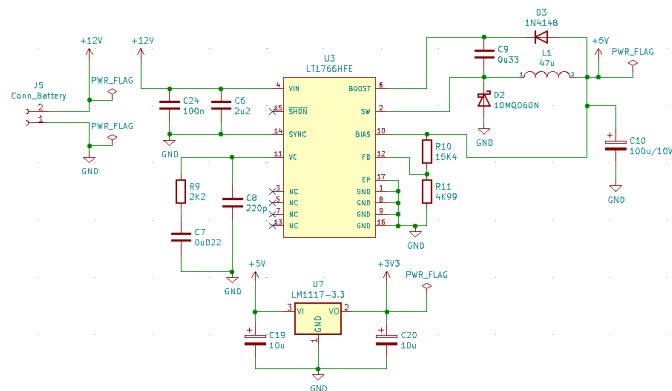
Slika 2. Blok dijagram sistema

II. ANALIZA DELOVA SISTEMA

A. Elektronska šema sistema

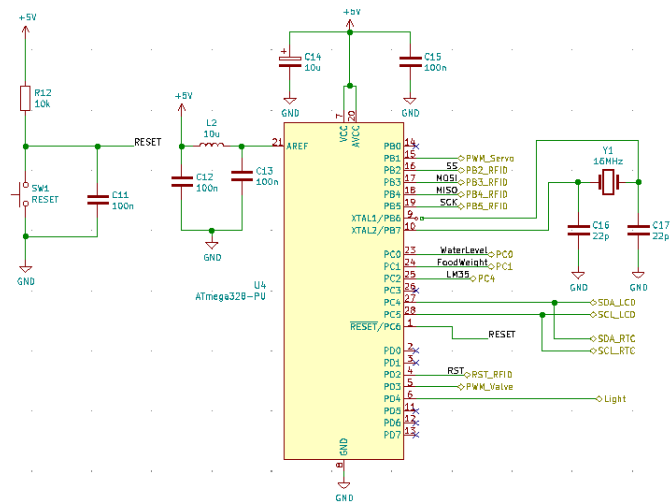
Elektronska šema ovog sistema je projektovana u programu KiCad [1]. KiCad je besplatan softverski program koji se koristi za dizajniranje šema električnih kola, kao i za izradu štampanih ploča (*Printed Circuit Board*).

Za sistem je predviđeno baterijsko napajanje baterijom od 12 V. Pomoću *step-down* regulatora [2] se 12 V pretvara u stabilnih 5 V. Zbog potrebe RFID modula, bilo je neophodno da napajanje sadrži još jedan naponski nivo od 3,3 V. Za dobijanje 3,3 V korišten je čip LM1117 [3], koji je linearni naponski regulator. Prednost baterijskog napajanja je to što je uređaj moguće postaviti na bilo koju željenu poziciju – ne mora da se nalazi blizu utičnice.



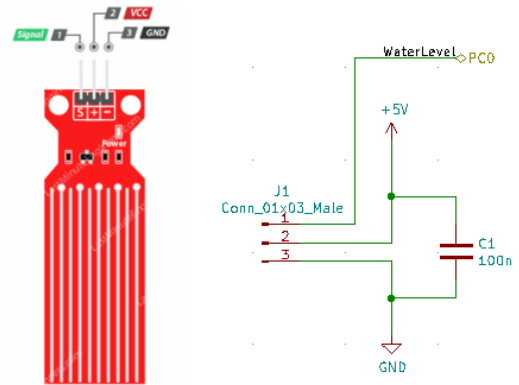
Slika 3. Šema napajanja sistema

Komponenta koja je zadužena za upravljanje čitavim sistemom je mikrokontroler ATmega328P [4]. Na slici 4 je prikazana šema povezivanja mikrokontrolera. U levom uglu šeme se nalazi kolo za reset. Kondenzatori C14 i C15 služe kao zaštita od brzih smetnji i kratkotrajnih prekida u napajanju. Komponenta Y1 predstavlja kvarcni kristal, pomoću kog se mikrokontroleru obezbeđuje radni takt, dok kondenzatori C16 i C17 omogućuju oscilovanje kvarcnog kristala.



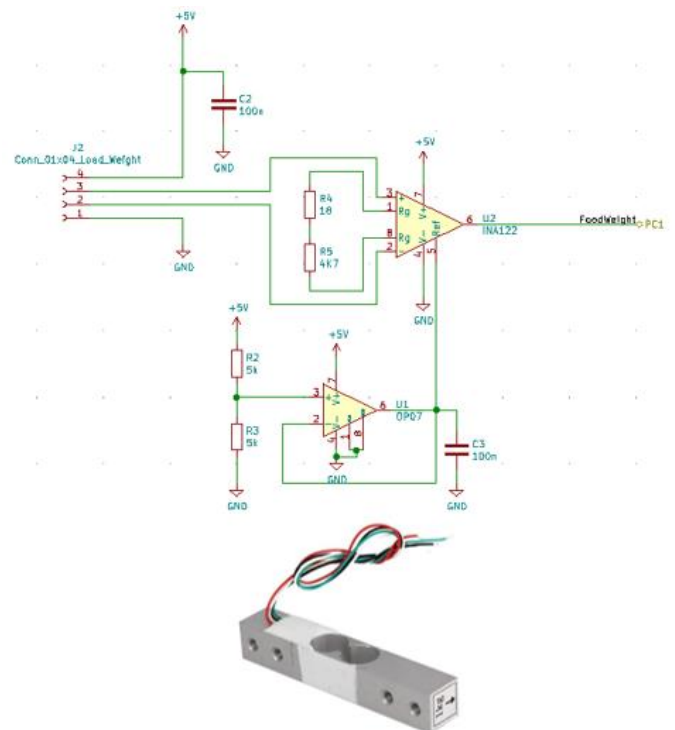
Slika 4. Šema povezivanja ATmega328P

Senzor za merenje nivoa vode [5] se sastoji od deset izloženih bakarnih traka, od kojih je pet za napajanje, a pet za detekciju. Niz izloženih paralelnih provodnika zajedno deluje kao promenljivi otpornik, čiji se otpor menja u zavisnosti od nivoa vode. Promena otpornosti odgovara udaljenosti od vrha senzora do površine vode. Otpornost je inverzno proporcionalna nivou vode – što je senzor više uronjen u vodu, to je bolja provodljivost i manji otpor, i obrnuto.



Slika 5. Izgled senzora nivoa (levo) i šema povezivanja

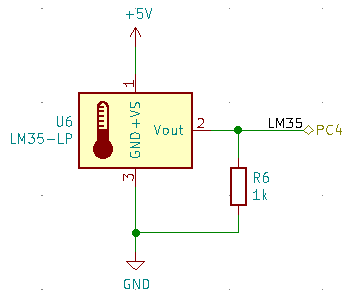
Za merenje količine hrane korišten je senzor mase od 1 kg [6]. Ovaj senzor radi na principu pretvaranja do 1 kg mase u električni signal. Senzor mase se sastoji od merne trake koja formira Vitstonov most i pretvara masu u električni signal. Pošto je promena napona na dijagonali mosta jako mala, bilo je neophodno da se pojača, i u te svrhe je korišten instrumentacioni pojačavač INA122.



Slika 6. Šema povezivanja sa INA122 (gore) i izgled senzora mase (dole)

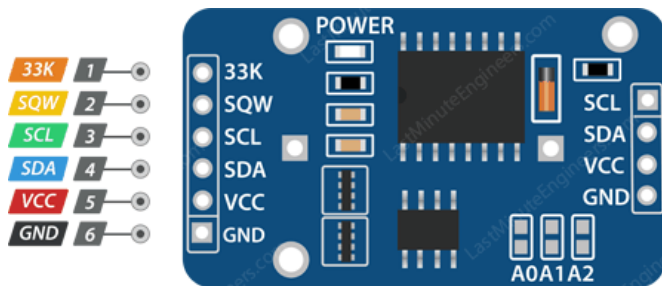
Kako bi se merila temperatura prostorije u kojoj ljubimac

boravi, korišten je temperaturni senzor LM35 [7]. LM35 je senzor čiji je izlazni signal proporcionalan trenutnoj temperaturi. Glavna karakteristika ovog senzora jeste ta da ne zahteva dodatnu kalibraciju.



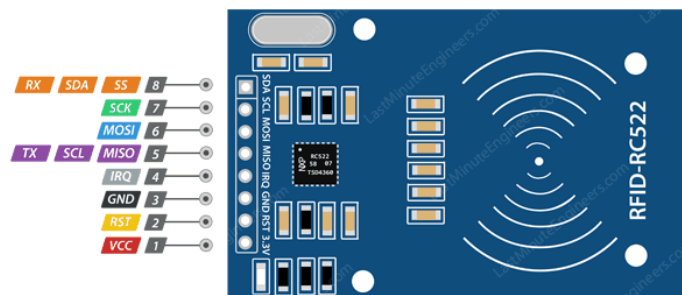
Slika 7. Šema temperaturnog senzora

RTC modul [8] je sat koji sa velikom preciznošću upravlja vremenom i datumom. Modul ima ugrađenu bateriju za rezervno napajanje, i ugrađeni kristalni oscilator. RTC modul radi tako što broji taktove oscilatora, i na taj način se dobijaju informacije o vremenu i datumu.



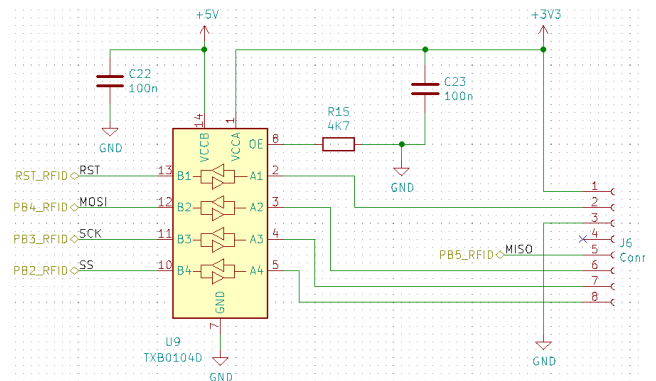
Slika 8. Izgled RTC modula

RFID modul [9] je sistem za identifikaciju radio frekvencija, koji se sastoji od dvije glavne komponente. Prva komponenta je *transponder* ili oznaka, koja je prikačena za objekat koji se identifikuje, u ovom slučaju je to ljubimac. Druga komponenta je primopredajnik, odnosno čitač oznake. Čitač se sastoji od radio frekventijskog modula i antene koja generiše visokofrekventno elektromagnetno polje. Sa druge strane, *transponder* je pasivni uređaj, koji sadrži mikročip koji skladišti informacije, i antenu za prijem i prenos signala. Kako bi se pročitala informacija kodirana na transponderu, ljubimac bi trebalo da se nalazi u neposrednoj blizini čitača, ali ne mora biti u direktnom vidnom polju.



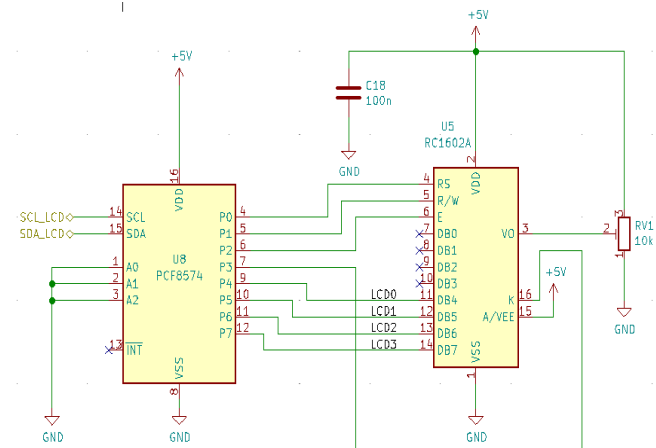
Slika 9. Izgled RFID modula

Pošto se RFID modul napaja sa 3,3 V, a mikrokontroler sa 5 V, bilo je neophodno da se modul poveže na bidirekcionni level šifter, pa tek onda na mikrokontroler, kako ne bi došlo do oštećenja modula.



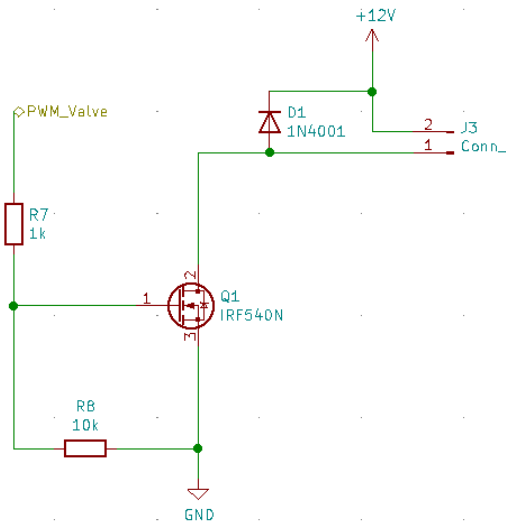
Slika 10. Šema povezivanja RFID modula

Ekran preko kog se vrši ispis vrednosti sa senzora je LCD RC1602A [10], koji ima 2×16 polja u koja stane po jedan karakter. Da bi se izvršila komunikacija sa mikrokontrolerom, i došlo do ispisa podataka na displeju, potrebne su najmanje četiri *data* linije, kao i dvije kontrolne. Pošto na mikrokontroleru ne postoji dovoljan broj odgovarajućih pinova kako bi se povezao LCD i sve ostale komponente sistema, bilo je potrebno da se koristi ulazno/izlazni ekspander [11].



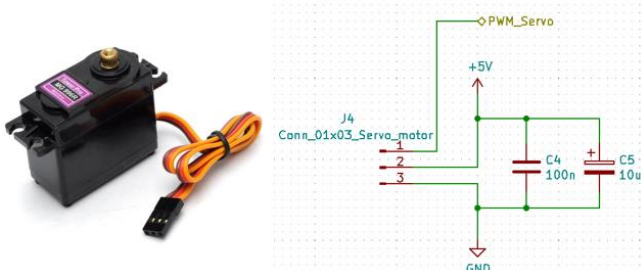
Slika 11. Šema povezivanja LCD ekrana

Za dosipanje vode je korišten magnetni ventil [12]. Ventil se uključuje i isključuje pomoću MOSFET-a. Ako se na *gate* pin MOSFET-a dovede napon, ventil će se uključiti. Ukoliko na *gate* pinu nema napona, odnosno povezan je na GND, ventil će se isključiti. Da bi ventil ostao isključen kada nema napona na *gate*-u, *gate* pin je uzemljen pomoću otpornika R8. Pomoću otpornika R7 *gate* pin je povezan na digitalni izlaz mikrokontrolera, odakle dobija ON/OFF signal. Dioda D1 je zamajna dioda, i njena funkcija je da štiti MOSFET od napona kontra elektromagnetne sile, koji se javlja prekidom struje.



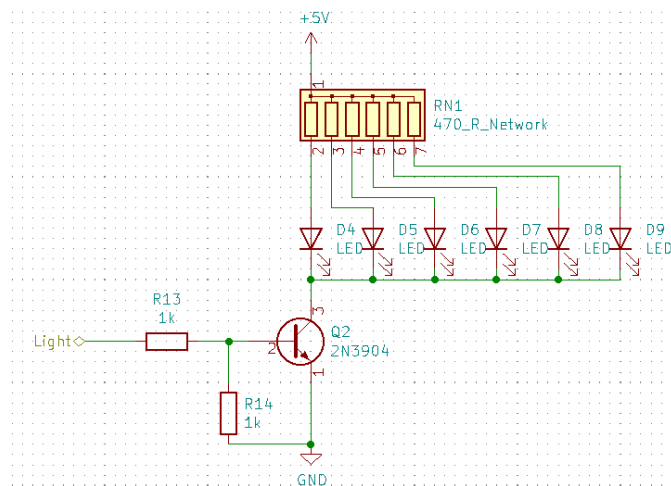
Slika 12. Šema povezivanja magnetnog ventila

Servo motor [13] se koristi za dosipanje hrane, i kontrolisan je pomoću PWM signala sa mikrokontrolera.



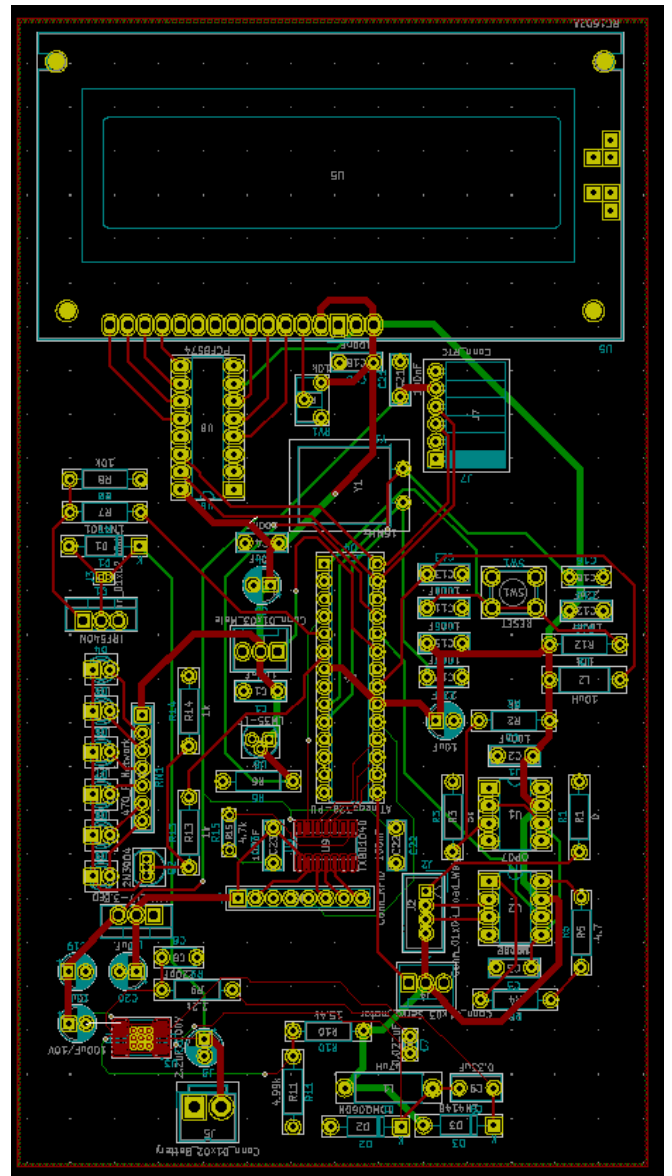
Slika 13. Izgled servo motora (levo) i šema povezivanja (desno)

Osvetljenje sistema je realizovano pomoću NPN tranzistora, koji ima ulogu prekidača, LED dioda i otporničke mreže. Svaki put kada RFID modul detektuje prisustvo ljubimca, svetlo će se uključiti.

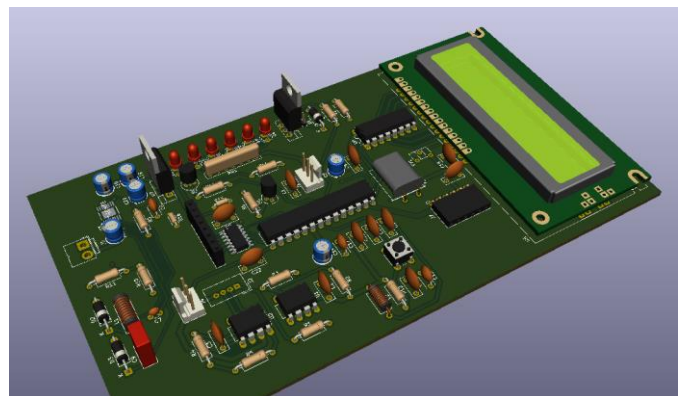


Slika 14. Šema osvetljenja sistema

PCB sistema je takođe realizovan u programu KiCad. Sve komponente su raspoređene na štampanu ploču dimenzija 165,74 mm × 90,81 mm.



Slika 15. Izgled štampane ploče sistema



Slika 16. 3D prikaz štampane ploče

B. Programski kod

Program sistema je pisan u programskom jeziku C, u Arduino IDE (*Integrated Development Environment*) [14] razvojnom okruženju. Arduino IDE je okruženje koje se koristi za razvoj softvera za različite tipove Arduino platformi. Zasniva se na otvorenom kodu (*open-source*), i uključuje veliki broj biblioteka korisnih funkcija.

U program sistema su uključene biblioteke sa funkcijama za upravljanje servo motorom i RTC-om, kao i biblioteka za komunikaciju sa RFID modulom. Napisane su funkcije koje čitaju, i zatim vrše ispis podataka sa senzora temperature, nivoa, mase, kao i podatke o vremenu i datumu. Funkcija za RTC je napisana tako, da se prvo unese vreme hranjenja od strane korisnika, a zatim se ispisuje informacija da li je vreme postavljeno ili ne. U funkciji za RFID se na početku proverava da li je čitaču prinesena nova oznaka, i ako jeste, potom se čitaju informacije koje su kodirane na oznaci. Zatim se ispituje da li je očitani identifikator tačan, tj. da li je ljubimac prepoznat. Ukoliko jeste, uključuje se svetlo, i ispisuju se vrednosti sa senzora. Ukoliko nije, na displeju se ispisuje da ljubimac nije prepoznat.

III. ZAKLJUČAK

Realizovano softversko rešenje sistema za automatsko hranjenje kućnih ljubimaca daje mogućnost korisniku da na vrlo jednostavan način olakša sebi svakodnevnicu pri brizi o kućnim ljubimcima. Kao što je već navedeno, sistem nudi personalizovan način brige o kućnim ljubimcima, što znači da je sistem prilagođen svakom korisniku i njegovom ljubimcu.

Sledeći korak bi bio pravljenje prototipa, i testiranje sistema i programa pisanog za sistem. Na osnovu testiranja bi bilo jasno na koje sve načine bi se hardverski deo sistema mogao unaprediti. Sistem bi se mogao unaprediti i softverski, razvojem aplikacija za različite mobilne i računarske platforme. Potencijalne aplikacije bi u mnogome olakšale upotrebu ovog sistema većini korisnika. U tom slučaju, korisnik bi bio u mogućnosti da u svakom trenutku, preko svog mobilnog telefona ili računara, prati stanje i informacije sa senzora. Unapređena verzija ovakvog sistema bi mogla da se koristi i u druge svrhe, tj. u drugačijim uslovima, kao što

su, na primer, azili ili farme.

ZAHVALNICA

Ovaj rad je podržan od strane Fakulteta tehničkih nauka u Novom Sadu, Departmana za energetiku, elektroniku i telekomunikacije, u okviru realizacije projekta MPNTR 200156 : „Inovativna naučna i umetnička ispitivanja iz domena delatnosti FTN-a.“

LITERATURA

- [1] <https://www.kicad.org/>
- [2] <https://www.analog.com/media/en/technical-documentation/data-sheets/1766fc.pdf>
- [3] https://www.ti.com/lit/ds/symlink/lm1117.pdf?ts=1625183429472&ref_url=https%253A%252F%252Fwww.google.com%252F
- [4] https://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/Atmel-7810-Automotive-Microcontrollers-ATmega328P_Datasheet.pdf
- [5] <https://lastminuteengineers.com/water-level-sensor-arduino-tutorial/>
- [6] https://www.twinschip.com/Load_Cell_Weight_Sensor_1Kg
- [7] <https://www.ti.com/lit/ds/symlink/lm35.pdf>
- [8] <https://microcontrollerslab.com/ds3231-rtc-module-pinout-interfacing-with-arduino-features/>
- [9] <https://lastminuteengineers.com/how-rfid-works-rc522-arduino-tutorial/>
- [10] <https://components101.com/displays/16x2-lcd-pinout-datasheet>
- [11] <https://www.ti.com/lit/ds/symlink/pcf8574.pdf?ts=1625725551950>
- [12] <http://www.martyncurrey.com/controlling-a-solenoid-valve-from-an-arduino-updated/>
- [13] <https://components101.com/motors/mg996r-servo-motor-datasheet>
- [14] <https://docs.arduino.cc/software/ide-v1/tutorials/arduino-ide-v1-basics>

ABSTRACT

This paper presents the realization of a system for automatic feeding of pets at home, using available software tools. The electronic schematic of the system was designed in the KiCad program, while part of the system code was written in the Arduino IDE development environment. The goal of the system is to measure the set values using different sensors, transmit, process and display data to the microcontroller, as well as to automate the operation of the servo motor and solenoid valve.

Automatic pet feeding system

Maja Perić, Marjan Urekar