



УНИВЕРЗИТЕТ
У НОВОМ САДУ



ФАКУЛТЕТ
ТЕХНИЧКИХ НАУКА

Трг Доситеја Обрадовића 6, 21000 Нови Сад, Република Србија
Деканат: 021 6350-413; 021 450-810; Централa: 021 485 2000
Рачуноводство: 021 458-220; Студентска служба: 021 6350-763
Телефакс: 021 458-133; e-mail: ftndeans@uns.ac.rs

ИНТЕГРИСАНИ
СИСТЕМ
МЕНАџМЕНТА
СЕРТИФИКОВАН ОД:



PROJEKAT IZ PRIMENJENE ELEKTRONIKE

NAZIV PROJEKTA:

Pametna Garaža

MENTOR PROJEKTA:

Prof. dr Vladimir Rajs

PROJEKAT IZRADILI:

Anđela Smiljanić ee133/2019

Luka Urošević ee154/2019

David Janković ee157/2019

Vladan Vučetić ee235/2020

DATUM ODBRANE PROJEKTA:

11.01.2024.

Sadržaj

1.	Uvod.....	3
2.	Opis svih podsistema uređaja	4
2.1.	DsPIC30F4013 mikrokontroler	4
2.2.	PIR senzor	4
2.3.	Potenciometar kao MQ3 senzor	5
2.4.	Servo motor	6
2.5.	Zujalica	7
2.6.	Grafički displej	8
2.7.	UART serijska veza.....	9
2.8.	Fotootpornik	10
3.	Algoritam rada.....	11
4.	Realizacija glavne funkcije (main.c dodatak)	13
5.	Dodatni zadatak.....	14
5.1.	Snimanje svih upravljačkih signala za servo motor osciloskopom, određivanje frekvencije i faktora ispune	14
5.2.	Rad operacionih pojačavača	17
6.	Zaključak.....	21
7.	Literatura	22

1. Uvod

U današnje vreme, brz način života često ostavlja ljude u dilemi da li su zaboravili zatvoriti garažna vrata, osigurati ih ili isključiti električne uređaje unutar garaže. U skladu s tim, sve veći značaj pridaje se uređajima koji brinu o bezbednosti naših domova i imovine. Kako rastu ove potrebe, tako se javlja i potreba za inovativnim, automatizovanim, brzim, pouzdanim i ekonomičnim uređajima s minimalnom potrošnjom energije.

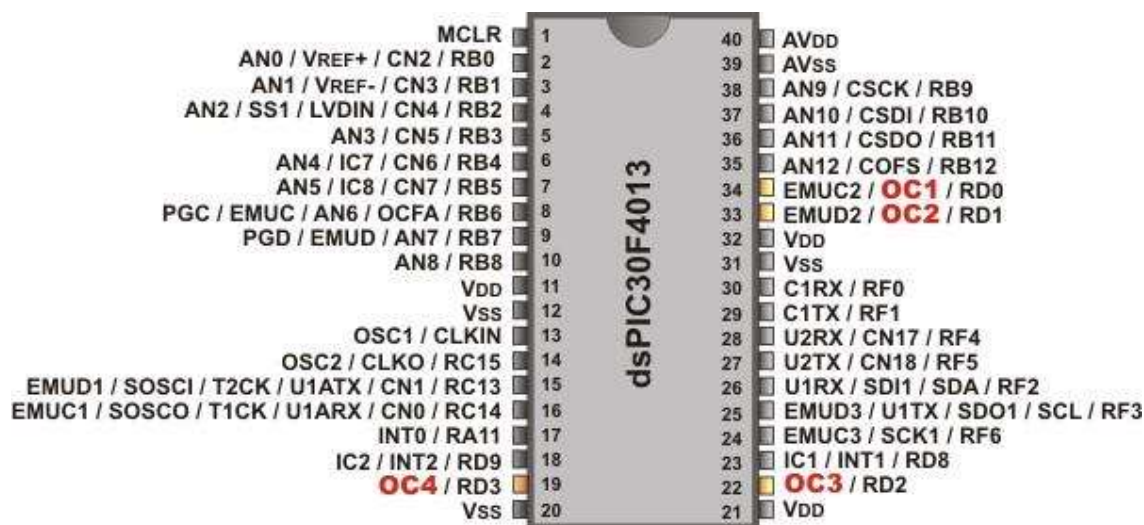
Projekat pametne garaže stvoren je kako bi olakšao svakodnevni život prosečnog čoveka, posebno u pogledu brige o bezbednosti i stanju u garaži.

Dokumentacija ovog projekta je strukturirana u sedam posebnih poglavlja kako bi pružila sveobuhvatno razumevanje realizacije. Prvo poglavlje kao uvod opisuje čitaocu samu suštinu projekta. Drugo poglavlje detaljno opisuje osam manjih celina, svaka posvećena određenoj komponenti korišćenoj u projektu. Ovde se objašnjava način rada svake komponente i njena specifična uloga u okviru celokupnog sistema. Treće poglavlje fokusira se na algoritam rada. Ovde se opisuju koraci i procesi koje sistem preduzima kako bi postigao željene funkcionalnosti. Četvrto poglavlje bavi se konkretnom realizacijom projekta. Podeljeno je u dva dela: prvi deo se odnosi na *main* funkcije motora koji je kontrolisan tasterima i čije stanje očitavamo na GLCD displeju, PIR senzor nam koristi kao parking senzor i daje nam svetlosnu signalizaciju kada mu se dovoljno blizu približimo, dok drugi deo obuhvata *main* funkciju za fotootpornik, MQ3, buzzer i UART serijsku komunikaciju. Peto poglavlje je posvećeno dodatnom zadatku gde smo snimili sve upravljačke signale za servo motor i odredili frekvenciju i faktor ispune. U samom zaključku prikazano je kako su ostvareni rezultati koji odgovaraju postavljenim ciljevima i ukupnom kontekstu. 7. poglavlje kao poslednje sadrži listu literature koja je korišćena tokom istraživanja i implementacije projekta.

2. Opis svih podsistema uređaja

2.1. DsPIC30F4013 mikrokontroler

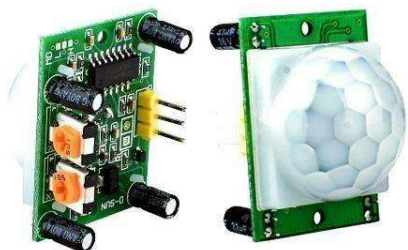
Mikrokontroleri su postali neophodni element svakog elektronskog uređaja, igrajući ključnu ulogu u prikupljanju podataka, obavljanju ograničene obrade tih podataka i upravljanju okruženjem na osnovu rezultata izračunavanja. U okviru ovog projekta, izabrani je mikrokontroler dsPIC30F4013 proizvođača Microchip (slika 2.1a). Ovaj mikrokontroler ima radni napon u rasponu od 2.5V do 5.5V. Posедуje pet portova (A, B, C, D, F), pet tajmera, dva UART modula sa FIFO baferima i 12-bitni Analogno-Digitalni (A/D) konvertor sa 13 ulaznih kanala. Njegove karakteristike uključuju nisku potrošnju energije i visoku brzinu rada [1].



Slika 2.1 dsPIC30F4013

2.2. PIR senzor

Svi objekti, uključujući i ljudsko telo, na temperaturama iznad temperature apsolutne nule (0 Kelvin / -273.15°C) emituju toplotnu energiju u formi infracrvenog zračenja koje PIR senzor detektuje. Što je veća temperatura predmeta, veće zračenje emituje [2]. Zračenje u infracrvenom opsegu nije vidljivo čovekovom oku, a PIR senzor je specifično dizajniran da detektuje upravo talasne dužine ovog opsega. PIR senzor se sastoji iz dva dela, i to piroelektričnog senzora i Fresnelovog sočiva. Piroelektrični senzor isključuje ambijentalne IR, a ovo se ostvaruje preko dve ožičene elektrode koje se u odsustvu promena IR nivoa međusobno poništavaju [2].

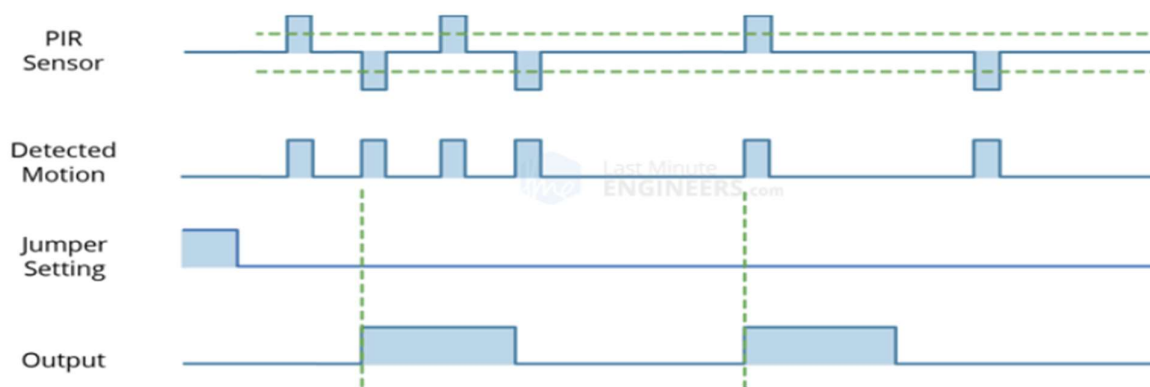


Slika 2.3a Izgled PIR senzora



Slika 2.3b Fresnelovo sočivo

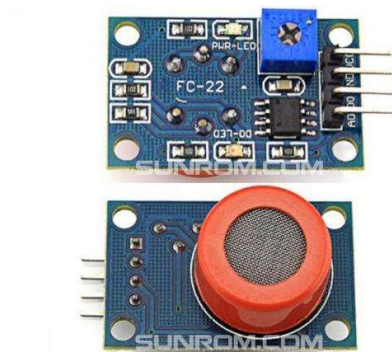
Senzor ima dva režima koji se zovu Trigger režimi. Izbor režima vrši se različitim pozicioniranjem kratkospojnika. U ove režime spadaju režim LOW (L) i HIGH (H). Pozicioniranjem kratkospojnika na LOW biramo Single Trigger režim koji kada jednom detektuje pokret ostaje na jedinici definisano vreme i nakon toga pada na nulu u kojoj takođe ostaje tačno definisan vremenski period, nezavisno od pokreta u tom periodu. Selekcijom HIGH režima biramo Repeat Trigger režim koji je na visokom nivou dok detektuje kretanje i pada na nulu u odsustvu pokreta, te ostaje u tom stanju definisan vremenski period. [2]



Slika 2.4 Signali na PIR senzoru

2.3. Potenciometar kao MQ3 senzor

MQ3 je senzor koji se koristi za detekciju alkohola, benzina i dima. Napon ovog kola je 5V DC. Princip rada se zasniva na promeni provodljivosti koju uzrokuje kalaj-dioksid (SnO_2), koji se nalazi unutar senzora. U slučaju kada je senzor izložen čistom vazduhu provodljivost je izuzetno mala. Sa povećanjem koncentracije neželjenog gasa, raste i provodljivost senzora što se detektuje kao promena napona na izlazu [3]. Senzor odlikuje niska cena, velika osetljivost, jednostavna konstrukcija i dug vek trajanja. Njegov izgled prikazan je na slici 2.2a. U projektu je zbog nemogućnosti korišćenja MQ3 senzora korišćen potenciometar koji funkcioniše na principu A/D konverzije. Sam potenciometar može da detektuje vrednost od 0 do 4095. U projektu je korišćena vrednost 666 kao granična za detekciju prevelike koncentracije ugljenik-monoksida (CO).



Slika 2.3 Izgled MQ3 senzora

2.4. Servo motor

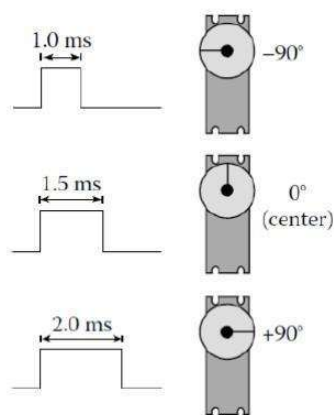
Servo motor predstavlja aktuator sa ugrađenim mehanizmom povratne sprege koji odgovara na upravljački signal promenom i zadržavanjem pozicije osovine motora ili pomeranjem osovine kontinualnom brzinom.

Servo motor koji je korišćen u ovom projektu je SG90 koji ima ugaoni hod od 180 stepeni , po 90 stepeni u svakom smeru. Ugaoni položaj izlaznog vratila prati se pomoću potencijometra, smeštenog u unutrašnjosti kućišta motora. Motor ima tri priključka od kojih je jedan za napajanje, drugi za masu, treći je upravljački [4]. Izgled SG90 servo motora prikazan je na slici 2.4a.

Da bi se upravljalo servo motorom potrebno je generisati odgovarajući oblik signala, koji se dovodi na njegov PWM ulazni priključak. Kako je ilustrovano na slici 2.4b, povorka impulsa trajanja 2 ms prouzrokuje da se motor pozicionira u položaj, $+90^\circ$. Ako se trajanje impulsa postavi na 1,5 ms, vratilo se pomeri u položaj 0° , a za 1,0 ms vratilo se pomera u poziciju -90° [5].



Slika 2.4a Izgled motora SG90



Slika 2.4b Princip funkcionisanja servo motora

2.5. Zujalica

Zujalica je uređaj koji vibrira kada se na njega dovede električni signal. Sadrži piezoelektrični materijal koji se nalazi unutar kućišta i na taj način proizvodi zvuk. U zavisnosti od faktora ispunje, zujalica može da proizvodi različit intenzitet zvuka u opsegu od 0% do 100% [3] (slika 2.5b).



Slika 2.5a Zujalica



Slika 2.5b Različit intenzitet zvuk zujalice

U okviru svakog sigurnosnog sistema, alarmni sistem igra ključnu ulogu, a u ovom specifičnom slučaju, koristi se piezo zujalica kao sredstvo za emitovanje alarma. Kada MQ3 senzor detektuje određenu količinu CO u vazduhu, šalje signal mikrokontroleru koji, zauzvrat, aktivira zujalica. Intenzitet zvuka generisanog piezo zujalicom varira u skladu sa nivoom CO detektovanog u vazduhu. Na primer, ukoliko je nivo CO visok, piezo zvučnik može proizvesti jak i prodoran zvuk kako bi upozorio na potencijalnu opasnost. Sa druge strane, pri nižem nivou CO, zvuk može biti manje intenzivan, što ukazuje na manji rizik.

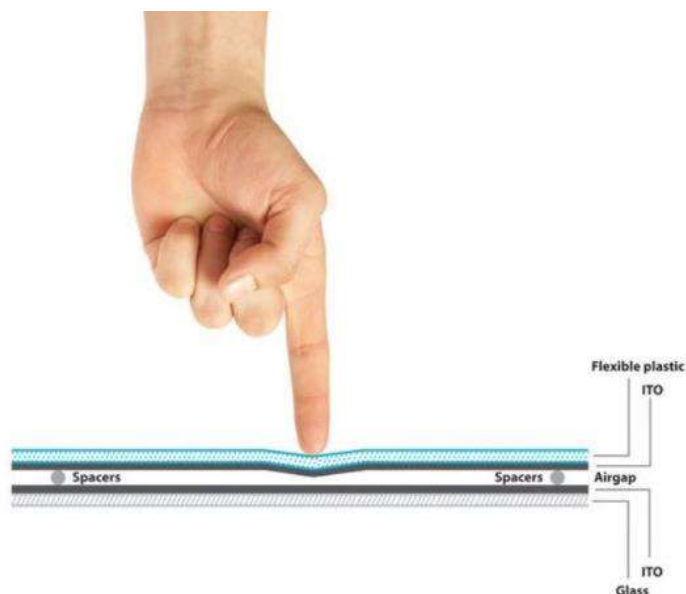
2.6. Grafički displej

Grafički displej (slika 2.6a) se koristi za prikazivanje monohromatskog grafičkog sadržaja, napravljen tako da je pozadina plave boje, a sam ispis bele. Rezolucija ovog displeja iznosi 128 x 64 piksela i mogu se prikazivati karakteri, oblici, kao i slike. Kontrast displeja se može dodatno podešavati preko potencijometra na razvojnom sistemu. GLCD je povezan sa razvojnim sistemom preko posebnog konektora, gde svaka nožica ide na određeni priključak konektora. 8 priključaka se koristi za prenos podataka, dok drugi služe za napajanje, masu, resetovanje [3]... Da bi se priključci koristili za rad sa displejom, potrebno ih je konfigurisati kao digitalni izlazi.



Slika 2.6a Grafički displej [6]

Ekran osjetljiv na dodir je posebna periferija koja se stavlja preko GLCD-a. Dodavanje se vrši pomoću savitljivog flet kabla i konektora postavljenog na razvojnom sistemu. Ekran osjetljiv na dodir predstavlja dve rezistivne folije koje su zalepljene na staklenu podlogu GLCD-a. Jedna folija služi za očitavanje položaja na X-osi, a druga na Y-osi u zamišljenom koordinatnom sistemu.



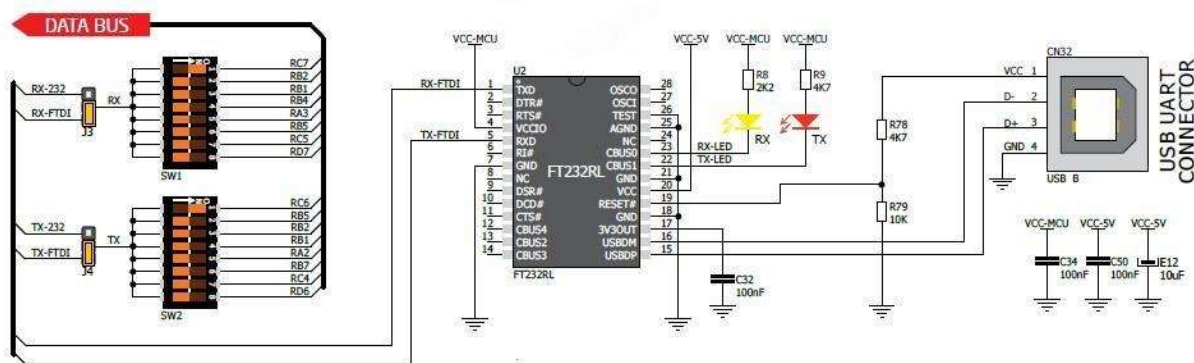
Slika 2.6b Rezistivni ekran osjetljiv na dodir [6]

2.7. UART serijska veza

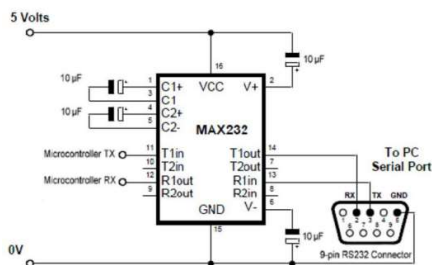
UART (Universal Asynchronous Receiver/Transmitter) predstavlja jedan od režima za razmenu podataka između mikrokontrolera i drugih uređaja. DsPIC30f4013 mikrokontroler poseduje dva UART porta: UART1 i UART2, pri čemu prvi može biti i primarni i alternativni. Komunikacija putem UART-a je dupleksna, što znači da komunikacioni uređaj može istovremeno primati i slati podatke. Prijemna i predajna strana moraju biti inicijalizovane sa istim brzinama prenosa podataka kako bi podaci ispravno bili prevedeni.

Serijska komunikacija može biti ostvarena putem RS232 protokola ili USB protokola. RS232 je asinhroni serijski protokol namenjen za kraća rastojanja i manje brzine prenosa. Korišćeno razvojno okruženje omogućava korišćenje UART-USB protokola (vidi sliku 2.7a), što olakšava upotrebu s obzirom da RS232 više nije standard u savremenim računarima.

Integrisano kolo MAX232 (vidi sliku 2,7b) se takođe koristi za prenos podataka između mikrokontrolera i računara. MAX232 funkcioniše kao invertorski predajni i prijemni bafer, koristeći se za konverziju naponskih nivoa od 0-5V u +/-12V i obrnuto. Ovo je posebno važno kada se koristi RS232 protokol koji zahteva naponske nivoe različite od standardnih nivoa mikrokontrolera [3].



Slika 2.7a Električna šema UART komunikacije preko USB protokola



Slika 2.7b MAX232

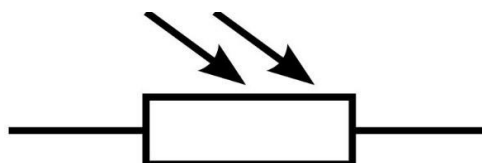
2.8. Fotootpornik

Ovaj otpornik je izrađen od poluprovodnog materijala. Kada fotoni svetlosti padaju na fotootpornik sa dovoljno visokom frekvencijom (odnosno dovoljnom energijom), oni pružaju vezanim elektronima dovoljnu energiju da postanu slobodni elektroni u poluprovodniku. Ovaj proces rezultuje smanjenjem otpora fotootpornika pod uticajem svetlosti.

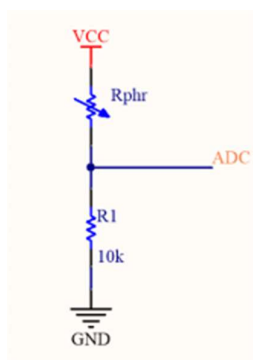
Fotootpornici imaju prednosti u vidu niske cene i pouzdanosti, ali imaju i svoje nedostatke, među kojima je spor odziv. Naime, obično je potrebno nekoliko sekundi za potpunu promenu otpora fotootpornika prilikom naglog promenjenog osvetljenja [7]. Ovo često može biti ograničavajuće u situacijama gde je brza reakcija na promene u osvetljenju od suštinskog značaja.



Slika 2.8a Simbol fotootpornika

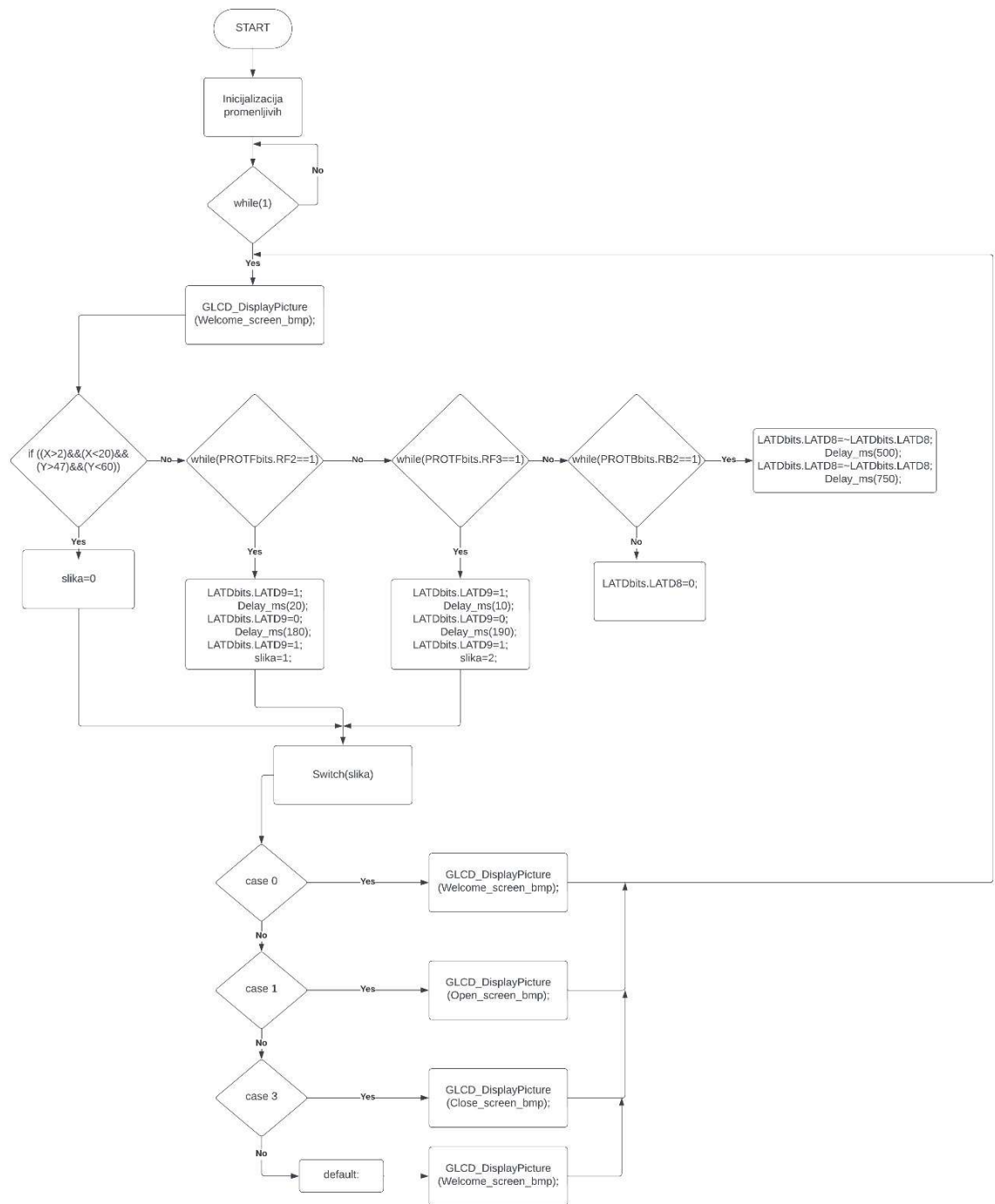


Slika 2.8b Fotootpornik

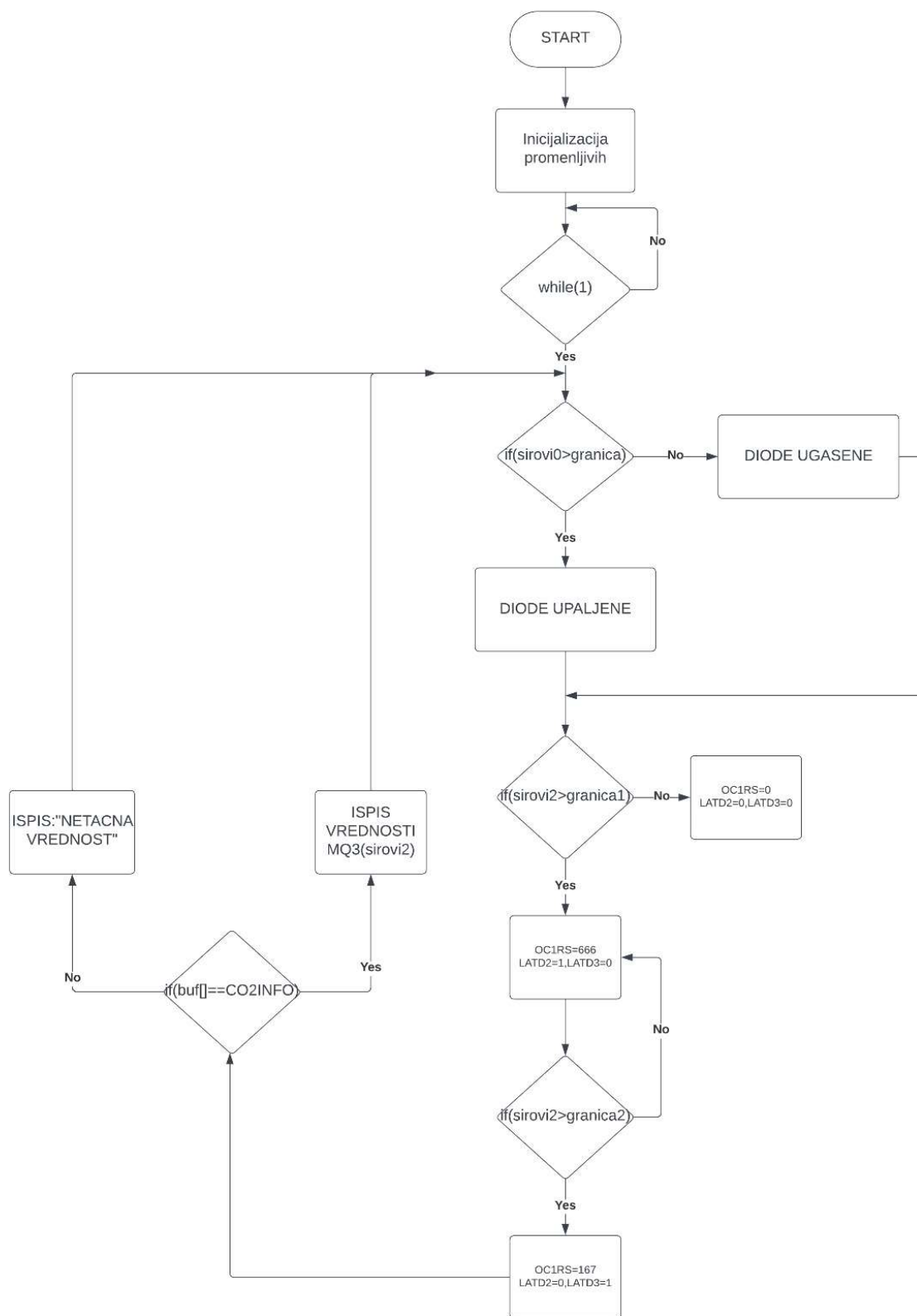


Slika 2.8c Realizacija fotootpornika

3. Algoritam rada



Slika 3a Blok dijagram algoritma za rad vrata garaže i parking senzora



Slika 3b Blok dijagram algoritma smart sistema

4. Realizacija glavne funkcije (main.c dodatak)

Realizacija main-a za vrata garaže i parking senzora:

- I. void ConfigureTSPins(void) – funkcija za konfiguraciju pinova koje koristi touch screen
- II. void Touch_Panel (void) – funkcija za inicijalizaciju touch panela
- III. void Delay_ms (int vreme) – funkcija za kanjenjenje u milisekundama
- IV. void __attribute__((__interrupt__)) _T2Interrupt(void) – interrupt tajmera T2
- V. void __attribute__((__interrupt__)) _ADCInterrupt(void) – interrupt AD konverzije

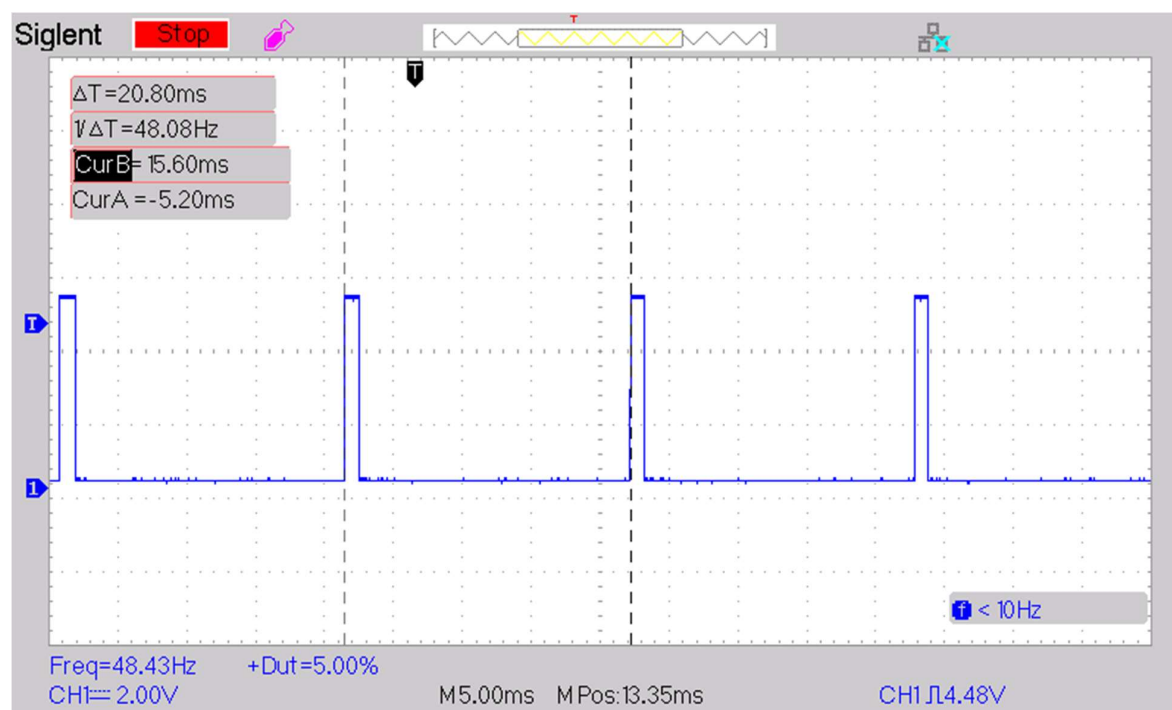
Realizacija main-a za smart sistema:

- I. void initUART1(void)- inicijalizacija serijske komunikacije
- II. void __attribute__((__interrupt__)) _U1RXInterrupt(void) – interrupt serijske komunikacije
- III. void __attribute__((__interrupt__)) _ADCInterrupt(void) – interrupt AD konverzije
- IV. void WriteUART1(unsigned int data) – funkcija za ispisivanje na terminal
- V. void WriteUART1dec2string(unsigned int data) – funkcija za ispsivanje vrednosti AD konverzije na terminal
- VI. void __attribute__((__interrupt__)) _T2Interrupt(void) – interrupt tajmera T2
- VII. void write_string(char* data) – funkcija za ispisivanje stringa na terminal
- VIII. void proveribuf(char buf[]) – funkcija za proveru poslate poruke mikrokontroleru

5. Dodatni zadatak

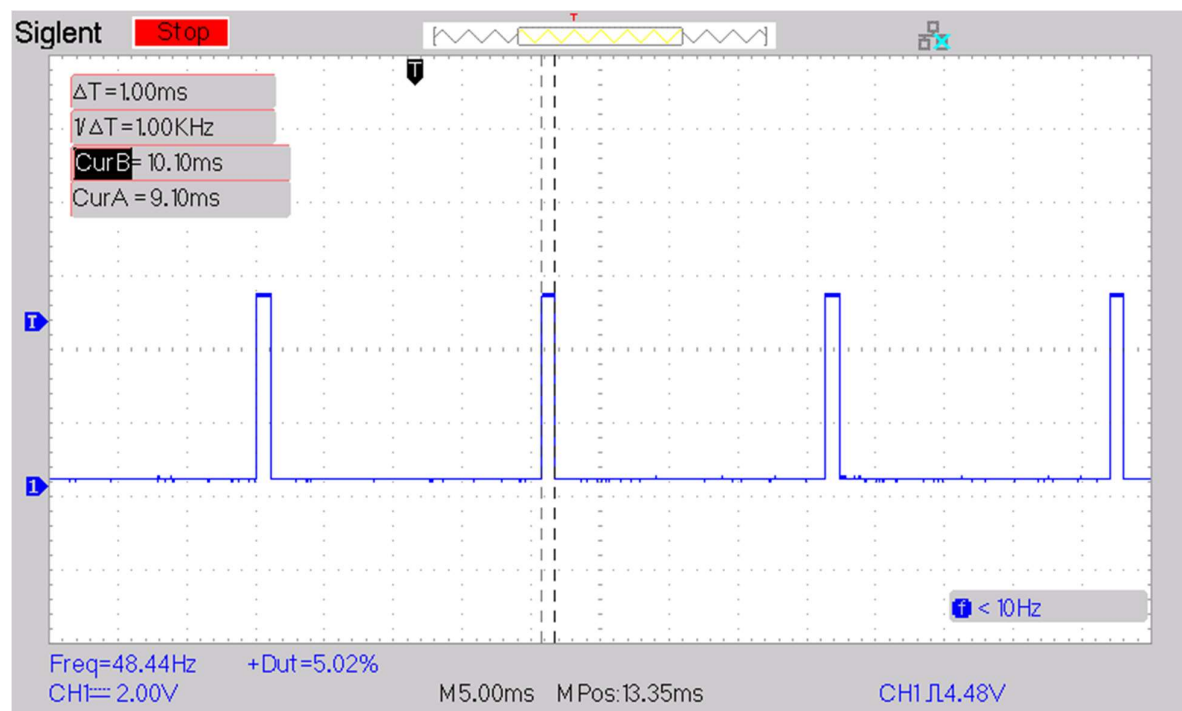
Naša grupa je za dodatni zadatak imala snimanje svih upravljačkih signala za servo motor osciloskopom, određivanje frekvencije i faktora ispune i da se objasni rad operacionih pojačavača.

5.1. Snimanje svih upravljačkih signala za servo motor osciloskopom, određivanje frekvencije i faktora ispune

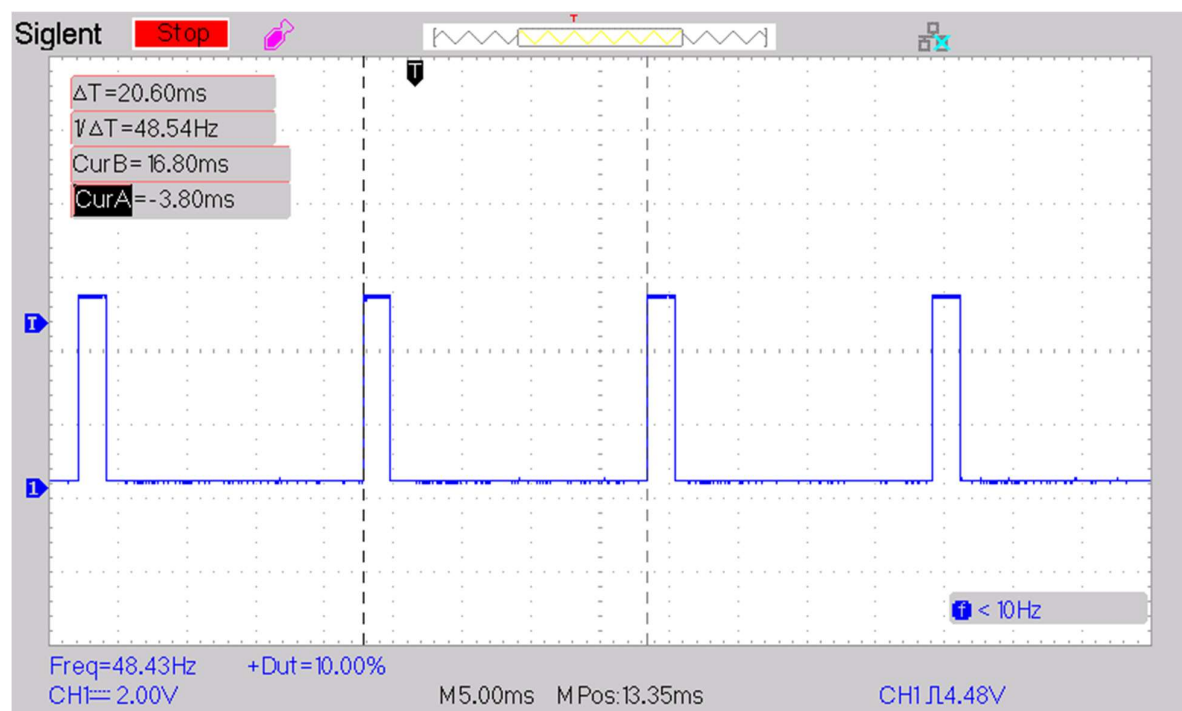


Slika 5.1.a Dužina periode prilikom zatvaranja vrata

Frekvencija upravljačkog signala motora je 48.43Hz, perioda je 20,80ms i faktor ispune 5%.

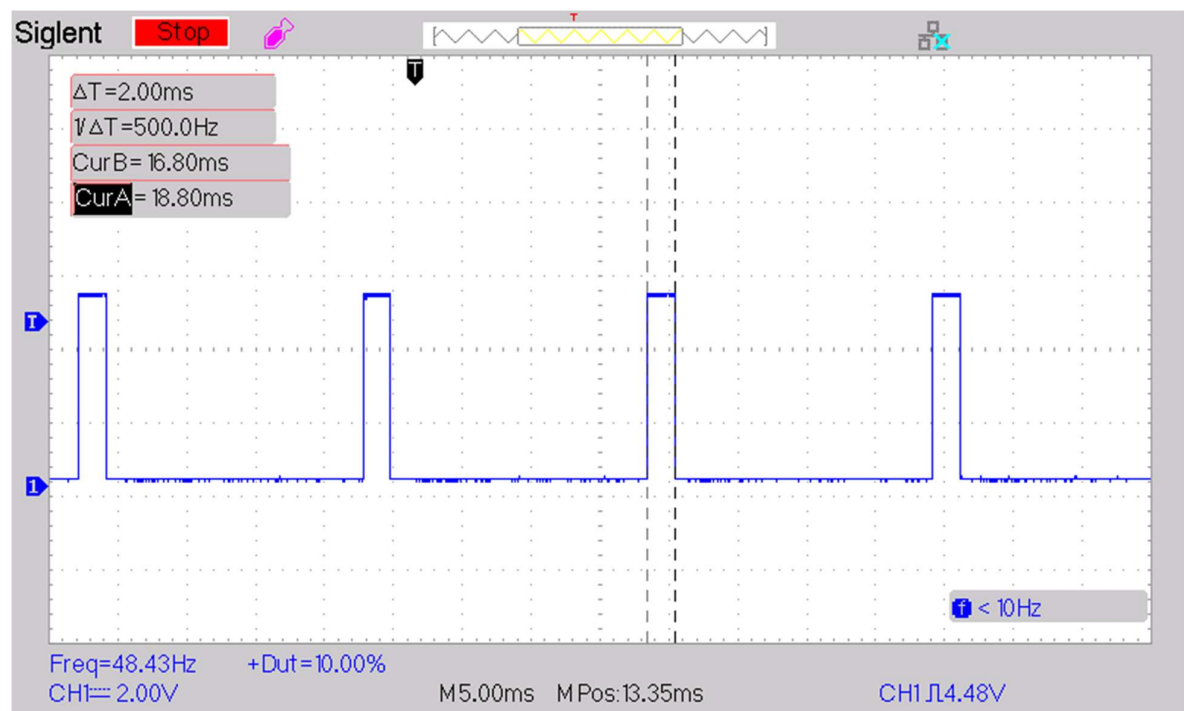


Slika 5.1.b Dužina trajanja jedinice prilikom zatvaranja vrata



Slika 5.1.c Dužina periode prilikom otvaranja vrata

Frekvencija upravljačkog signala motora je 48.43Hz, perioda je 20,60ms i faktor ispune 10%.

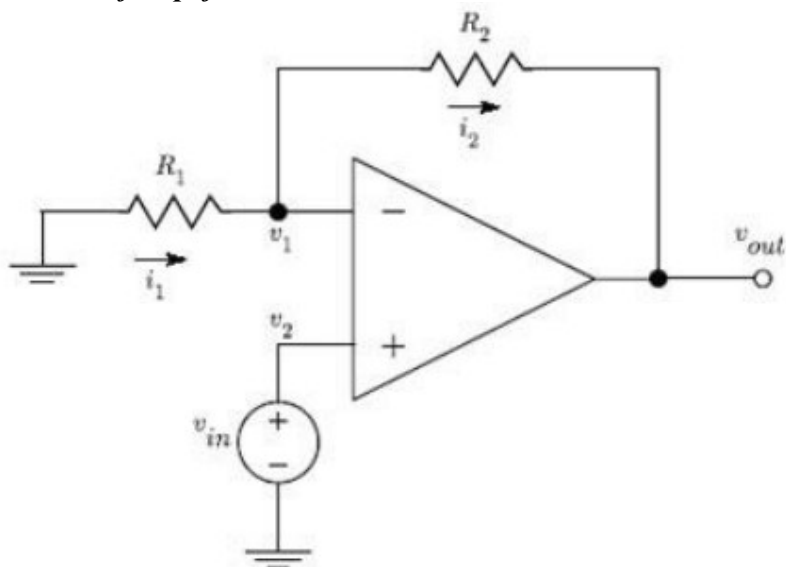


Slika 5.1.d Dužina trajanja jedinice prilikom otvaranja vrata

5.2. Rad operacionih pojačavača

Postoje više različitih načina povezivanja operacionih pojačavača, u odnosu na način povezivanja operacionih pojačavača postoje neinvertujući, invertujući pojačavač, bafer, diferencijalni i instrumentacioni pojačavač [8].

-Neinvertujući pojačavač:

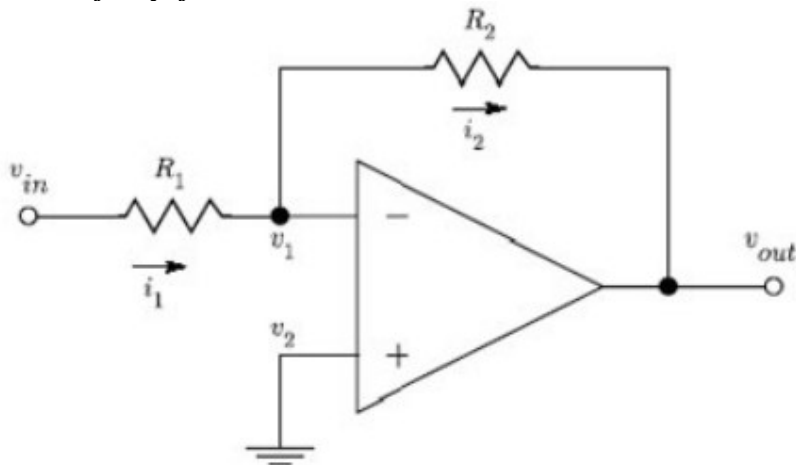


Slika 5.2.a Neinvertujući pojačvač

Glavna karakteristika neinvertirajućeg pojačavača je ta da ulazni signal ide na neinvertirajući ulaz operacionog pojačavača (+ ulaz). Ova konfiguracija stvara pojačavač s pozitivnim pojačanjem [10].

$$V_{out} = V_i * (1 + \frac{R_2}{R_1})$$

-Invertujući pojačavač:

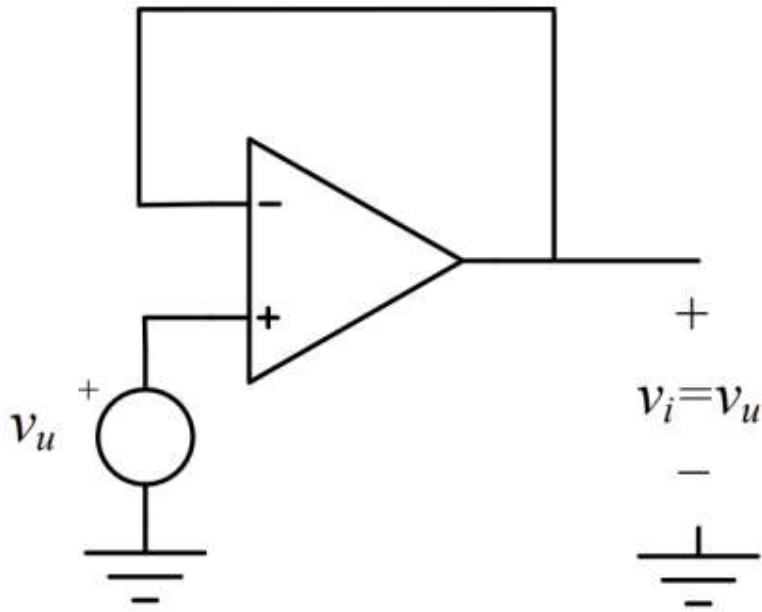


Slika 5.2.b Invertujući pojačavač

Ulazni signal se primjenjuje na invertirajući ulaz operacionog pojačavača (- ulaz). Ova konfiguracija stvara pojačavač s negativnim pojačanjem, što znači da će izlazni signal biti inverzija ulaznog signala [7].

$$V_{out} = V_{in} * \left(-\frac{R_2}{R_1}\right)$$

-Bafer:



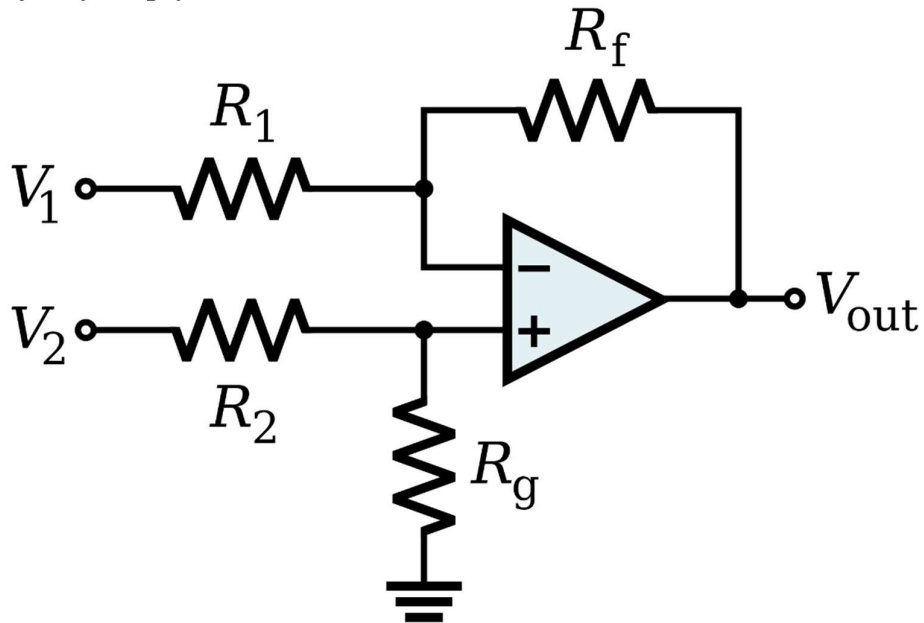
Slika 5.2.c Bafer

Bafer predstavlja neinvertujući pojačavač sa jediničnim pojačanjem. Koristi se kao razdvojni stepen.

Naponsko pojačanje:

$$A_v = \frac{V_i}{V_u} = 1$$

-Diferencijalni pojačavač:

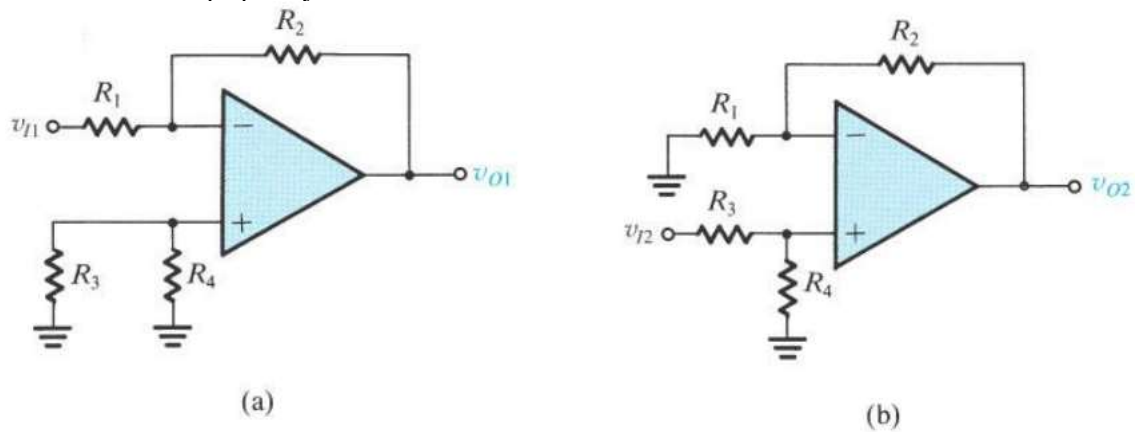


Slika 5.2.d Diferencijalni pojačavač

Diferencijalni pojačavač je vrsta pojačavača koja pojačava razliku između dvaju ulaznih signala. Ova vrsta pojačavača često se koristi za eliminaciju zajedničkog načina signala, odnosno signala koji je prisutan na oba ulaza, dok pojačava samo diferencijalni signal, tj. razliku između ta dva ulaza [7].

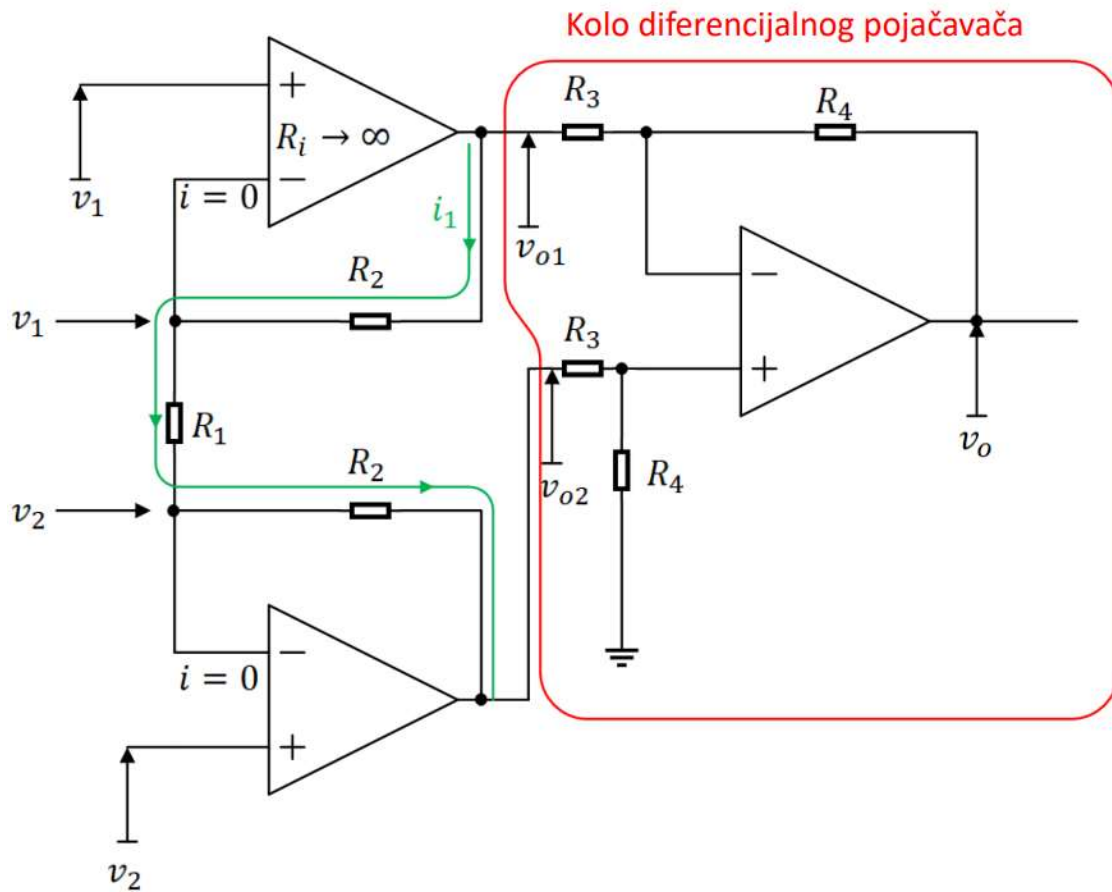
Ovakav pojačavač se rešava metodom superpozicije.

Primena metode superpozicije:



Slika 5.2.e Primena metode superpozicije

-Instrumentacioni pojačavač:



Slika 5.2.f Instrumentacioni pojačavač

Ova vrsta pojačavača pruža visoko pojačanje, visoku preciznost i zajedno s niskim šumom, čini ga idealnim za primjene gdje je važna precizna mjerenja malih signala. Instrumentacijski pojačavač često ima tri operaciona pojačavača i tri otpornika [7].

$$V_o = \frac{R_4}{R_3} * \left(1 + \frac{2R_2}{R_1}\right) * (V_2 - V_1)$$

6. Zaključak

U poslednjim fazama razvoja našeg pametnog garažnog projekta, uspeali smo efikasno ukomponovati raznovrsne tehnološke elemente, donoseći značajna poboljšanja u aspektima sigurnosti, funkcionalnosti i ukupnog upravljanja garažom. Kombinovanjem MQ3 senzora za praćenje nivoa ugljenik-monoksida, GLCD ekrana za pregledno vizualizovanje stanja garaže, PIR senzora za parking asistenciju, i fotootpornika za adaptaciju osvetljenja, stvorili smo sistem koji ne samo da pruža sveobuhvatnu kontrolu prostora već i prilagođava se promenama u okolini.

MQ3 senzor, omogućavajući precizno praćenje nivoa CO, predstavlja ključnu komponentu za očuvanje kvaliteta vazduha u garaži. Ekološki gledano, praćenje i regulacija nivoa CO čini prostor ne samo bezbednim već i ekološki održivim. S druge strane, GLCD ekran pruža korisnicima trenutnu informaciju o stanju vrata garaže na jednom preglednom mestu. Kontrola osnovnih funkcionalnosti, poput otvaranja i zatvaranja vrata, kao i upravljanje osvetljenjem, jednostavna je zahvaljujući pravilnom rasporedu pinova. Kontrola osvetljenja u skladu sa spoljašnjim uslovima doprinosi efikasnijem korišćenju električne energije, smanjujući ekološki otisak garaže.

Ekonomske prednosti dolaze kroz optimizaciju resursa. Efikasno upravljanje osvetljenjem i jednostavnim upravljanjem parking senzora i alarma su pametna rešenja koja mogu doprineti povećanju vrednosti imovine. Kroz ovo sveobuhvatno rešenje, ostvarujemo ravnotežu između očuvanja životne sredine i postizanja ekonomske efikasnosti.

Ovaj projekat, iako zadovoljava osnovne ciljeve, ostavlja prostor za dalja unapređenja i inovacije. Razmatranje dodatnih senzora ili autonomizacije sistema kao što su *smart* sistem za zaključavanje, protiv požarni sistem i slično, otvara vrata novim mogućnostima prilagodljivosti i efikasnosti.

Kroz samu suštinu, pametna garaža predstavlja korak napred u domenu pametnih sistema za domaćinstva, povezujući tehnologiju sa ekološkom i ekonomskom održivošću. Dalji razvoj ovakvih projekata može značajno doprineti stvaranju inteligentnih, održivih domova, unapređujući kvalitet života korisnika.

7.Literatura

- [1] „Easy PIC v7 for dcPIC30,"
<https://download.mikroe.com/documents/full-featured-boards/easy/easypic-v7-dspic30/easypic-v7-dspic30-manual-v101a.pdf>. [Poslednji pristup 23. 12. 2023.].
- [2] „How HC-SR501 PIR Sensor Works & Interface It With Arduino,"
<https://lastminuteengineers.com/pir-sensor-arduino-tutorial/>. [Poslednji pristup 27. 12. 2023.].
- [3] V. Rajs, Praktikum za vežbe iz Primenjene elektronike, Novi Sad: FTN, 2020.
- [4] „Servo motor Connection,"
<https://circuitspedia.com/arduino-servo-motor-control/>. [Poslednji pristup 27. 12. 2023.].
- [5] „How to control servo motors with Arduino," [Na mreži].
<https://www.makerguides.com/servo-arduino-tutorial/>. [Poslednji pristup 23. 12. 2023.].
- [6] „Graphic LCD 128x64 2.8in Resistive Touch Screen Demonstration Board,"
<https://uk.rs-online.com/web/p/display-development-tools/7916466>. [Poslednji pristup 23. 12. 2023.].
- [7] „HC SR501 PIR Motion Sensor Module Pinout, Datasheet & Details,"
<https://www.componentsinfo.com/hc-sr501-module-pinout-datasheet/>. [Poslednji pristup 23. 12. 2023.].
- [8] „PIR Sensors Guide with Arduino Programming for motion detection,"
<https://www.electronicwings.com/sensors-modules/pir-sensor>. [Poslednji pristup 27. 12. 2023].
- [9] M. Živanov, Uvod u elektroniku, Novi Sad: FTN, 2013.
- [10] "Photoresistor,"
<https://eepower.com/resistor-guide/resistor-types/photo-resistor/#>.