

Pametna merna platforma ARIOT

Dorđe Novaković, Marjan Urekar, *Member, IEEE*

Apstrakt—U radu je predstavljen robot koji služi za praćenje temperature, osvetljenja i dima u prostoriji. Robot služi kao pomoć ljudima da kada se ne nalaze u prostoriji mogu da proveriti kolika je temperatura ili da li je došlo do požara. Elektronska šema projektovana je u KiCadu dok je kod pisan u STM32CubeIDE razvojnom okruženju. Cilj jeste da putem internet aplikacije može da se pristupi parametrima koji dolaze sa robota.

Ključne reči—KiCad, STM32, senzori, motori,

I. UVOD

Razvojem tehnologije sve više ljudi želi da ima pametne kuće, pametna auta... Ljudi koji provode više vremena van svog doma bi želeli da mogu da sa vremena na vreme pogledaju da li je sve u redu u stanu ili kući. Pametne kuće imaju mogućnosti da održavaju zadate temperature u zavisnosti od želje korisnika, da putem aplikacije podižu roletne itd. Ideja koja se krije iza pametnih kuća jeste da se postigne komunikacija između svih uređaja.

Ovaj projekat je zasnovan na ideji “interneta stvari” (*Internet of things-IoT*) i moderne robotike. Ideja iza ovog projekta je da kad fizičko lice nije prisutno u prostoriji, stanu ili kući može da ima daljinski pristup posredstvom interneta. Dizajniran je robot koji može da se kreće sam automatski bez prisustva fizičkog lica koje će ga nadgledati ili upravljati. Temperatura je bitan parameter koji korisnik može da prati kada nije tu. Korisnik će biti u mogućnosti da očita sa robota koliko je stepeni u prostoriji i da li želi da uključi klimu ili ne. Senzor dima je tu da odmah pri detekciji bilo kakvog dima u prostoriji dojavu korisniku i da on može da pogleda preko kamera o čemu se radi. Senzor koji detektuje osvetljenje služi da korisnik može da vidi da li mu je ostalo upaljeno svetlo u nekoj prostoriji i da isključi to svetlo po potrebi. Pošto robot može da se kreće kroz prostorije sa time se dobija na uštedi. Nema potrebe da se u svakoj prostoriji postavljaju senzori već komandama robot može da ode u određene prostorije i da proveriti temperaturu, da li je došlo do požara itd.

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 motorima u vidu kretanja i šalje podatke koji dolaze od strane senzora preko predajnika.

Dorđe Novaković – Fakultet tehničkih nauka, Univerzitet u Novom Sadu, Trg Dositeja Obradovića 6, 21120 Novi Sad, Srbija (e-mail: djordjenovakovic36@gmail.com).

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



Sl.1 Ideja izgleda robota

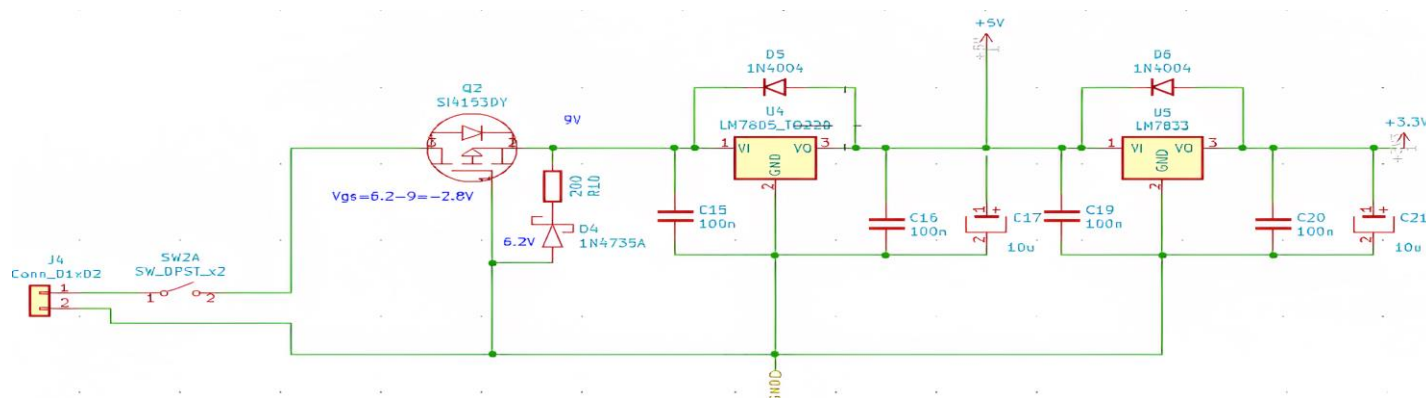
Robot se kreće na dva točka i balansira da ne bi pao pomoću PID upravljanja. Postoji mogućnost verzije sa trećim točkom i tada bi izbacili PID upravljanje ali zbog izgleda i same kompleksnosti u vidu izazova izabran je način sa PID upravljanjem. U ovom projektu se reguliše nagib robota. Nagib je potrebno računati kako bi robot balansirao na dva točka i ne bi pao. U kodu koji se napiše na osnovu formule PID upravljanja, mikrokontroler računa grešku i u jako malom vremenskom intervalu šalje povratnu informaciju do čipa DRV8833. Tada mikrokontroler u zavisnosti od proračuna upravlja motorima preko čipa DRV8833 i pomera ga u određenu stranu i pokušava da balansira.

II. ANALIZA DELOVA SISTEMA

A. Elektronska šema sistema

Elektronska šema ovog sistema je projektovana u programu KiCad. KiCad je softver koji se koristi za dizajn električnih kola i za izradu štampanih ploča (*Printed Circuit Board*).

Napajanje pločice se vrši baterijom od 9 V. Motori rade na 6 V pa se koristi *stepdown converter*. Kolo napajanja (slika 2) se sastoji od prekidača koji treba da se uključi, zatim postoji Pmos koji služi kao zaštita od pogrešnog postavljanja baterije. To jest ako se plus kraj i minus kraj obrnuto postave. Tu je i zener dioda koja omogućava da Mosfet provede. Dalje imamo LM7805 koji služi za stabilizaciju napona i kada bateriji bude padao napon tokom vremena na kraju LM7805 će biti 5 V. Uglavnom se ostavlja 3 V napona razlike da čip može da “diše”. Ta tri volta razlike treba ostaviti između V_i i V_o . To jest najmanja vrednost ulaznog napona V_i mora biti tri volta veća od željene vrednosti izlaznog napona.



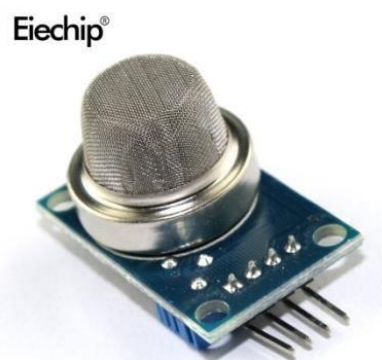
SL.2 Šema napajanja

Za komunikaciju sa serverom korišćen je Wi-Fi čip esp-01 sa antenom. Senzor komunicira sa mikrokontrolerom na 2.4 GHz, ima mogućnost komunikacije sa *smart* telefonima *Android* i *IOS* operativnim sistemima,



SL.3 ESP-01 Wi-Fi modul

Koristi se otporni senzor dima MQ-4. Kada se dim nalazi u prostoriji ovaj senzor ima veću otpornost u odnosu kada dim nije prisutan u opsegu od 2 kΩ do 20 kΩ. Kako se otpornost senzora menja prisutvom dima tako se menja napon koji mikrokontroler očitava na svom pinu.



SL.4 MQ-4

Pošto će se robot autonomno kretati potrebni su mu senzori udaljenosti od nekog predmeta kako ne bi udario u nešto. U projektu su stavljena dva senzora udaljenosti jedan sa prednje strane, drugi sa zadnje strane. Senzor koji se koristi je ultrazvučni senzor US-020. Ultrazvučni senzori rastojanja emituju periodične kratkotrajne visokofrekventne (učestanost veća od 20 kHz) zvučne impulse. Senzor se koristi za određivanje udaljenosti od predmeta na principu kao što to rade slepi miševi. Modul se sastoji od ultrazvučnog predajnika, prijemnika i kontrolnog kola.



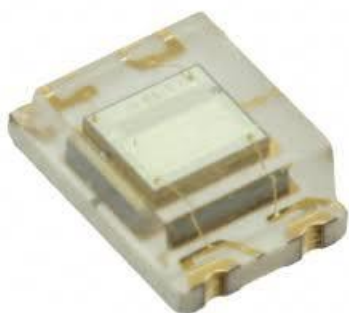
SL.5 US-020

Senzor temperature koji se koristi je TMP100. Ovaj senzor komunicira preko I2C protokola, raspon temperature koje meri ide od -25 °C do 85 °C. TMP100 je digitalni temperaturni senzor. Digitalni izlaz svake konverzije merenja temperature se čuva u internom registru temperature i služi samo za čitanje podataka.



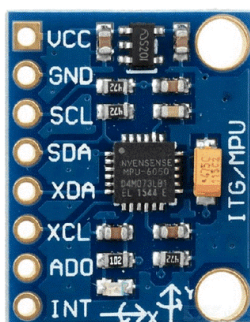
Sl.6 TMP100

TSL2550 je senzor osvetljenja koji konvertuje svetlost u digitalnu informaciju. Posедуje u sebi AD konvertor, komunicira preko I2C protokola. Čip poseduje dve foto-diode koje u zavisnosti od svetlosti menjaju napon i takav napon dolazi do AD konvertora. Kontrolna logika upravlja AD konvertorom a potom AD konvertor šalje informaciju do registra. Preko I2C protokola se šalju informacije do mikrokontrolera.

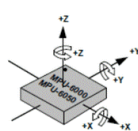
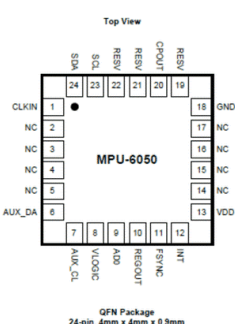


Sl.7 TSL2550

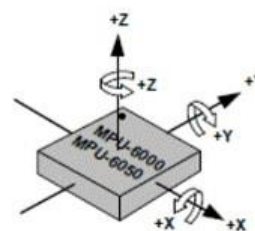
Akcelerometar je elektromehanička komponenta koja meri linearna ubrzanja. Sile koje deluju na komponentu mogu biti statičke, kao što je konstantna sila gravitacije ili dinamičke, izazvane vibracijama ili pomeranjem objekta na kom se akcelarometar nalazi. Unutar akcelarometa se nalaze mikro-strukture koje se savijaju usled momenta i gravitacije. Savijanje mikro-struktura se može detektovati elektronskim putem, te na taj način dobijamo informaciju o ubrzanju tela.



SL.8 MPU6050



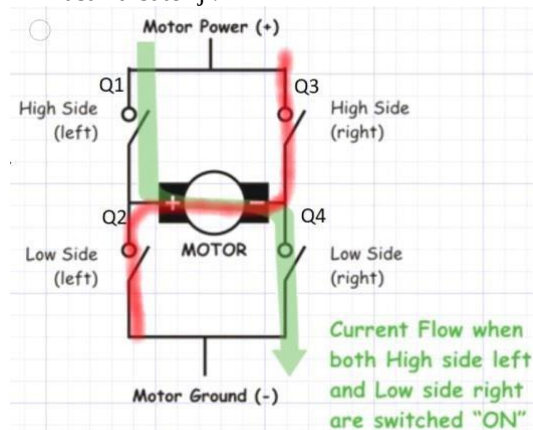
Orientation of Axes of Sensitivity and Polarity of Rotation



Orientation of Axes of Sensitivity and Polarity of Rotation

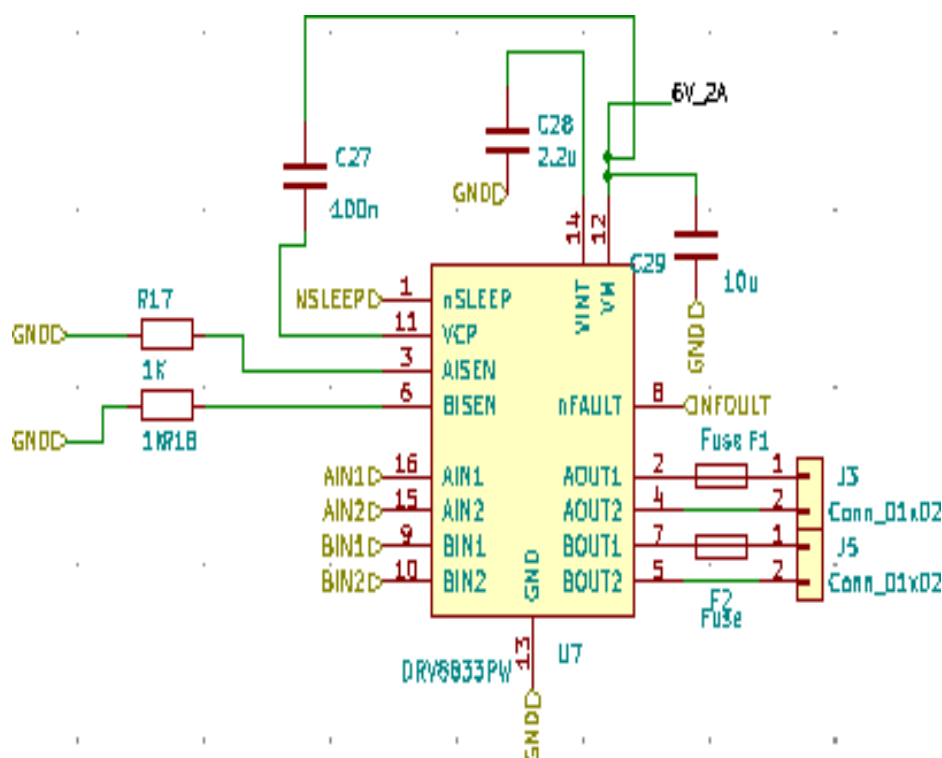
Sl.9 MPU6050 (Orientacija osa i osetljivost prilikom nagiba senzora)

H most (*H-bridge*) je elektronsko kolo koje omogućuje kontrolu smera struje kroz neki potrošač (u ovom slučaju je to DC motor). Naziv je dobio po svom izgledu jer ima 4 elementa u uglovima. Najčešću ulogu prekidača kod H mosta imaju Mosfetovi. Zatvaranjem dijagonalnog para prekidača (Q3 i Q2) a otvaranjem drugog para, struja teče u jednom smeru kroz potrošač. Ako su (Q1 i Q4) zatvoreni a (Q2 i Q3) otvoreni, smer struje se menja, samim tim se i smer okretanja motora menja. Prekidači se zatvaraju unakrsno, nikad prekidači sa iste strane. Ako se desi da se prekidači ipak zatvore sa iste strane, to dovodi do kratkog spoja između plusa i minusa na bateriji.



Sl.10 H most (*High side*-gornja strana, *Low side*-donja strana)

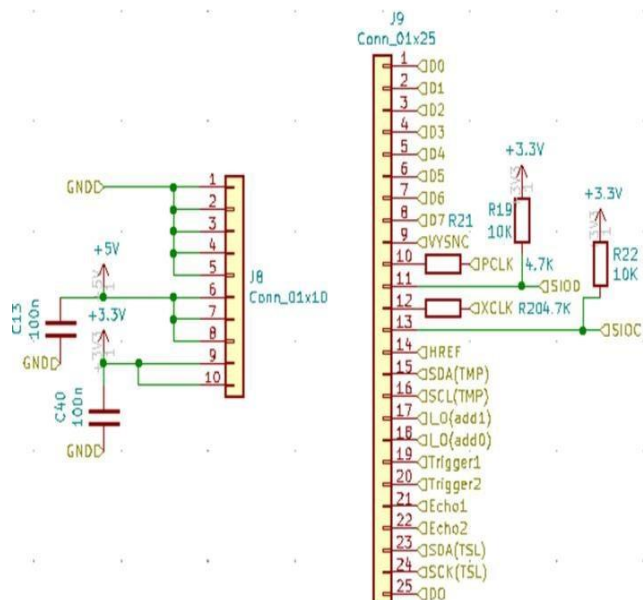
Kako bi se motori kretali napred, nazad potrebno je napraviti H-most koji u stvari obrne faze motora i on tako može da se vrti u jednu ili drugu stranu. H-most se nalazi u čipu "DRV8833" koji služi kao drajver za motore. Takođe za brzinu motora zadužen je PWM signal koji dolazi od mikrokontrolera. Ovaj čip može da izdrži do 2 A što je sasvim dovoljno za dva motora koja rade na maksimalnom opterećenju od 1.89 A. Robot će se većinu vremena kretati optimalnom brzinom tako da neće dostići maksimalno opterećenje.



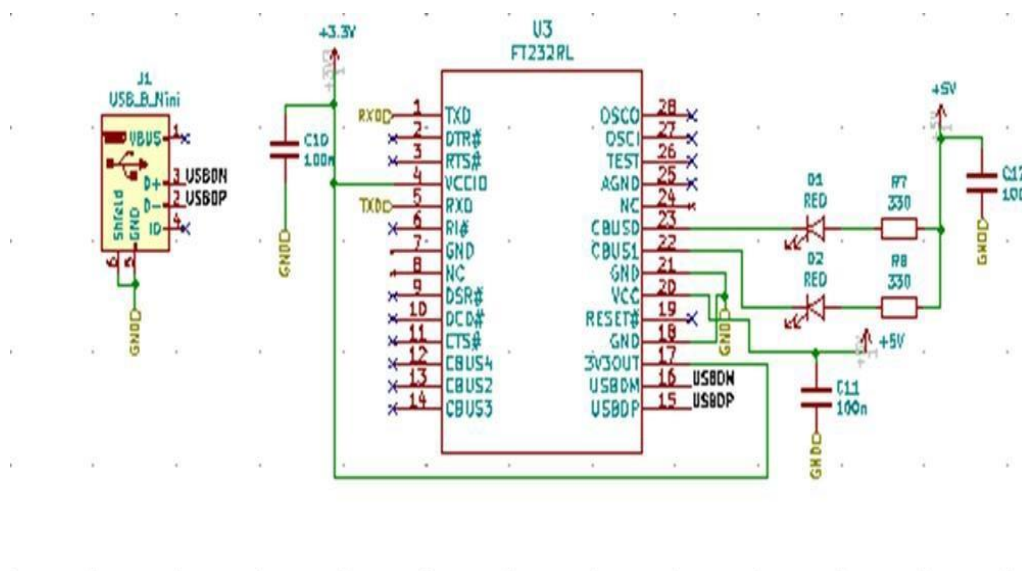
SL.11 DRV8833

Spoljašnji moduli predstavljaju senzore koji će biti priključeni na PCB spolja preko konektora na samoj pločici. To su: senzor dima, senzor temperature, senzor osvetljenja, senzo udaljenosti.

U ovom projektu se koristi USB_b_mini. Dva pina USBDM i USBDP su povezana na čip FT232RL koji služi za prenos podataka do mikrokontrolera. On komunicira preko "RXD" i "TXD" UART protokola. Opseg komunikacije ide od 300 bauda do 3M bauda na TTL nivou. Stavljene su i dve LED diode koje služe da omoguće vizualnu informaciju da postoje podaci po TXD I RXD liniji. Ceo USB protokol sadržan je u čipu nije potrebno neko specifično programiranje firmvera.

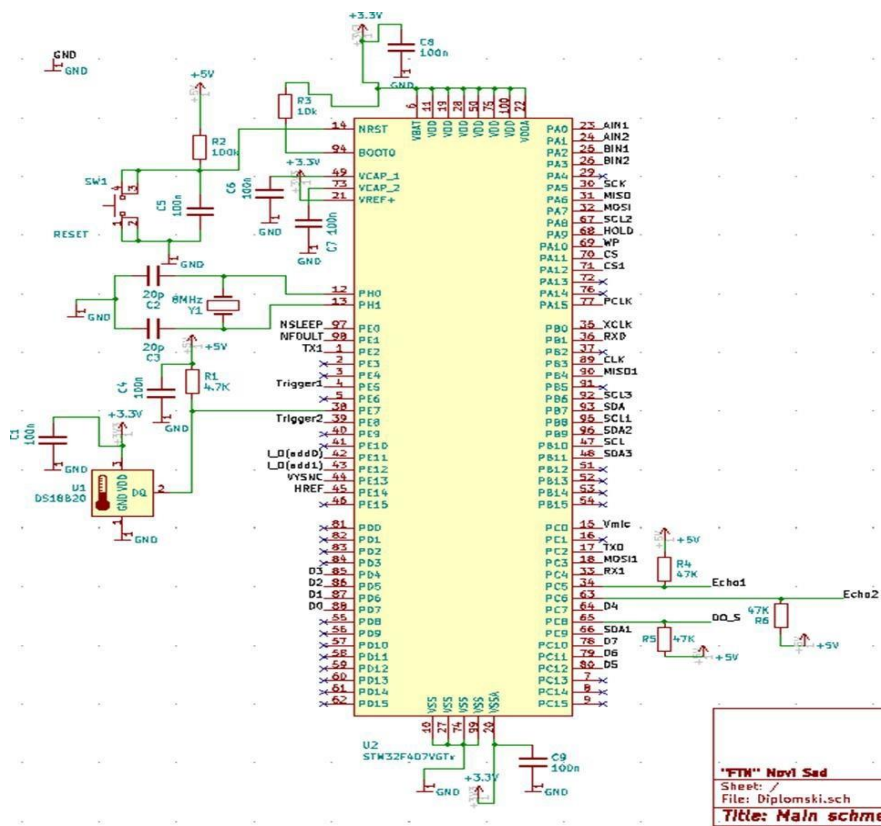


SL.12 Konektori za spoljašnje module



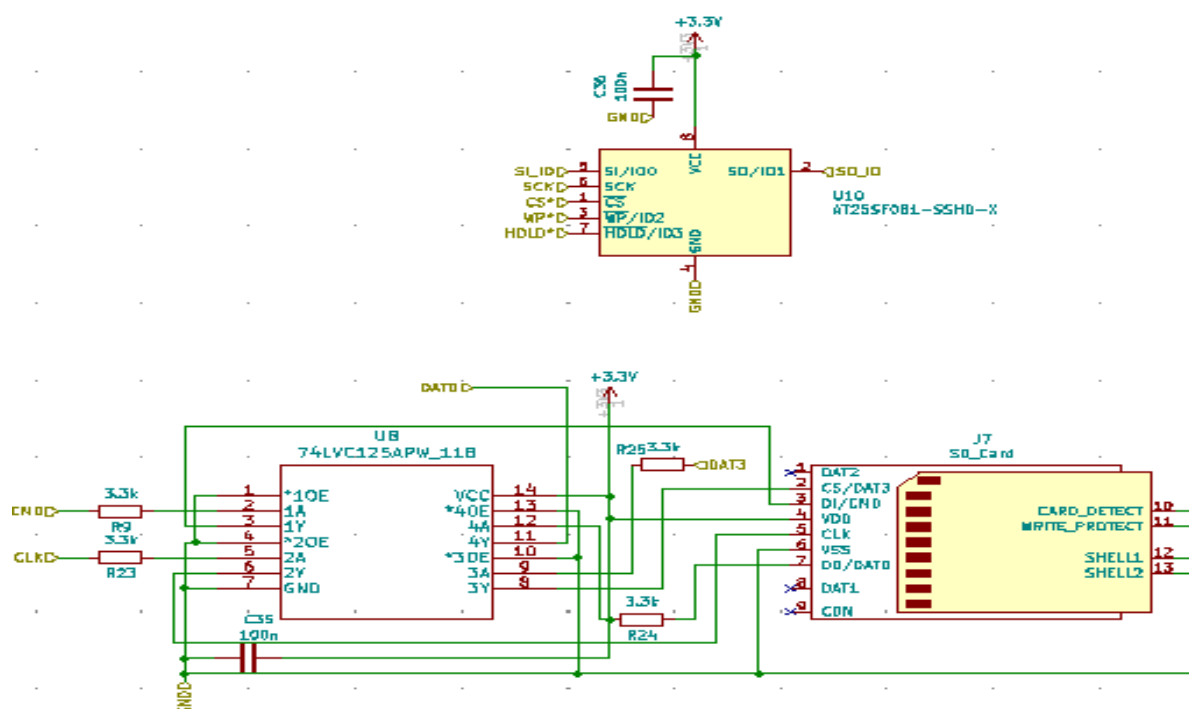
Sl.13 3D prikaz kola

Mikrokontroler koji je korišćen je STM32. On je dovoljan da zadovolji zahteve projekta u vidu prostora, pinova za komunikacije, brzine rada itd. Na njega je dodat spoljni oscillator od 8 MHz i prekidač za resetovanje. Dodat je i senzor temperature DS18B20 radi merenja temperature u blizini komponenti koja se javljaju zbog džulovih gubitaka.

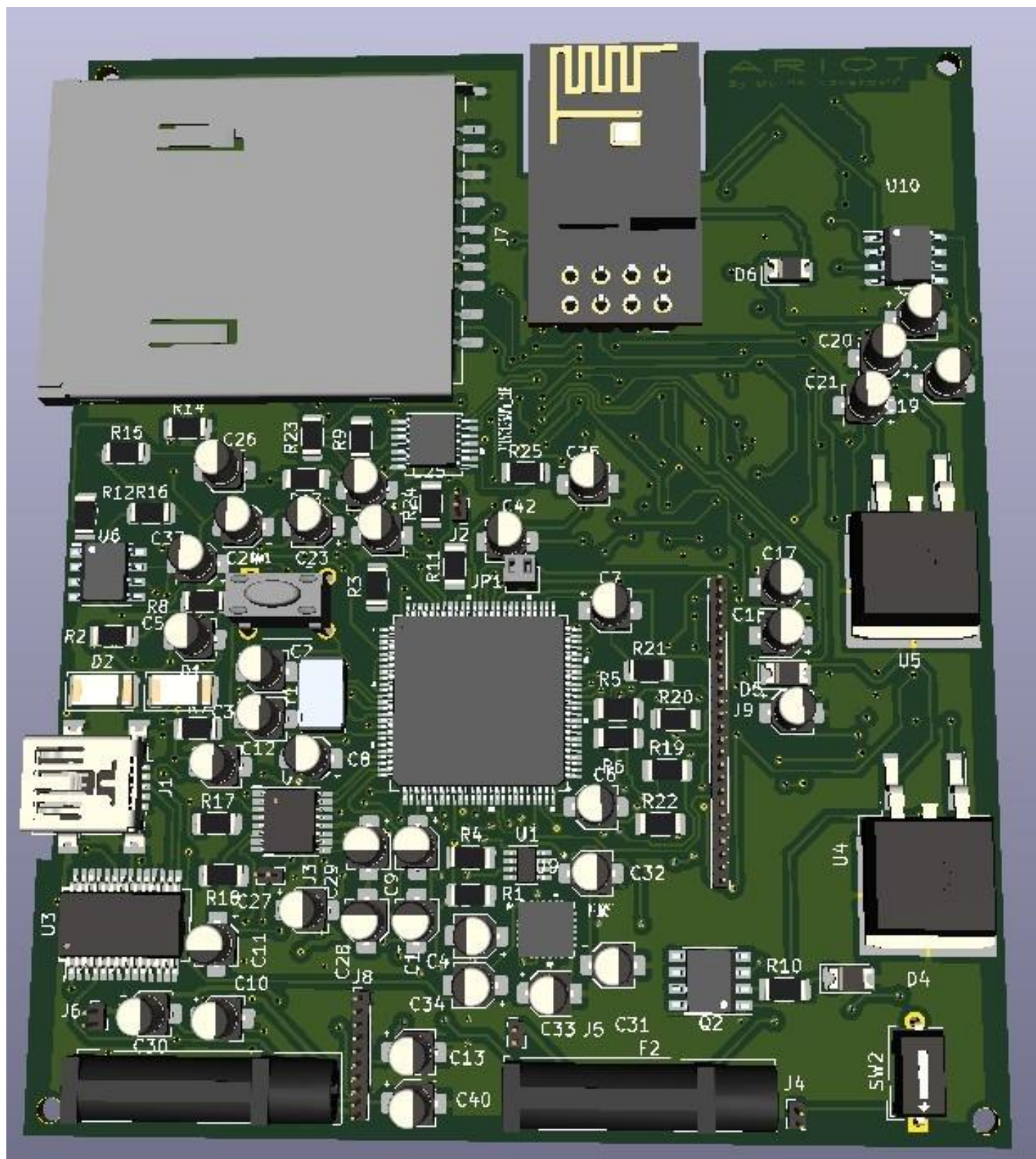


Sl.14 STM32

Kao pomoćna flash memorija koristi se čip “AT25SF081-SSHD-X”. Ovaj čip radi na 3.3 V, komunicira preko SPI protokola. Ovaj čip je dobar zbog brze i lake mogućnosti brisanja i pohranjivanja podataka zbog same arhitekture čipa. SD kartica povezana je na čip 74LVC125APW_118 koji služi za bržu komunikaciju sa mikrokontrolerom. Čip se koristi i kada imamo 5 V mikrokontroler kao što je Arduino a napon treba da se spusti na 3.3 V. Čip u sebi sadrži četiri bafera pa tako filtriraju signal uklanjaju šumove koji dolaze od ploče. Brže se prenose podaci od SD kartice do mikrokontrolera, zato što imamo Šmit trigere koji brže prepoznaju uzlazne i silazne ivice. Šmit trigeri povećavaju otpornost na šum. Postoje dva praga jedan za uzlaznu a drugi za silaznu ivicu.



Sl.15 SD kartica i *flash* memorija



Sl.16 3D prikaz štampane ploče

B. Integracija u industriju 4.0

Industrija 4.0 podrazumeva potpunu digitalizaciju svih procesa proizvodnje i primenu digitalnih tehnologija prilikom kreiranja ideje o nekom proizvodu, organizaciji i realizaciji proizvodnje, kontroli procesa i pružanja industrijskih usluga.

Unapređivanje projekta može da se ogleda u potpunoj povezanosti robot i objekta u kom se nalazi. Čovek bi imao ulogu posmatrača dok bi robot upravljao sa svim parametrima u objektu. Robot bi komunicirao sa bravama, sistemom za požar, roletnama, klimom itd. Preko internet aplikacije čovek bi mogao da prati pocese i da zadaje željene temperature u prostorijama da li želi da se prozori otvore itd. U slučaju detekcija požara robot bi dojavio požar i odmah upalio protiv požarnu zaštitu, zatvorio prozore da se spreči dotok kiseonika. U slučaju curenja gasa robot bi upalio alarm i tada bi znali da treba odmah da napustimo prostoriju. Implementacijom AI sistema robot bi se mnogo bolje kretao po prostoru naučio bi vremenom gde se šta nalazi i proces prelaska iz sobe u sobu bi bio mnogo brži. Sva komunikacija sa kućnim uređajima bi išla preko robota dok bi čovek bio samo posrednik. Daljim razvojem postoji mogućnost dodavanje kamere i povazivanje sa VR tehnologijom. Čovek bi imao utisak kao da se nalazi u prostoriji ako ima potrebe da proveriti nešto.

ZAKLJUČAK

U radu je predstavljen robot koji služi za praćenje raznih parametara u prostoriji, robot može ostvariti detekciju neželjenih pojava (dim). Isprojektovana je PCB pločica, opisani su pojedinačni delovi projekta kao i njihova funkcionalnost. PCB pločica isprojektovana je u SMD tehnologiji. Opisane su funkcije pinova svakog čipa. Potrebna je izrada sajta i povezivanje sa robotom preko prijemnika i predajnika. Programirani su senzori na STM32 razvojnoj platformi i implementiran je FreeRtos operativni sistem.

ZAHVALNICA

Ovaj rad je podržan od strane Ministarstva nauke, tehnološkog razvoja i inovacija kroz projekat broj 451-03-47/2023-01/200156 "Inovativna naučna i umetnička istraživanja iz domena delatnosti FTN-a".

LITERATURA

- [1] <https://www.kicad.org/>
- [2] <https://invensense.tdk.com/wp-content/uploads/2015/02/MPU-6000-Datasheet1.pdf>
- [3] <https://www.ti.com/lit/ds/symlink/drv8833.pdf>
- [4] <https://taoic.oss-cn-hangzhou.aliyuncs.com/sku/pdf/42546ead6573502e9d863113279c89d31a64d439.pdf>
- [5] <https://datasheet.octopart.com/74LVC125APW%2C118-NXP-Semiconductors-datasheet-7539387.pdf>
- [6] https://ftdichip.com/wp-content/uploads/2020/08/DS_FT232R.pdf
- [7] <https://www.digikey.lv/html/datasheets/production/1048647/0/0/1/1/sl2550.html>
- [8] https://www.ti.com/lit/ds/symlink/tmp100.pdf?ts=1674645522884&ref_url=https%253A%252F%252Fwww.google.com%252F
- [9] <https://www.microchip.ua/wireless/esp01.pdf>
- [9] https://www.sparkfun.com/?_ga=2.42220140.897974447.1674674119-1241210847.1668010640

ABSTRACT

The robot which is presented in the work serves in order to follow the temperature, lighting and smoke in a room. Its purpose is to help people, for instance, when they are absent, they are still able to check the temperature, or whether a fire was caused. Electronic scheme was projected in KiCad, while the code was written in STM32CubeIDE Developmental environment. The main aim of this project is that via internet application, we could access certain parameters which are connected to the robot.

ARIOT

(Automated robot internet of things)

Dorđe Novaković, Marjan Urekar