Ugradbeni računalni sustavi u vertikalnim transpornim sustavima zgradarstva

Petrovečki, Ivan

Undergraduate thesis / Završni rad

2018

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Faculty of Electrical Engineering, Computer Science and Information Technology Osijek / Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Fakultet elektrotehnike, računarstva i informacijskih tehnologija Osijek**

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:200:017554

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-29**

Repository / Repozitorij:

Faculty of Electrical Engineering, Computer Science and Information Technology Osijek

zir.nsk.hr

Image not found or type unknown

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU

Fakultet elektrotehnike, računarstva i informacijskih tehnologija

UGRADBENI RAČUNALNI SUSTAVI U VERTIKALNIM TRANSPORTNIM SUSTAVIMA ZGRADARSTVA

Završni rad

Ivan Petrovečki

Osijek, 2018.

FERIT
FAKULTET ELEKTROTEHNIKE, RAČUNARSTVA I INFORMACIJSKIH TEHNOLOGIJA OSIJEK

Obrazac Z1S: Obrazac za imenovanje Povjerenstva za obranu završnog rada na preddiplomskom stručnom studiju

Osijek, 21.09.2018.

Odboru za završne i diplomske ispite

Imenovanje Povjerenstva za obranu završnog rada na preddiplomskom stručnom studiju

Ime i prezime studenta:	Ivan Petrovečki
Studij, smjer:	Preddiplomski stručni studij Elektrotehnika, smjer Automatika
Mat. br. studenta, godina upisa:	A4213, 27.09.2017.
OIB studenta:	54323872172
Mentor:	Doc.dr.sc. Tomislav Keser
Sumentor:	
Sumentor iz tvrtke:	
Predsjednik Povjerenstva:	Izv. prof. dr. sc. Alfonzo Baumgartner
Član Povjerenstva:	Dr. sc. Tomislav Galba
Naslov završnog rada:	Ugradbeni računalni sustavi u vertikalnim transpornim sustavima zgradarstva
Znanstvena grana rada:	**Arhitektura računalnih sustava (zn. polje računarstvo)**
Zadatak završnog rada	Projektirati, izgraditi i evaluirati sustav vertikalnoga transporta u stembenim zgradama, dizalo, uporabom mikroupravljačkih sustava. Sustav izgraditi u obliku makete s potpunom funkcionalnošću i upravljivošću kao i kod realnih sustava.
Prijedlog ocjene pismenog dijela ispita (završnog rada):	Izvrstan (5)
Kratko obrazloženje ocjene prema Kriterijima za ocjenjivanje završnih i diplomskih radova:	Primjena znanja stečenih na fakultetu: 2 bod/boda Postignuti rezultati u odnosu na složenost zadatka: 2 bod/boda Jasnoća pismenog izražavanja: 2 bod/boda Razina samostalnosti: 3 razina
Datum prijedloga ocjene mentora:	21.09.2018.

Potpis mentora za predaju konačne verzije rada u Studentsku službu pri završetku studija:	Potpis:
	Datum:

FERIT
FAKULTET ELEKTROTEHNIKE, RAČUNARSTVA
I INFORMACIJSKIH TEHNOLOGIJA **OSIJEK**

IZJAVA O ORIGINALNOSTI RADA

Osijek, 25.09.2018.

Ime i prezime studenta:	Ivan Petrovečki
Studij:	Preddiplomski stručni studij Elektrotehnika, smjer Automatika
Mat. br. studenta, godina upisa:	A4213, 27.09.2017.
Ephorus podudaranje [%]:	1

Ovom izjavom izjavljujem da je rad pod nazivom**: Ugradbeni računalni sustavi u vertikalnim transpornim sustavima zgradarstva**

izrađen pod vodstvom mentora Doc.dr.sc. Tomislav Keser

i sumentora

moj vlastiti rad i prema mom najboljem znanju ne sadrži prethodno objavljene ili neobjavljene pisane materijale drugih osoba, osim onih koji su izričito priznati navođenjem literature i drugih izvora informacija.
Izjavljujem da je intelektualni sadržaj navedenog rada proizvod mog vlastitog rada, osim u onom dijelu za koji mi je bila potrebna pomoć mentora, sumentora i drugih osoba, a što je izričito navedeno u radu.

Potpis studenta:

Sadržaj

1. UVOD 1
   1.1. Zadatak rada 2
2. Sustavi transporta u zgradarstvu 3
   2.1. Strukturni ustroj sustava transporta u zgradarstvu 3
      2.1.1. Planirani izgled makete 4
   2.2. Upravljački sustav 4
      2.2.1. Dijagram toka dizala 5
      2.2.2. Odnos pojedinih elemenata sustava 5
      2.2.3. Uvjeti rada dizala 6
   2.3. Upravljačko sučelje 7
3. Realizacija makete 9
   3.1. Izgled makete i odabrani elementi 9
      3.1.1. Mikrokontroler 9
      3.1.2. Senzori 10
      3.1.3. Koračni motori 11
      3.1.4. Tipkala i mikroprekidači 13
      3.1.5. Izgled makete 13
      3.1.6. Izgled kabine 14
   3.2. Realizacija upravljačkog sustava 15
      3.2.1. Popis odabranih elemenata 16
      3.2.2. Blokovski prikaz 17
   3.3. Upravljački algoritam 18
      3.3.1. Razvojno okruženje 18
      3.3.2. Dijagram toka dizala 21
      3.3.3. Sigurnost dizala 22
4. Testiranje 23
   4.1. Metode testiranja 23
      4.1.1. Metoda testiranja mikroprekidača 23
      4.1.2. Metoda testiranja tipkala 23
      4.1.3. Metoda testiranja induktivnih senzora 24
      4.1.4. Metoda testiranja koračnih motora 24
      4.1.5. Metoda testiranja LCD zaslona 24
   4.2. Rezultati testiranja 24
      4.2.1. Rezultati testiranja mikroprekidača 24
      4.2.2. Rezultati testiranja tipkala i svjetlećih dioda 25

4.2.3. Rezultati testiranja induktivnih senzora 26
4.2.4. Rezultati testiranja koračnih motora 27
4.2.5. Rezultati testiranja LCD zaslona 28
5. ZAKLJUČAK 29
6. LITERATURA 30
SAŽETAK 32
ABSTRACT 32
ŽIVOTOPIS 33
PRILOZI 34

1. UVOD

Prvi se put dizala spominju već davne 236. godine prije Krista. Izrađivao ih je Arhimed, grčki fizičar i matematičar opisavši ih kao kabine ovješene na užad. Kabine su bile pogonjene ručno ili su ih pak pogonile životinje. Prvo moderno instalirano dizalo izradio je Ivan Kulibin 1793. godine. Prijenos sirovina kao što su ugljen i drvo najviše su doprinijele razvoju dizala. Početni mehanizam pokretanja dizala bio je parni stroj. Kako bi se smanjile dimenzije do tada masivnih konstrukcija, 1835. godine prvi se puta pojavljuje dizalo s protuutegom. Nadalje, kako su se dizala počela sve više koristiti u stambenim objektima, postavljalo se pitanje sigurnosti[1]. Prvo sigurnosno dizalo instalirano je 1857. godine, a djelo je američkog industrijalca Elishe Otisa. On je prvi izumitelj koji je osmislio patent kojim bi se dizalo zaustavilo u slučaju pucanja kabela. Mehanizam je bio siguran zbog toga što je imao centrifugalni regulator. Ukoliko bi se premašila zadana brzina, dizalo bi se zaključalo za svoje vodilice. Elisha Otis svoj je patent prvi put predstavio u Kristalnoj palači u Londonu. Prvo komercijalno dizalo izumitelja Elishe Otisa instalirano je u New Yorku 1857. godine u zgradi trgovca E. V. Haughwouta[2]. Prvo električno dizalo pojavljuje se 1880. godine, a izumio ga je Werner von Siemens u Njemačkoj, no njegovu ideju proveo je Antun Freissler.



Slika 1.1. Demonstracija Otisovog dizala[1]

Nakon povijesnog prikaza razvoja dizala, ponešto će se reći o svakome poglavlju ovoga rada. U poglavlju *Zadatak rada* bit će opisano što sve maketa dizala treba sadržavati. Poglavlje pod nazivom *Sustavi transporta u zgradarstvu* obuhvatit će detaljan opis planiranja izrade makete

dizala. U trećem poglavlju bit će riječi o elementima odabranim za izradu makete dizala. Također, nabrojat će se potrebni elementi, dati uvid u izgled same makete te objasniti kako jedni elementi utječu na druge. Nakon toga vršit će se testiranja svakog pojedinog elementa kako bi se ustanovila njihova ispravnost. Rezultati provedenih testiranja bit će zabilježeni u poglavlju pod nazivom *Rezultati testiranja*.

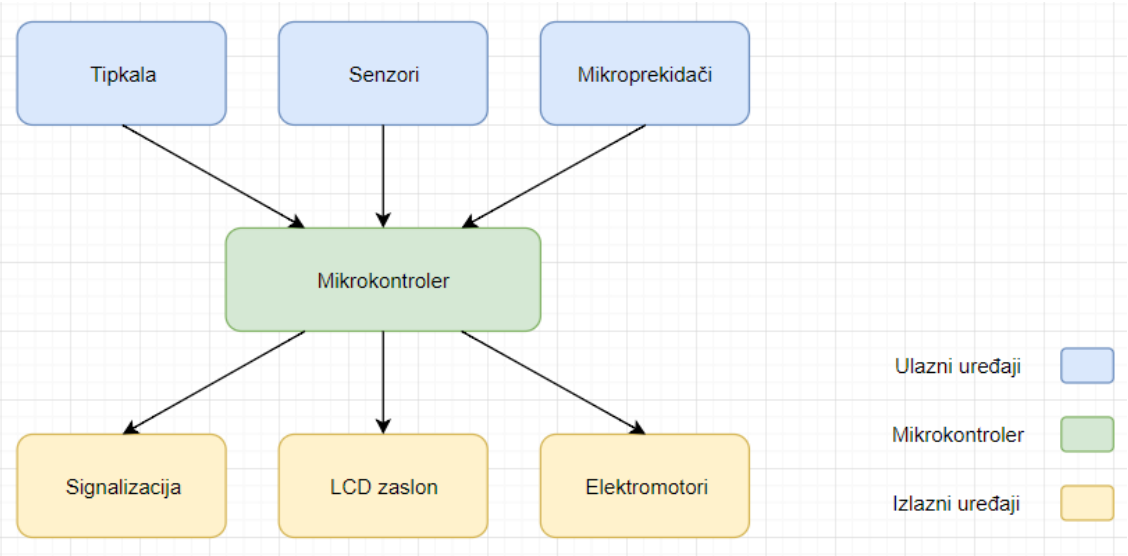
1.1. Zadatak rada

Cilj je ovoga završnog rada upoznavanje s radom dizala te izrada funkcionalne makete. U teorijskom dijelu potrebno je opisati povijest dizala, planiranje izrade makete, samu izradu makete te upravljački dio iste. U praktičnom dijelu završnog rada potrebno je izraditi maketu koja će sadržavati prizemlje s još četiri kata. Maketa treba služiti kao simulacija dizala koje se inače koristi u stambenim zgradama.

2. Sustavi transporta u zgradarstvu

U ovom poglavlju opisat će se kako sustav treba izgledati, kako će raditi te kako će se njime upravljati. Dati će se pregled strukturnog ustroja makete, te će biti detaljno objašnjeno kako pojedini korišteni elementi utječu na rad drugih elemenata.

2.1. Strukturni ustroj sustava transporta u zgradarstvu

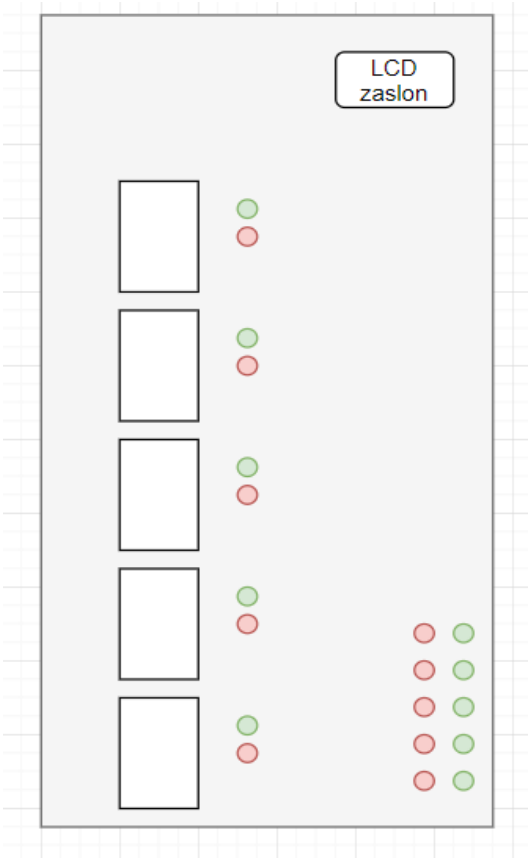


Slika 2.1. Strukturni blok dijagram

Iz slike 2.1. može se vidjeti kako izgleda strukturni blok dijagram makete dizala. Kao ulazni uređaji koriste se tipkala, senzori i mikroprekidači, dok su izlazni uređaji LCD zaslon, elektromotor te elementi koji će signalizirati da je određeno tipkalo pritisnuto. Kada se pritisne jedno od tipkala, pali se za njega predviđena signalizacija te se pokreće elektromotor koji će dizati ili spuštati kabinu u ovisnosti gdje se ona trenutno nalazi. Kada se kabina približi zadanom katu i očita je senzor, usporit će kako bi se što lakše zaustavila. Nakon usporavanja, kabina dolazi na željenu poziciju te je očita senzor koji je za to predviđen. Tada se gasi elektromotor te se kabina zaustavlja. Kada se kabina zaustavila, pali se drugi elektromotor koji otvara vrata kabine. Vrata kabine bit će otvorena sve dok se kabina ne pozove na drugi kat. Na LCD zaslonu će se tijekom cijelog rada ispisivati gdje se kabina nalazi, a to će se znati pomoću senzora. U podu kabine nalazit će se senzor koji će onemogućiti njezino pokretanje ukoliko teret kabine bude pretežak.

2.1.1. Planirani izgled makete

Iz slike 2.2. može se vidjeti kako bi prednja strana makete trebala izgledati. S lijeve strane nalaze se otvori za kabinu dizala. Kružići crvenom bojom označavaju tipkala. S lijeve strane su tipkala koja se nalaze na pojedinom katu, dok desna tipkala služe kao simulacija tipkala u kabini. Kružići zelenom bojom označavaju signalizaciju. Svako tipkalo ima svoju signalizaciju. LCD zaslon nalazit će se s gornje desne strane makete kako bi bio što bolje vidljiv.

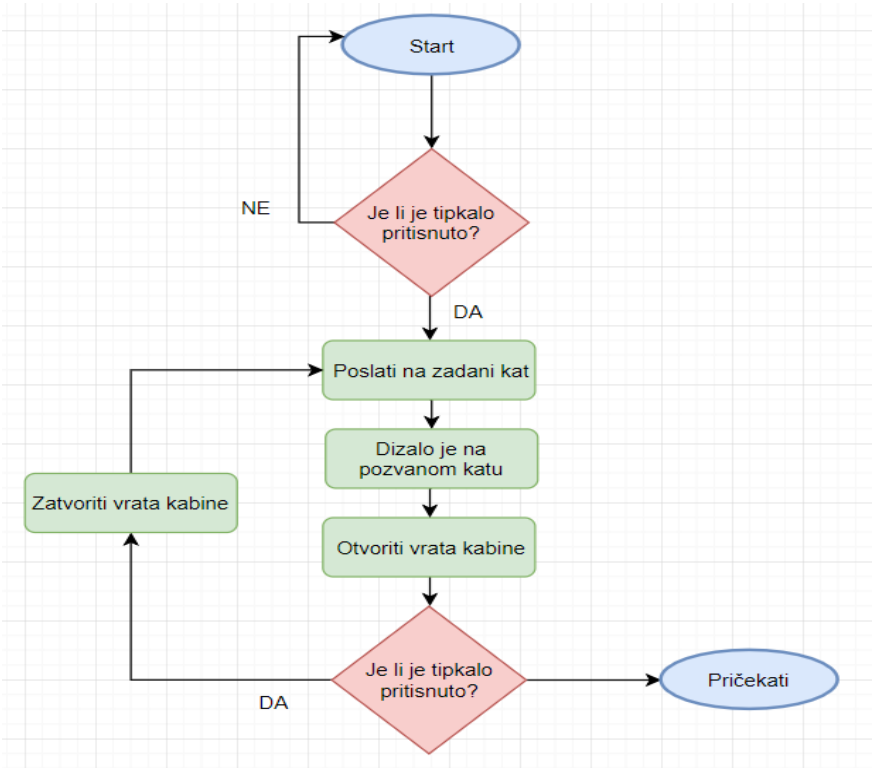


Slika 2.2. Planirani izgled makete

2.2. Upravljački sustav

U ovom će se dijelu dati opis svrhe pojedinih elemenata te će se objasniti kako oni utječu na rad ostalih elemenata. Prikazat će se i blok dijagram sustava koji će biti vodilja za izradu makete i prema kojem će se ona graditi.

2.2.1. Dijagram toka dizala



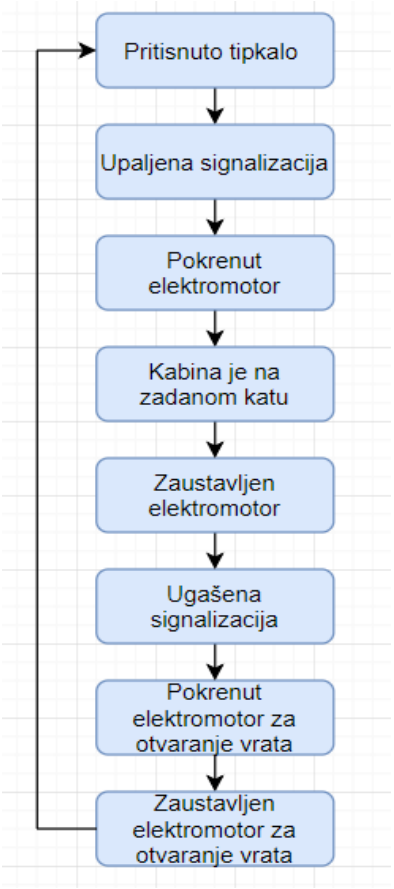
Slika 2.2. Dijagram toka dizala

Iz slike 2.2. može se vidjeti kako izgleda prijedlog dijagrama toka dizala. Za pokretanje kabine dizala potrebno je pritisnuti neko od tipkala kako bi se kabinu pozvalo na neki od katova. Kada se pritisne tipkalo, kabina se šalje na zadani kat. Prilikom njezinog dolaska na kat, kabina usporava te se zaustavlja. Nakon toga otvaraju se vrata koja bivaju otvorena sve dok se kabina ne pozove na neki drugi kat. Kada je kabina na zadanom katu, ona ostaje na njemu sve dok se neko od ostalih tipkala ne pritisne. U tom se slučaju vrata kabine zatvaraju, nakon čega ona može krenuti, te se potom cijeli postupak ponavlja.

2.2.2. Odnos pojedinih elemenata sustava

Uloga je tipkala da se pritiskom jednog od njih kabina pozove na željeni kat. Koristit će se ukupno deset tipkala. Pet za pozivanje dizala na kat, a pet za slanje dizala na određeni kat (simulacija tipkala unutar kabine). Senzori će se koristiti kako bi signalizirali mikrokontroleru gdje se kabina nalazi u određenom trenutku. Pet senzora koristit će se kao signal za zaustavljanje kabine na određenom katu, dok će se ostala četiri koristiti za usporavanje kabine prije nego što dođe na određeni kat. Bit će smješteni po jedan između svakog senzora za

zaustavljanje kabine. Mikroprekidači koristit će se radi sigurnosti, kako bi ograničili hod kabine ukoliko zakaže jedan od senzora. Jedan će biti smješten maksimalno gore, a drugi će biti smješten maksimalno dolje kako bi kabina imala što veći hod.



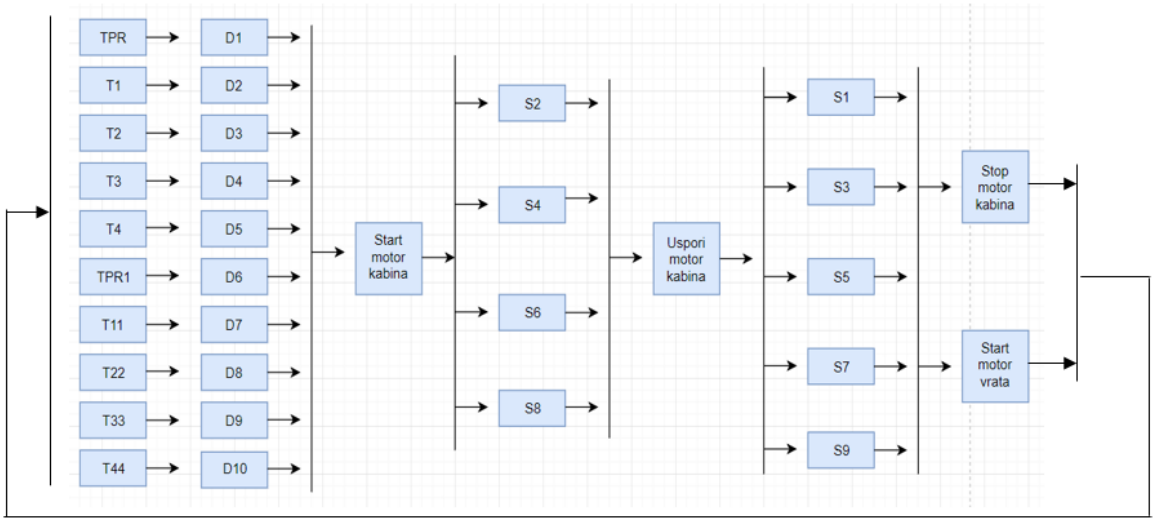
Slika 2.3. Blok dijagram rada dizala

Slika 2.3. prikazuje blok dijagram rada dizala. Kada se pritisne neko od tipkala, upali se za njega predviđena signalizacija. Zatim se pokreće elektromotor dok kabina ne dođe na pozvani kat, koji se potom zaustavlja. Ugasit će se signalizacija koja je svjetlila prilikom dolaska kabine na kat. Otvorit će se vrata kabine pomoću predviđenog elektromotora, a nakon što su otvorena, elektromotor se zaustavlja. Vrata bivaju otvorena sve dok se kabina ne pozove na sljedeći kat. Nakon toga postupak se ponavlja.

2.2.3. Uvjeti rada dizala

Iz slike 2.4. može se vidjeti kako bi uvjeti rada dizala trebali izgledati. Pritiskom bilo kojeg tipkala pali se točno određena dioda, te koračni motor za spuštanje i podizanje kabine, u

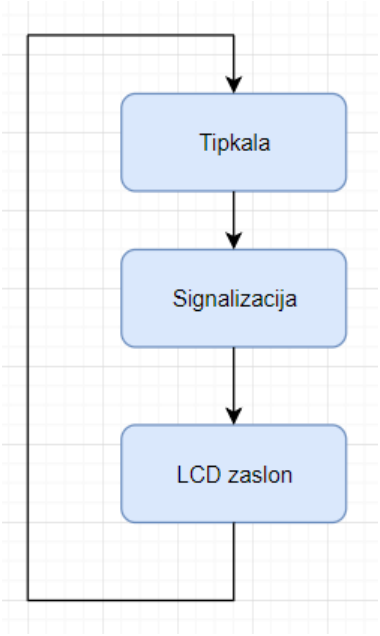
ovisnosti gdje se kabina nalazi u tom trenutku te gdje treba ići. Nakon toga u ovisnosti na koji kat dizalo treba ići aktiviranjem nekog od senzora S2, S4, S6, S8 usporava se rad koračnog motora kako bi se kabina mogla polagano zaustaviti. Zatim na aktivaciju nekog od senzora S1, S3, S5, S7, S9 također u ovisnosti na koji je kat dizalo pozvano, zaustavlja se rad koračnog motora te kabina staje. Kada se kabina zaustavi pali se motor koji otvara i zatvara vrata. On radi tako da kada otvori vrata, drži ih otvorena pet sekundi te ih nakon toga zaustavlja. Tada dizalo može nastaviti sa radom.



Slika 2.4. Uvjeti rada dizala

2.3. Upravljačko sučelje

Upravljačko sučelje sustava služi za upravljanje dizalom. Ulazi i izlazi koji su vidljivi čovjeku jesu tipkala, signalizacija te LCD zaslon.



Slika 2.5. Korisničko sučelje

Iz slike 2.5. može se vidjeti kako izgleda korisničko sučelje usmjereno čovjeku. Dizalom se može upravljati samo putem tipkala na dizalu i tipkalima koja služe kao simulacija tipkala u kabini. Ako se dizalo nalazi u prizemlju i pritisne se tipkalo za četvrti kat, upali se signalizacija na četvrtom katu kako bi se znalo da je tipkalo pozvano. Na LCD zaslonu se ispisuje gdje se dizalo nalazi prilikom prolaska pokraj svakog kata. Prolaskom dizala kroz prvi kat na LCD zaslon ispiše se „Prvi kat“, prolaskom kroz drugi kat ispiše se „Drugi kat“ itd. Kada dizalo dođe na četvrti kat ugasi se signalizacija te se na LCD zaslonu ispiše „Četvrti kat“. Nakon toga dizalo je moguće tipkalima poslati na druge katove.

3. Realizacija makete

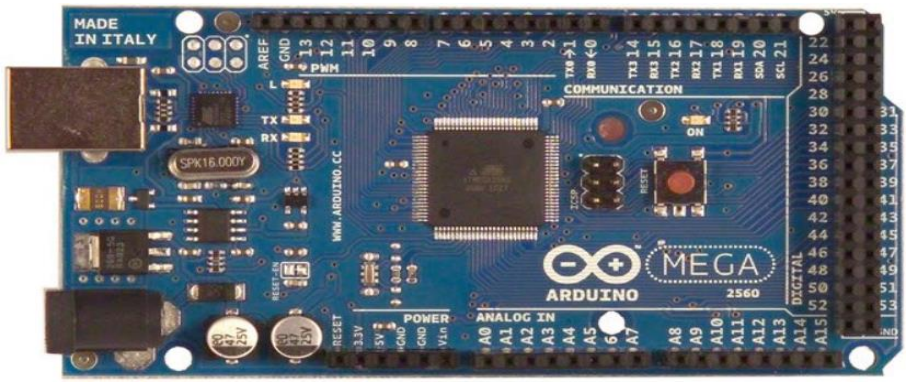
Nakon planiranja izrade makete i načina njezina funkcioniranja, maketu je potrebno realizirati. U ovome će se poglavlju detaljno opisati koji su elementi upotrijebljeni za izradu te koja je njihova uloga. Objasnit će se i način rada makete te opisati njezin izgled.

3.1. Izgled makete i odabrani elementi

Izgled makete i odabranih elemenata obuhvatit će detaljan opis izrade konstrukcije makete, objasniti koji su elementi odabrani za njezinu izradu, te od kojih će se dijelova sastojati. Kako bi se maketa mogla izraditi na pravilan način, prvo je potrebno odabrati elemente koji će se koristiti za njezinu realizaciju. U ovom slučaju mora se odabrati mikrokontroler, zaslon na kojemu će biti ispisan položaj kabine. Potom je potrebno odabrati senzore koji će signalizirati mikrokontroleru kada treba zaustaviti kabinu. Mikroprekidače je potrebno odabrati kako bi se mogao ograničiti hod kabine (zbog sigurnosti same makete). Potrebna su tipkala kojima će se dizalo pozivati na željeni kat, te led diode koje će signalizirati na koji je kat dizalo pozvano. Također, potrebno je odabrati i elektromotor koji će spuštati ili podizati kabinu ovisno o odabranom katu.

3.1.1. Mikrokontroler

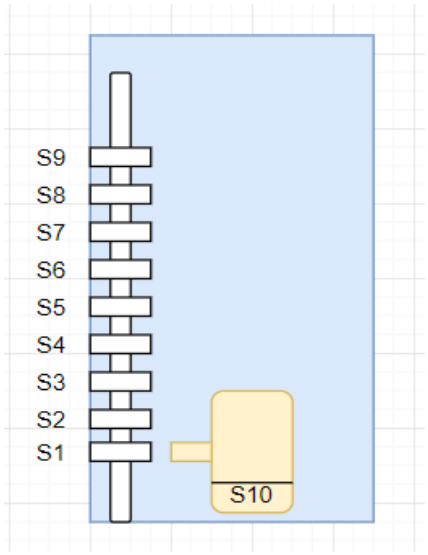
Kao mikrokontroler koristit će se Arduino Mega 2560. Ovaj je mikrokontroler pogodan zbog dovoljne količine ulaza i izlaza koju pruža. Ima 54 digitalna ulaza/izlaza te 16 analognih ulaza. Mikrokontroler sadrži i USB konektor kojim se spaja na računalo. Arduino platforme programiraju se u Arduino softveru (engl. *IDE- Integrated Development Environment*). Prilikom programiranja Arduino ne mora biti spojen sa računalom kako bi se pisao kod. Kod se može pisati i provjeriti, a potom prebaciti na mikrokontroler[3]. Odabrani mikrokontroler pogodan je zbog svoje cijene, ali i činjenice da je prethodno način njegova rada bio poznat.



Slika 3.2. Mikrokontroler Arduino Mega 2560[3]

3.1.2. Senzori

Prilikom izrade makete koristile su se dvije vrste senzora, induktivni senzori i senzor sile. Upotrijebljeni su induktivni senzori Fotek PL-05N koji služe za detekciju kabine, odnosno za određivanje položaja. Senzor sile koristi se za određivanje tereta koji kabina može prevoziti. Induktivni senzori smješteni su s lijeve strane kabine na svojem držaču, a senzor sile nalazi se u podu kabine.



Slika 3.3. Prikaz smještaja senzora unutar makete

Iz slike 3.3. može se vidjeti kako su senzori smješteni unutar makete. Senzori (S1-S9) su induktivni senzori, dok je senzor S10 senzor sile koji je smješten u pod kabine. Uzevši u obzir činjenicu da induktivni senzori imaju napajanje od 10 do 30 VDC, potrebno je bilo uvesti dodatno napajanje od 24 VDC kojim se napajaju. Izlaz senzora spojen je na ulaz releja 24 VDC, dok je na izlaz senzora dovedeno 5 VDC koji se zatim spajaju na digitalne ulaze Arduina.

Induktivni senzor služi se trima žicama. Smeđa žica spaja se na +24 VDC, plava žica spaja se na 0 VDC, a crna je žica izlaz koji se spaja na navedeni relej. Senzor sile ima samo ulaz i izlaz. Na ulaz se spaja 5 VDC, a izlaz se spaja na analogni ulaz Arduina. Induktivni senzori spojeni su na Arduino od digitalnog pina 22 do digitalnog pina 30. Senzor sile spojen je na analogni pin A0.



Slika 3.4. Induktivni senzor (Fotek PL-05N)[12]



Slika 3.5. Senzor sile[13]

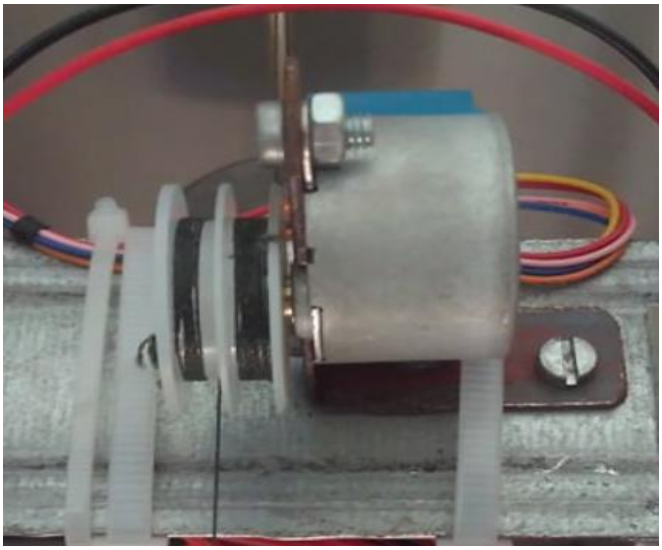
3.1.3. Koračni motori

Potrebna su dva koračna motora, jedan za otvaranje vrata kabine, a drugi za njezino spuštanje i podizanje. U oba slučaja upotrijebit će se koračni motor 28BYJ-48. Taj motor koristi napon napajanja od 5V do 12V. Pogodan je zbog toga što je veličinom mali, a teži svega 30 grama. Kao upravljačka pločica (engl. *driver board*) upotrijebljena je pločica koja u sebi sadržava čip ULN2003. Pločica na sebi sadrži četiri svjetleće diode koje pokazuju koji je namotaj trenutno pod naponom. Pokraj svjetlećih dioda nalazi se konektor na koji se spaja koračni motor. U središtu upravljačke pločice nalazi se čip ULN2003, a pokraj njega pinovi na koje se spaja napajanje. S donje strane pločice nalaze se pinovi na koje se dovodi signal s Arduina. Ima ih ukupno četiri (IN1, IN2, IN3 i IN4)[14]. Koračni motor za otvaranja i zatvaranje vrata na kabini spojen je na digitalne pinove D2, D3, D4, D5, dok je motor koji služi za podizanje i spuštanje kabine spojen na digitalne pinove D6, D7, D8, D9.



Slika 3.6. Upravljačka pločica ULN2003 i koračni motor 28BYJ-48[14]

Koračni motor koji služi za podizanje kabine ima na sebi dvije koloture. Jedna kolotura služi za podizanje i spuštanje kabine, dok druga kolotura služi za podizanje i spuštanje protuutega. Ako se kabina podiže, protuuteg će se spuštati, a ako se kabina spušta, protuuteg će se podizati. To je osmišljeno kako bi se motoru olakšao rad.

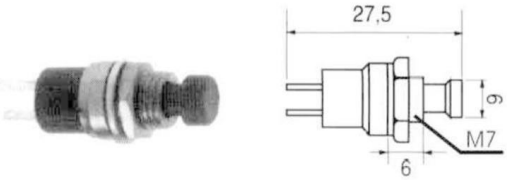


Slika 3.7. Koračni motor za podizanje i spuštanje kabine

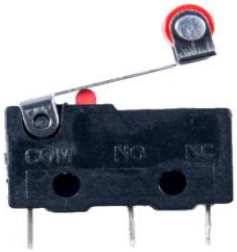
Iz slike 3.7. može se vidjeti kako izgleda koračni motor za podizanje i spuštanje kabine s pripadajućom koloturom. Motor je pričvršćen vijcima za limeni nosač. Motor koji se koristi za otvaranje i zatvaranje vrata na osovini ima pričvršćen zupčanik što je vidljivo na slici 3.13.

3.1.4. Tipkala i mikroprekidači

Ukupno su potrebna četiri mikroprekidača te deset tipkala. Odabrani mikroprekidači i tipkala naznačeni su na slikama 3.8. i 3.9. Mikroprekidači imaju tri kontakta COM, NC i NO. Na kontakt COM dovodi se napajanje te se izlaz uzima s kontakata NO ili NC, ovisno o tome koji je potreban. U ovom je slučaju potrebsn NO kontakt. Tipkala imaju dva kontakta, a rade na NO principu. Kada tipkalo nije pritisnuto tada ne daje izlaz, a kada se tipkalo pritisne tada daje izlaz.



Slika 3.8. Prikaz tipkala koji se koristi



Slika 3.9. Prikaz mikroprekidača koji se koristi

Dva mikroprekidača koriste se kako bi se ograničio hod kabine. Jedan je smješten na vrhu makete, dok je drugi smješten na samom dnu. Druga dva mikroprekidača nalaze se na kabini te služe za otvaranje i zatvaranje vrata. Mikroprekidačima određuje se dopušteni hod kabine zbog sigurnosti. Također, njima se služi ukoliko jedan od induktivnih senzora zakaže, te za otvaranje i zatvaranje vrata. Tipkala služe za pozivanje ili slanje kabine na odabrani kat. Pet se tipkala koristi za pozivanje na određeni kat, dok ih se pet koristi kao simulacija tipkala u kabini kojima se ona šalje na odabrani kat.

3.1.5. Izgled makete

Postolje makete izrađeno je od kvadratnih cijevi dimenzija 20x20 mm. Okvir makete izrađen je od aluminijskih L profila koji su pričvršćeni za postolje makete. Na okvir su pričvršćene stranice od lima. Svaka se stranica zasebno može otvoriti kako bi se mogla pogledati unutrašnjost makete. Stranice su sive boje. Visina makete iznosi 69 centimetara, široka je 39 centimetara, a duljina joj je 27 centimetara. S prednje strane makete smještena su tipkala, svjetleće diode, LCD zaslon te su izrezani otvori za prizemlje i četiri kata. S lijeve strane nalaze se otvori, kabina, induktivni senzori, dok su s desne strane smješteni elementi. Protuuteg je smješten iza kabine dizala, a izrađen je od aluminija te se kreće po svojoj vodilici.



Slika 3.10. Maketa dizala



Slika 3.11. Protuuteg s pripadajućom vodilicom

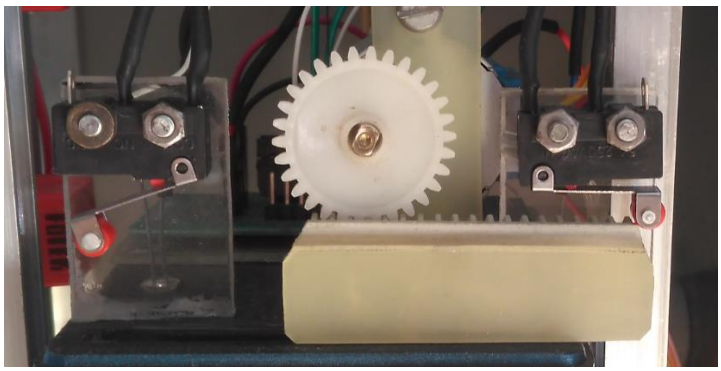
3.1.6. Izgled kabine

Sama je kabina visoka 10 centimetara, a široka je i dugačka 8 centimetara. Na gornjoj strani kabine smješteni su koračni motor te dva mikroprekidača.



Slika 3.12. Kabina dizala

Koračni će motor zatvarati i otvarati vrata, a mikroprekidači će ga zaustavljati u krajnjem desnom i krajnjem lijevom položaju. U podu kabine nalazi se senzor sile kojim će se odrediti maksimalna dozvoljena težina tereta. Kabina je plave boje. Vodilice su kabine izrađene od aluminijskog U profila. Na kabinu su pričvršćene plastične vodilice koje se nalaze između dva U profila koji određuju stabilnost kabine. Vrata kabine izrađena su od prozirnog pleksiglasa (akrila). S gornje strane vrata pričvršćena je zupčasta letva. Na koračnom se motoru nalazi zupčanik koji svojim okretanjem putem zupčaste letve pretvara rotacijsko gibanje u translacijsko.



Slika 3.13. Izgled gornjeg dijela kabine

Iz slike 3.13. može se vidjeti kako izgleda gornji dio kabine. Vidljivo je da se sastoji od dva mikroprekidača koji ograničavaju otvaranje i zatvaranje vrata. Kada vrata pritisnu lijevi mikroprekidač tada su zatvorena, a ako je pritisnut desni mikroprekidač, onda su otvorena.

3.2. Realizacija upravljačkog sustava

U ovom poglavlju će se opisati električni elementi potrebni za izradu makete te način njihova povezivanja s mikrokontrolerom. Dat će se odgovarajuća tablica s popisom elemenata te na koje su pinove ti elementi povezani.

3.2.1. Popis odabranih elemenata

Naziv elementa	Način korištenja elementa
T1(42), T2(43), T3(44), T4(45), T5(46)	Tipkala koja se koriste za pozivanje kabine na određeni kat (T1 prizemlje, T2 prvi kat, T3 drugi kat, T4 treći kat, T5 četvrti kat)
T6(47), T7(48), T8(49), T9(50), T10(51)	Tipkala koja služe kao simulacija tipkala koja se nalaze unutar kabinekat (T6 prizemlje, T7 prvi kat, T8 drugi kat, T9 treći kat, T10 četvrti kat)
D1(32)D2(33), D3(34), D4(35), D5(36)	Diode koje svijetle uz pripadajuča tipkala (T1- D1, T2- D2...)
D6(37), D7(38), D8(39), D9(40), D10(41)	Diode koje svijetle uz pripadajuča tipkala (T6- D6, T7- D7...)
LCD zaslon(SCA, SDA)	Služi za prikazivanje gdje se kabina nalazi u određenom trenutku
Koračni motor 28ybt-48 Motor kabina (2, 3, 4, 5) Motor dizanje- spuštanje (6, 7, 8, 9)	Jedan se koristi kod otvaranja i zatvaranja vrata kabine, dok se drugi koristi za spuštanje i dizanje kabine
Releji	Koriste se za spuštanje napona sa 24VDC na 5VDC
Arduino Mega 2560	Služi kao mikrokontroler
Napajanje 24 VDC	Služi za napajanje induktivnih senzora
S1(22), S3(24), S5(26), S7(28), S9(30)	Induktivni senzori koji se koriste za zaustavljanje kabine
S2(23), S4(25), S6(27), S6(29)	Induktivni senzori koji se koriste za usporavanje kabine
Senzor sile(A0)	Senzor sile koji se nalazi unutar kabine
Mikroprekidač MG(12) Mikroprekidač MD(13)	Mikroprekidači koji se služe za ograničavanje hoda kabine, MG gornji, MD donji mikroprekidač

Tablica 3.1. Popis korištenih elemenata za izradu električnog dijela

Iz tablice 3.1. može se vidjeti koji su elektronički elementi bili potrebni za izradu makete. U stupcu jedan mogu se vidjeti nazivi elemenata, dok se drugi stupci odnose na opise elemenata.

Broj u zagradi pokraj svakog naziva elementa označava na koje su pinove mikrokontrolera elementi spojeni. Također shemu spajanja električnog dijela makete moguće je vidjeti u prilogu.

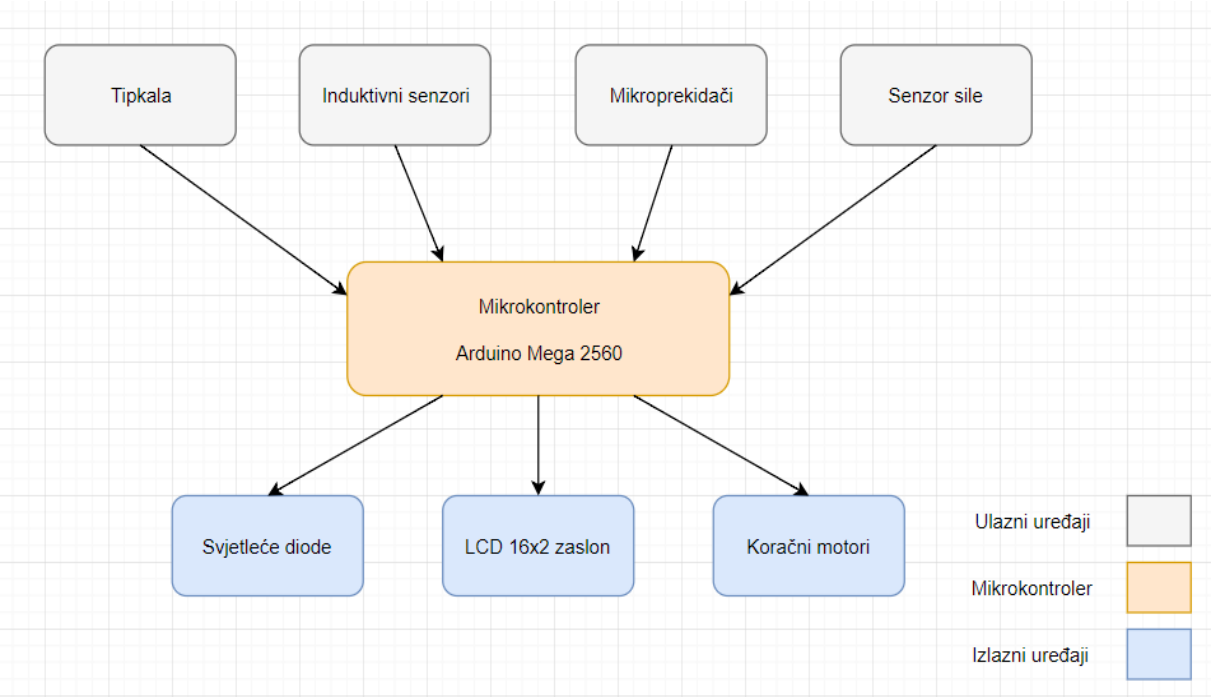
Naziv elementa	Način korištenja elementa
Aluminijski L profil	Koristio se za izradu konstrukcije makete
Aluminijski U profil	Koristio se za izradu vodilica kabine
Aluminij	Koristio se za izradu protuutega
Bojani lim	Koristio se za izradu stranica makete
Plastični L profil	Koristio se za izradu okvira vrata na svakom katu

Tablica 3.2. Popis korištenih elemenata za njenu izradu

Iz tablice 3.2. može se vidjeti koji su sve elementi bili potrebni za njezinu fizičku realizaciju. U stupcu jedan nalaze se nazivi elemenata, dok se u stupcu dva navode načini korištenja tih elemenata.

3.2.2. Blokovski prikaz

Na slici 3.14. nalazi se blokovski prikaz makete dizala. Iz iste je vidljivo kako se u središtu nalazi odabrani Arduino Mega 2560 mikrokontroler. Tipkala, induktivni senzori, mikroprekidači i senzor sile tako predstavljaju ulaze mikrokontrolera, dok svjetleće diode, LCD zaslon 16x2 i koračni motori čine izlaze. Tipkalima je jedino moguće upravljanje maketom jer se pomoću njih kabina poziva na određeni kat. Njima se može birati redoslijed pozivanja katova. Ostali ulazi služe za zaustavljanje koračnog motora koji podiže i spušta kabinu. Svjetleće diode koriste se kao signalizacija kako bi se vidjelo na koji je kat kabina pozvana. LCD zaslon koristi se kako bi se znalo gdje se kabina nalazi. Na njega se ispisuje trenutno stanje kabine. Cijelim sustavom upravlja mikrokontroler Arduino Mega 2560.



Slika 3.14. Blokovski prikaz makete dizala

3.3. Upravljački algoritam

U ovom poglavlju opisat će se razvojno okruženje u kojem se izrađivao program upravljanja dizala. Dat će se detaljan opis dijagrama toka dizala, objasniti utjecaj jednih elemenata na druge, kao i ponašanje dizala u nepredviđenim situacijama.

3.3.1. Razvojno okruženje

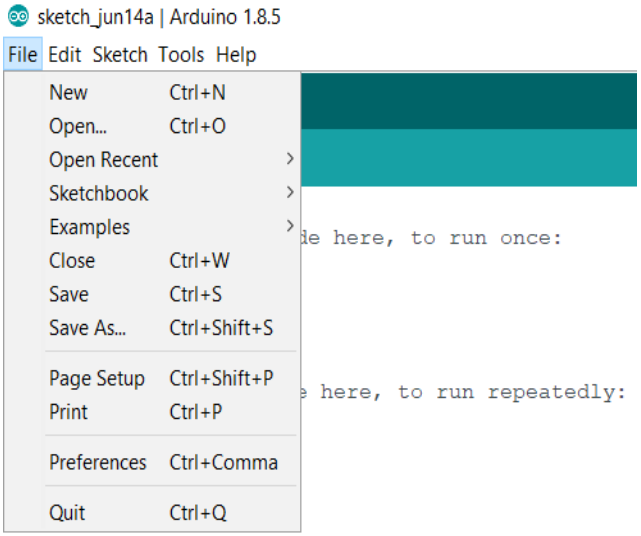
Upravljačka platforma Arduino Mega 2560 odabrana je za upravljanje radom dizala. Arduino Mega 2560 programiran je koristeći Arduino softver (IDE - *Integrated Development Environment*). Prilikom programiranja, koristeći *Arduino Desktop IDE*, moguće je to učiniti dok pločica nije spojena s računalom. Pločica se s računalom spaja pomoću USB kabla. Jedan završetak kabla predstavlja tip A, a drugi završetak tip B. Ovakav tip kabla često se naziva kabel printera. Prilikom prebacivanja programa na Arduino nužno je da pločica bude spojena sa računalom. Pločica automatski prilikom povezivanja uzima napajanje sa računala preko USB- a. Ako je pločica pravilno priključena upalit će se zelena svjetleća dioda[3]. Iz slike 3.15. bit će vidljivo kako se program sastoji od dvije funkcije. U funkciji *void setup* definiraju se varijable, te se upisuju pinovi koje koristimo. Ta se funkcija pokreće samo jednom tijekom

izvođenja programa i to prilikom priključenja pločice na napajanje. Druga je funkcija *void loop* ona se izvodi stalno iznova ovisno o veličini programa, te brzini rada mikrokontrolera. Arduino platforme koriste 8-bitne mikroprocesore Atmel AVR[3].

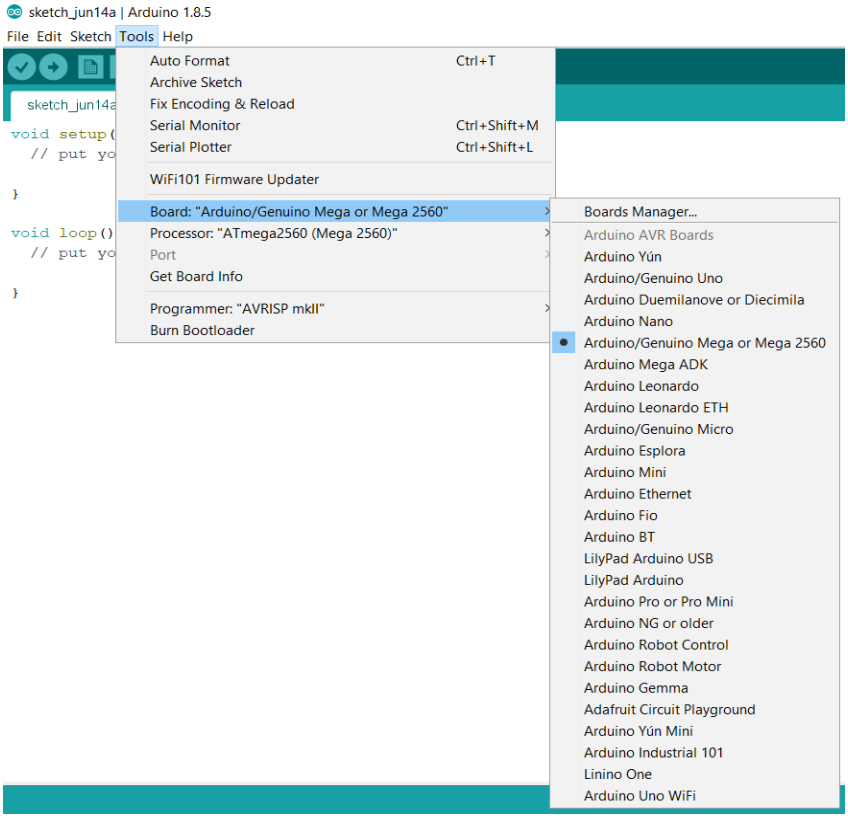


Slika 3.15. Prikaz sučelja *Arduino Desktop* aplikacije

Na slikama 3.16. i 3.17. bit će prikazano na koji se način pokreće novi projekt u *Arduino Desktop* aplikaciji te kako se odabire odgovarajuća Arduino platforma.



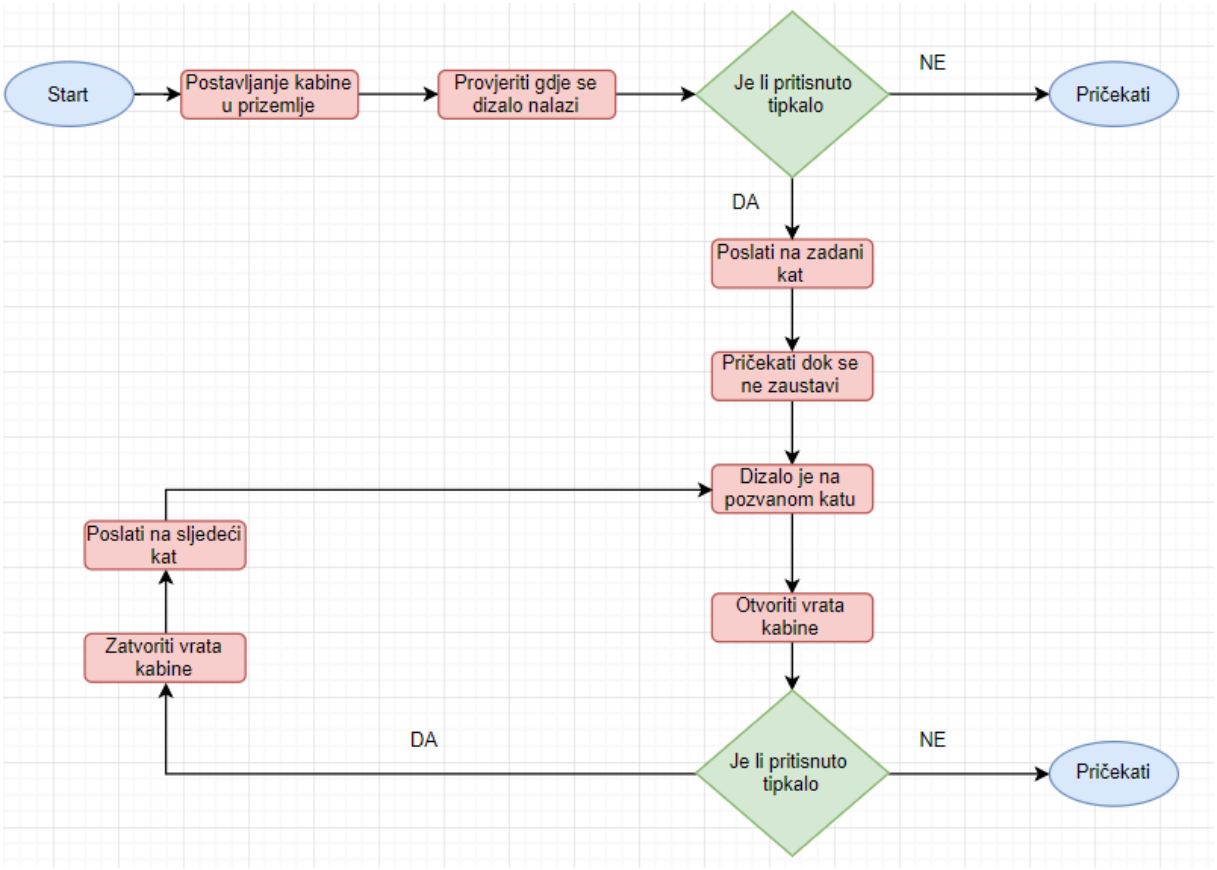
Slika 3.16. Otvaranje novog projekta



Slika 3.17. Odabir odgovarajuće Arduino platforme

Novi projekt otvara se klikom na datoteka (engl. *File*) te se odabire Nov (engl. *New*), dok se Arduino platforma odabire klikom na alate (engl. *Tools*) pa zatim pločice (engl. *Board*) gdje odaberemo odgovarajuću platformu.

3.3.2. Dijagram toka dizala

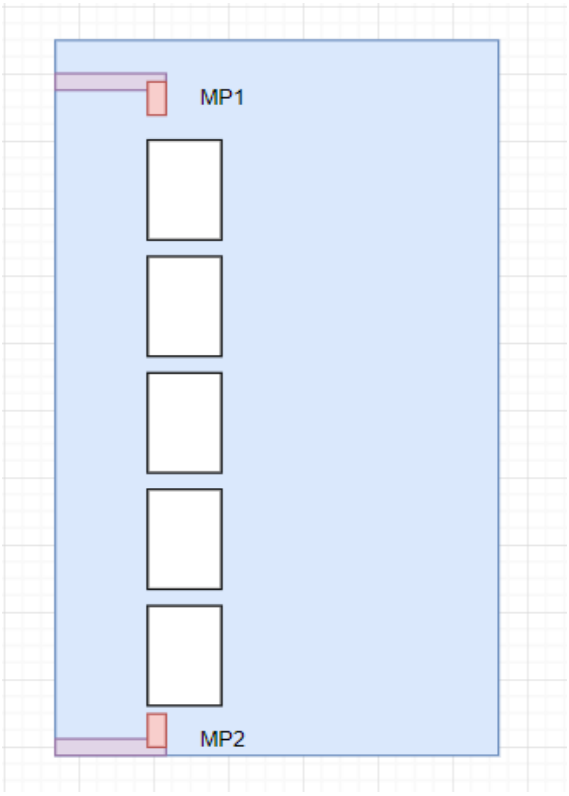


Slika 3.18. Dijagram toka

Iz slike 3.18. može se vidjeti kako izgleda kompletan dijagram toka dizala. Nakon svakog priključivanja makete dizala na napajanje, dizalo se postavlja na prizemlje. Bez obzira gdje se kabina nalazila, motor je počinje spuštati sve dok se ne učita induktivni senzor za prizemlje koji je spojen na pin 22. Nakon što se kabina postavi na prizemlje, provjerava se je li kabina stvarno u prizemlju. Ako je, provjerava se je li pritisnuto neko od tipkala. Ako nije, potrebno je čekati dok se neko od tipkala ne pritisne. Kada je tipkalo pritisnuto, kabina se šalje na zadani kat, te se čeka dok se ne zaustavi. Nakon što je kabina stigla na pozvani kat, zaustavlja se, a potom se otvaraju vrata. Vrata kabine će biti otvorena sve dok ne bude pritisnuto jedno od tipkala. Kada je tipkalo pritisnuto, zatvaraju se vrata kabine te se ona šalje na pozvani kat. Isti se postupak ponavlja za svako sljedeće pritiskanje tipkala.

3.3.3. Sigurnost dizala

Jedna od sigurnosnih mjera koja je realizirana na maketi je i postavljanje dizala u prizemlje ako se ono nalazilo na nekom od katova prilikom gubitka napajanja. Prilikom svakog novog pokretanja prvi uvjet je da se dizalo postavi na prizemlje. Napravljeno je kako bi se znalo gdje se kabina nalazi pri samom pokretanju, te da bi se postavili zadani uvjeti. Druga ostvarena sigurnosna mjera je ograničavanje hoda kabine. Ostvarena je tako da su postavljena dva mikroprekidača, jedan smješten maksimalno gore, a drugi smješten maksimalno dolje. Glavni razlog njihova postavljanja je sprječavanje mogućnosti neispravnog rada induktivnih senzora. Prilikom pritiska na jedno od ta dva mikroprekidača, kabina će se zaustaviti.



Slika 3.19. Smještaj mikroprekidača unutar makete

Treći je uvjet bio postaviti senzor sile u pod kabine kako bi se odredila dozvoljena masa tereta. Nažalost, taj uvjet nije ostvaren. Tijekom testiranja senzor je radio ispravno, no nakon njegova lijepljenja u pod kabine više nije bilo moguće mjeriti očitanje sa senzora. Iskorišten je tako što se njegovom aktivacijom ugasi sva signalizacija, te se na ekranu ispiše „Preopterećenje“.

4. Testiranje

U poglavlju pod nazivom *Testiranje* bit će govora o metodama testiranja makete te njihovim krajnjim rezultatima. Testirat će se elementi upotrijebljeni prilikom izrade makete kako bi se utvrdila njihova valjanost.

4.1. Metode testiranja

Detaljno će se opisati kojim se metodama koristilo prilikom testiranja pojedinih elemenata. Ispitivat će se ispravnost rada mikroprekidača, induktivnih senzora, tipkala, svjetlećih dioda i koračnih motora. Tek kada se utvrdi ispravnost svakog od navedenih elemenata, nastavlja se daljnji rad nadogradnje makete.

4.1.1. Metoda testiranja mikroprekidača

Mikroprekidači se koriste na dva mjesta. Mikroprekidači koji se koriste za ograničavanje hoda kabine testirali su se tako da je kabina bila smještena u središtu. Prilikom pokretanja kabine u gornjem smjeru, koristio se gornji mikroprekidač. Pritiskom poluge mikroprekidača kabina se zaustavila. Time se ustanovila valjanost mikroprekidača. Isti se postupak ponovio za testiranje rada donjeg mikroprekidača. Testiranje mikroprekidača koji se nalaze na kabini zahtijevalo je drugačiji postupak testiranja. Polugu lijevog mikroprekidača pritisnutom drže vrata. Prilikom dolaska kabine na kat, vrata se sama otvaraju te pritišću polugu desnog mikroprekidača. Kada se ona pritisne, počinje odbrojavanje koje traje 5 sekundi nakon čega se vrata sama zatvaraju.

4.1.2. Metoda testiranja tipkala

Tipkala su se testirala tako što se kabina postavila u prizemlje, te su se redom pritiskala tipkala za prvi, drugi, treći i četvrti kat. Pritiskom tipkala palila se pripadajuća svjetleća dioda. Nakon toga nasumičnim odabirom pritiskala su se tipkala kako bi se vidjelo kreće li se i staje li kabina na odabranom katu.

4.1.3. Metoda testiranja induktivnih senzora

Induktivni senzori testirali su se tako što se uzeo komad metala te se približavao pojedinom senzoru dok se nije aktivirao. Moglo se vidjeti da svaki induktivni senzor aktivira svoj relej koji daje izlaz prema Arduinu. Isti postupak se ponovio i s kabinom na kojoj je pričvršćen metalni predmet kako bi je senzori mogli detektirati.

4.1.4. Metoda testiranja koračnih motora

Koračni motori testirali su se tako što im se mijenjao smjer i brzina vrtnje. Kada je kabina bila gotova sa izradom, napravljen je protuuteg, te se pomoću jednog motora pokušala podiči izmjerena težina tih dvaju elemenata. Također se je testiralo hoće li motor usporiti nakon što induktivni senzor detektira kabinu kako bi ona polagano stala.

4.1.5. Metoda testiranja LCD zaslona

LCD zaslon testirao se tako da na ekran ispiše gdje se trenutno nalazi kabina. Kada bi induktivni senzor očitao kabinu na prizemlju na ekran bi se ispisalo „Prizemlje“. Ovaj postupka se provodio za svaki kat, za prvi kat se ispisuje „Prvi kat“ itd. Induktivni senzori koji se koriste za ispisivanje na LCD zaslon su S1, S2, S3, S4, S5 koji nam ujedno služe za zaustavljanje kabine. Ako bi se kabina pozvala sa prizemlja na četvrti kat LCD zaslon bi ispisivao redom katove na kojim se kabina trenutno nalazi sve dok ne dođe do četvrtog kata i ne zaustavi se.

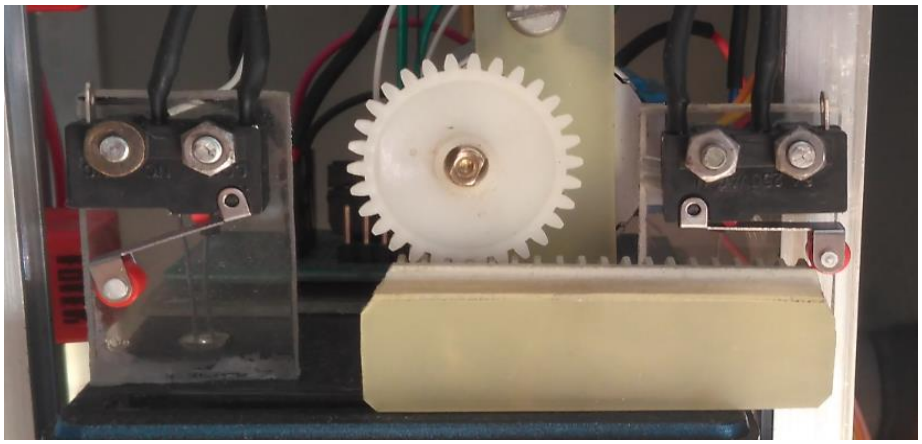
4.2. Rezultati testiranja

Opisat će se rezultati testiranja provedenog prema koracima koji su detaljno obrazloženi u poglavlju *Metode testiranja*.

4.2.1. Rezultati testiranja mikroprekidača

Testiranje mikroprekidača provelo se prema navedenoj metodi. Mikroprekidači služe kao sigurnost ako zakaže neki od induktivnih senzora. Postavljanjem kabine na središte moglo se

početi testirati mikroprekidače za zaustavljanje kabine, kada se kreće prema gore i kada se kreće prema dolje. Kabina se pokrenula prema gore. Pritiskom gornjeg mikroprekidača kabina se zaustavila. Isti je postupak ponovljen i za donji mikroprekidač. Pokrenula se kabina prema dolje te se pritisnuo donji mikroprekidač. U oba je slučaja vidljivo da se kabina zaustavila, te se tako završilo testiranje gornjeg i donjeg mikroprekidača. Nakon toga testirali su se mikroprekidači koji služe za otvaranje i zatvaranje vrata. Kabinu se pozvalo na prvi kat, a prilikom zaustavljanja pokrenuo se koračni motor koji otvara vrata. Ona su se otvarala sve dok vrh vrata kabine nije pritisnuo desni mikroprekidač koji služi za zaustavljanje koračnog motora. Zatim se kabina pozvala na drugi kat kako bi se vidjelo hoće li se vrata zatvoriti prije nego što kabina krene. Pokrenuo se koračni motor za vrata, ali ovaj put u suprotnom smjeru, te se nastavio kretati sve dok vrata nisu pritisnula lijevi mikroprekidač. Kabina je krenula na drugi kat, na kojemu se ponovio isti postupak. Nakon provedenih metoda testiranja vidljivo je kako svi mikroprekidači zadovoljavaju predviđene uvjete.



Slika 4.1. Mikroprekidači za otvaranje i zatvaranje vrata

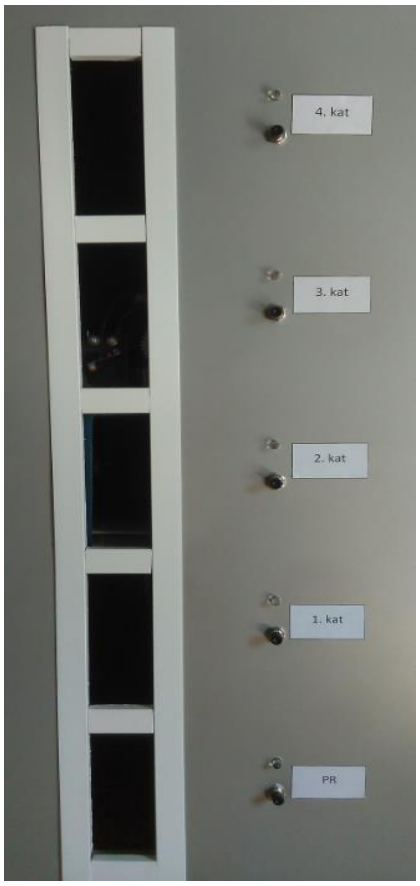
4.2.2. Rezultati testiranja tipkala i svjetlećih dioda

Rezultati testiranja tipkala i svjetlećih dioda dobili su se provedbom metode *Testiranje tipkala i svjetlećih dioda*. Pritiskalo se svako tipkalo pojedinačno te se za njega palila određena dioda. Prvo se pritisnulo tipkalo za prizemlje za koje se upalila odgovarajuća dioda. Zatim su se redom pritiskala tipkala kako bi se vidjelo jesu li sva dobro spojena i hoće li se za sve upaliti odgovarajuća dioda. Nakon što su pritisnuta sva tipkala, vidjelo se da svako tipkalo daje izlaz te da se za svako upali odgovarajuća dioda. Zatim se testiralo hoće li se koračni motor pokretati

u ovisnosti o pritisnutom tipkalu. Kabina se postavila u središte. Pritiskala su se tipkala za treći i četvrti kat kako bi vidjelo hoće li koračni motor dizati kabinu. Ponovio se isti postupak za tipkala prizemlja i prvog kata. Nakon provedenih metoda testiranja vidljivo je kako sva tipkala i sve svjetleće diode zadovoljavaju predviđene uvjete.



Slika 4.2. Tipkala i diode kabine

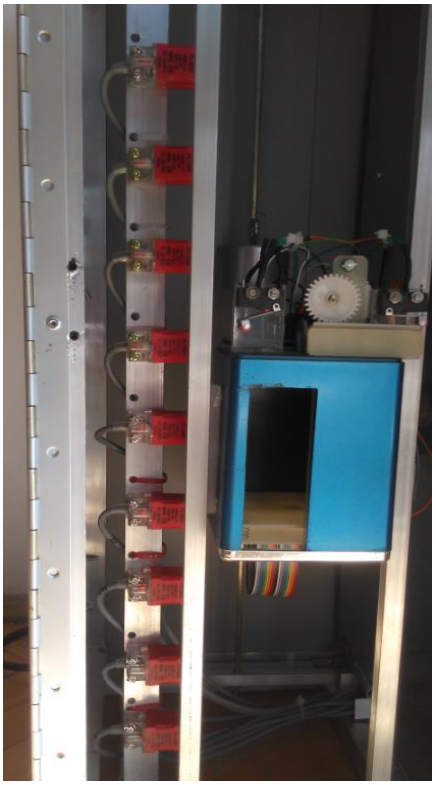


Slika 4.3. Tipkala i diode dizala

4.2.3. Rezultati testiranja induktivnih senzora

Rezultati testiranja induktivnih senzora dobili su se provedbom *Metode testiranja induktivnih senzora*. Nakon provedbe testiranja s komadićem metala vidjelo se kako svaki induktivni senzor daje izlaz te pali odgovarajući relej. Ova metoda provela se kako bi se vidjelo je li svaki induktivni senzor ispravan i hoće li se paliti odgovarajući releji. Nakon što se vidjelo da su svi induktivni senzori i releji ispravni, mogla se započeti provjera s usporavanjem i zaustavljanjem na određeni kat. Kabina se postavila u prizemlje te se pozivala redom na prvi, drugi, treći i četvrti kat. Kada je kabina prolazila pokraj senzora koji određuju da kabina uskoro dolazi na

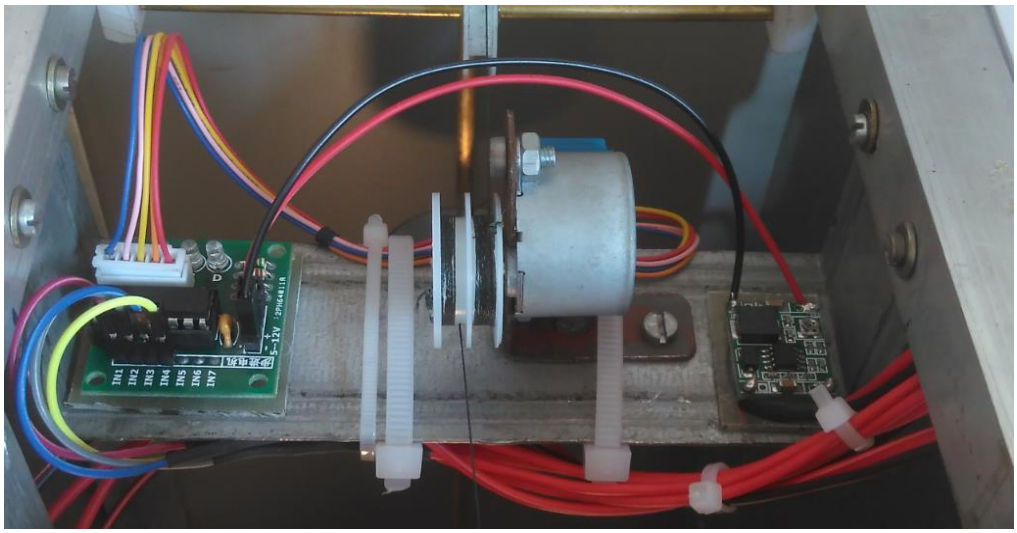
određeni kat i aktivirala ih, koračni motor bi usporio sve dok kabina ne bi aktivirala sljedeći senzor te se tada zaustavila. Nakon provedenih metoda testiranja vidljivo je kako svi induktivni senzori i releji zadovoljavaju predviđene uvjete.



Slika 4.4. Smještaj induktivnih senzora

4.2.4. Rezultati testiranja koračnih motora

Rezultati testiranja koračnih motora dobili su se provedbom *Metode testiranja koračnih motora*. Glavni cilj ovog testiranja bio je odrediti maksimalnu brzinu koračnih motora koja bi zadovoljavala pokretanje kabine te otvaranja i zatvaranja vrata. Kabinu se pozivalo od kata do kata kako bi se mogla vidjeti brzina kretanja i brzina zaustavljanja kabine. Brzina se nakon svakog zaustavljanja mijenjala dok nije dobivena željena. Također, i za koračni je motor koji otvara vrata kabine odrađen isti postupak. Vrata su se otvarala i zatvarala, a nakon svakog pokušaja mijenjala se brzina vrtnje dok nije dobivena željena. Nakon provedenih metoda testiranja dobile su se željene brzine kretanja motora u određenim uvjetima.



Slika 4.4. Koračni motor za podizanje i spuštanje kabine

4.2.5. Rezultati testiranja LCD zaslona

Rezultati testiranja LCD zaslona dobili su se provedbom *Metode testiranja LCD zaslona*. Glavni je cilj ove metode bilo ispisivanje trenutnog položaja kabine na zaslon. Nakon provedenih metoda testiranja dobili su se željeni rezultati LCD zaslona u određenim uvjetima.



Slika 4.6. LCD zaslon

5. ZAKLJUČAK

U današnje vrijeme obilježeno izrazito razvijenom infrastrukturom koja iz dana u dan sve više napreduje, nezamislivo je ne postojanje dizala. Njihova se važnost uočila još u davna vremena, a razvoju dizala u to doba doprinosio je prijenos sirovina. Kroz povijest konstrukcije su dizala u velikoj mjeri uznapredovale te su ona postala neizbježnim dijelom stambenih zgrada, a izrađena maketa služi kao simulacija istih. Pojava dizala omogućila je izgradnju viših stambenih objekata od kojih neki sežu i do nekoliko stotina metara. Prilikom izrade makete potrebno je bilo osmisliti plan izrade, a potom pronaći odgovarajuće elemente. Svaki od odabranih elemenata morao se podleći testiranju kako bi se utvrdila valjanost. S obzirom na to da maketa ima iste funkcije kao i dizalo u stambenim zgradama, bilo važno ograničiti težinu tereta u kabini zbog sigurnosti putnika. Kako bi se riješilo pitanje sigurnosti, u pod kabine smješten je senzor sile koji nadzire težinu. Jedan od nedostataka zasigurno je izbivanje sigurnosnog senzora prilikom otvaranja i zatvaranja vrata kabine, koji bi zaustavio vrata te time spriječio potencijalnu ozljedu. Izrađenu maketu dizala moguće je projicirati kao funkcionalnu i u stvarnoj veličini. Prilikom toga potrebno bi bilo upotrijebiti industrijski sigurnije elemente, primjerice koristiti PLC umjesto Arduina.

6. LITERATURA

[1] Upravljačka jedinica makete dizala, http://repozitorij.fsb.hr/5092/1/Buzjak_Drazen_Zavrsni_preddiplomski_2016.pdf, pristupljeno: 13.6.2018.

[2] Instalirano prvo sigurnosno dizalo američkog industrijalca Elishe Otisa – 1857., http://povijest.hr/nadanasnjidan/instalirano-prvo-sigurnosno-dizalo-americkog-industrijalca-elishe-otisa-1857/, pristupljeno: 13.6.2018.

[3] Getting Started with Arduino and Genuino MEGA2560, https://www.arduino.cc/en/Guide/ArduinoMega2560, pristupljeno: 12.6.2018.

[4] Upravljanje koračnim motorima putem Arduino platforme, https://www.veleri.hr/arhiva/files/datoteke/page_privitak/UpravljanjeKoracnim MotorimaPutemArduinoPlatforme.pdf, pristupljeno: 13.6.2018.

[5] Koračni motori, http://people.etf.unsa.ba/~jvelagic/laras/dok/Lekcija6.pdf, pristupljeno: 12.6.2018.

[6] Display and noDisplay methods, https://www.arduino.cc/en/Tutorial/LiquidCrystalDisplay, pristupljeno: 10.6.2018.

[7] Chipoteka, https://www.chipoteka.hr/artikl/2739/taster-otvoreni-crni-za-sasiju-2630406502, pristupljeno: 10.6.2018.

[8] Primjena senzora u električnim strojevima, https://repozitorij.unios.hr/islandora/object/etfos:1496/preview, pristupljeno: 14.6.2018.

[9] Svjetleća dioda, http://www.enciklopedija.hr/natuknica.aspx?ID=59111, pristupljeno: 14.6.2018.

[10] Senzori blizine, http://www2.kelm.ftn.uns.ac.rs/literatura/si/pdf/senzori_u_robotici/sur2.pdf, pristupljeno: 13.6.2018.

[11] e-radionica, https://e-radionica.com/hr/mikroprekidac-kw12-3.html, pristupljeno:10.6.2018.

[12] e-radionica, https://e-radionica.com/hr/fotek-pl-05n.html, pristupljeno: 10.6.2018.

[13] Robotics Research 101: How Do Force Sensors Work, https://blog.robotiq.com/robotics-research-101-how-do-force-sensors-work, pristupljeno: 14.6.2018.

[14] 28BYJ-48 Stepper Motor with ULN2003 driver and Arduino Uno, http://42bots.com/tutorials/28byj-48-stepper-motor-with-uln2003-driver-and-arduino-uno/, pristupljeno: 14.6.2018.

SAŽETAK

Maketa dizala izrađena je prema primjeru dizala koje se nalazi u stambenim zgradama. Za upravljanje radom makete koristio se Arduino MEGA 2560 na kojega su prema osmišljenoj električnoj shemi spojeni ostali elementi. Upravljački algoritam razvijen je u programskom okruženju Arduino IDE. Glavni problemi s kojima se susrelo bili su vezani uz sigurnost kretanja kabine. Prilikom svakog spajanja makete na izvor napajanja, kabina dizala postavi se u prizemlje. Tako se uvijek zna gdje se kabina nalazi. Jedan od nedostataka makete čini senzor mase koji ne radi na predviđen način, stoga nije bilo moguće napraviti zabranu pokretanja kabine, ako je masa u kabini prevelika.

Ključne riječi: dizalo, maketa, Arduino, aktuatori, senzori, automatika

ABSTRACT

EMBEDDED COMPUTER SYSTEMS IN VERTICAL TRANSPORT SYSTEMS FOR CIVIL ENGENEERING

Model of the elevator was made in resemblance to the elevators used in buildings. The controlling unit for this model is Arduino MEGA 2560 based on designed electrical scheme other elements are connected to controlling unit. Controlling algorithms are developed in development environment Arduino IDE. The main issues with the model made was secure movement of the cabin. When the model is pluged into the power supply, the cabin is positioned to the ground floor. With this method it is always known where is the elevator booth. The main downside of the model is the force sensor that isn't working properly, which means that it wasn't possible to stop the elevator from moving when the elevator booth is too heavy.

Keywords: elevator, model, Arduino, actuators, sensors, automation

ŽIVOTOPIS

Ivan Petrovečki rođen je 19.9.1995. godine u Vinkovcima. Od 2002. do 2010. pohađao je OŠ „Matija Gubec“ u Jarmini. Nakon završene OŠ upisao je srednju tehničku školu Ruđera Boškovića u Vinkovcima, smjer mehatronika. Maturirao je 2014. godine te je iste godine upisao Fakultet elektrotehnike, računarstva i informacijskih tehnologija u Osijeku.

PRILOZI

```
#include <Wire.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
#include <AccelStepper.h>
#define HALFSTEP 8

// motor spustanja i dizanja kabine, definiranje pinova

#define motorPin1  6     // IN1 on the ULN2003 driver 1
#define motorPin2  7     // IN2 on the ULN2003 driver 1
#define motorPin3  8     // IN3 on the ULN2003 driver 1
#define motorPin4  9     // IN4 on the ULN2003 driver 1

// Motor otvaranje vrata, definiranje pinova

#define motor2pin1  2     // IN1 on the ULN2003 driver 1
#define motor2pin2  4     // IN2 on the ULN2003 driver 1
#define motor2pin3  3     // IN3 on the ULN2003 driver 1
#define motor2pin4  5     // IN4 on the ULN2003 driver 1

AccelStepper stepper1(HALFSTEP, motorPin1, motorPin3, motorPin2, motorPin4);          // motor spustanja i dizanja kabine
AccelStepper stepper2(HALFSTEP, motor2pin1, motor2pin2, motor2pin3, motor2pin4);      // motor otvaranja vrata

LiquidCrystal_I2C lcd(0x3F, 2, 1, 0, 4, 5, 6, 7, 3, POSITIVE);                       // definiranje LCD zaslona
int vrata=0;

void setup() {

pinMode (10, INPUT) ;                // kabina desni mikroprekidac
pinMode (11, INPUT) ;                // kabina lijevi mikroprekidac
pinMode (12, INPUT) ;                // mikroprekidac zaustavljanje kabine gore
pinMode (13, INPUT) ;                // mikroprekidac zaustavljanje kabine dolje
```

```
pinMode (32, OUTPUT) ;          // dioda cetvrti kat
pinMode (33, OUTPUT) ;          // dioda treci kat
pinMode (34, OUTPUT) ;          // dioda drugi kat
pinMode (35, OUTPUT) ;          // dioda treci kat
pinMode (36, OUTPUT) ;          // dioda prizemlje
pinMode (37, OUTPUT) ;          // dioda prizemlje kabina
pinMode (38, OUTPUT) ;          // dioda prvi kat kabina
pinMode (39, OUTPUT) ;          // dioda drugi kat kabina
pinMode (40, OUTPUT) ;          // dioda treci kat kabina
pinMode (41, OUTPUT) ;          // dioda cetvrti kat kabina


pinMode (42, INPUT) ;           // tipkalo cetvrti kat
pinMode (43, INPUT) ;           // tipkalo treci kat
pinMode (44, INPUT) ;           // tipkalo drugi kat
pinMode (45, INPUT) ;           // tipkalo prvi kat
pinMode (46, INPUT) ;           // tipkalo prizemlje
pinMode (47, INPUT) ;           // tipkalo prizemlje kabina
pinMode (48, INPUT) ;           // tipkalo prvi kat kabina
pinMode (49, INPUT) ;           // tipkalo drugi kat kabina
pinMode (50, INPUT) ;           // tipkalo treci kat kabina
pinMode (51, INPUT) ;           // tipkalo cetvrti kat kabina

pinMode (22, INPUT) ;           // induktivni senzor za prizemlje
pinMode (23, INPUT) ;           // induktivni senzor usporavanje motora izmedu prizemlja i prvog kata
pinMode (24, INPUT) ;           // induktivni senzor za prvi kat
pinMode (25, INPUT) ;           // induktivni senzor usporavanje motora izmedu prvog i drugog kata
pinMode (26, INPUT) ;           // induktivni senzor za drugi kat
pinMode (27, INPUT) ;           // induktivni senzor usporavanje motora izmedu drugog i treceg kata
pinMode (28, INPUT) ;           // induktivni senzor za treci kat
pinMode (29, INPUT) ;           // induktivni senzor usporavanje motora izmedu treceg i cetvrtog kata
pinMode (30, INPUT) ;           // induktivni senzor za cetvrti kat


lcd.begin(16,2);          // potrebno da bismo mogli koristiti LCD, (16,2) oznacava dimenziju LCDa
  lcd.backlight();        // upali pozadinsko osvjetljenje
```

```
  delay(1000);                    // pricekaj 1s
  lcd.noBacklight();              // ugasi pozadinsko osvjetljenje
  delay(1000);                    // pricekaj 1s
  lcd.backlight();                // opet upali pozadinsko osvjetljenje

stepper1.setMaxSpeed(900.0);          // postavi brzinu motora spustanja i dizanja kabine
stepper1.setAcceleration(250.0);

stepper2.setMaxSpeed(300.0);          // postavi brzinu motora za otvaranje vrata
stepper2.setAcceleration(100.0);

pinMode (A0, INPUT);                  // senzor mase
//-------------------------------------------------
// postavljanje kabine na prizemlje prilikom ponovnog pokretanja makete
vrata=1;
vrata_ld(0);

if(!digitalRead(22)){                 // spustati kabinu sve dok se ne ucita senzor 22 (senzor prizemlja)
  vrata=1;                            // prvo zatvoriti vrata pa zatim spustati kabinu
  vrata_ld(0);

  stepper1.move(-100000);
    while(!digitalRead(22)){
      stepper1.run();
    }
  stepper1.setMaxSpeed(0);
  stepper1.setAcceleration(0);
  stepper1.stop();

}
}
//-------------------------------------------------
// inicijalizacija potrebnih varijabli

bool kat[5] = {false,false,false,false,false};
int ide[5] = {0,0,0,0,0};
```

```
bool ispisi = true;
int mem[5]  = {-1,-1,-1,-1,-1};
int opterecenje =0;
void loop() {
//-------------------------------------------------
//Provjera gdje je lift
//-------------------------------------------------
//Senzor za prizemlje

if(digitalRead(22)){                    // ako je ucitan senzor 22 kabina je na prizemlju
  kat[0] = true;
  kat[1] = false;
  kat[2] = false;
  kat[3] = false;
  kat[4] = false;

  if(ispisi){                            // ispisati na ekran prizemlje
    lcd.clear();
    lcd.setCursor(0,0);
    lcd.print("Prizemlje");
    ispisi = false;
  }

  if(ide[0]){                            // zaustaviti motor za spustanje i dizanje kabine
    stepper1.setMaxSpeed(0);
    stepper1.setAcceleration(0);
    stepper1.stop();

    ide[0]=0;                             // otvaranje vrata kabine
    vrata=1;
    vrata_ld(1);
    digitalWrite (37, LOW);                 // kada su vrata kabine otvorena ugasiti ledice koje svijetle
    digitalWrite (36, LOW);
     for(int i =0; i<4; i++){               // kada dode na kat prvi element u polju se brise i svi se pomicu za jedno
mjesto u lijevo
     mem[i] = mem[i+1];
```

```
    }
   mem[4] =-1;
  }
}
//-------------------------------------------------
//Senzor za prvi kat

if(digitalRead(24)){                    // ako je ucitan senzor 24 kabina je na prvom katu
  kat[0] = false;
  kat[1] = true;
  kat[2] = false;
  kat[3] = false;
  kat[4] = false;

  if(ispisi){                           // ispisati na ekran prvi kat
    lcd.clear();
    lcd.setCursor(0,0);
    lcd.print("Prvi kat");
    ispisi=false;
  }

  if(ide[1]){
    stepper1.setMaxSpeed(0);
    stepper1.setAcceleration(0);
    stepper1.stop();

    ide[1]=0;
    vrata=1;                             // otvaranje vrata kabine
    vrata_ld(1);
    digitalWrite (38, LOW);             // kada su vrata kabine otvorena ugasiti ledice koje svijetle
    digitalWrite (35, LOW);
     for(int i =0; i<4; i++){
     mem[i] = mem[i+1];
     }
    mem[4] =-1;
```

```
  }
}
//-------------------------------------------------
//senzor za drugi kat

if(digitalRead(26)){                    // ako je ucitan senzor 26 kabina je na drugom katu
  kat[0] = false;
  kat[1] = false;
  kat[2] = true;
  kat[3] = false;
  kat[4] = false;

  if(ispisi){                           // ispisati na ekran drugi kat
    lcd.clear();
    lcd.setCursor(0,0);
    lcd.print("Drugi kat");
    ispisi=false;
  }

  if(ide[2]){
    stepper1.setMaxSpeed(0);
    stepper1.setAcceleration(0);
    stepper1.stop();

    ide[2]=0;
    vrata=1;                             // otvoriti vrata kabine
    vrata_ld(1);
    digitalWrite (39, LOW);              // kada su vrata kabine otvorena ugasiti ledice koje svijetle
    digitalWrite (34, LOW);
     for(int i =0; i<4; i++){
     mem[i] = mem[i+1];
     }
    mem[4] =-1;

  }
}
```

```
//-------------------------------------------------
//senzor za treci kat

if(digitalRead(28)){                    // ako je ucitan senzor 28 kabina je na trecem katu
  kat[0] = false;
  kat[1] = false;
  kat[2] = false;
  kat[3] = true;
  kat[4] = false;

  if(ispisi){                           // ispisati na ekran treci kat
    lcd.clear();
    lcd.setCursor(0,0);
    lcd.print("Treci kat");
    ispisi=false;
  }

  if(ide[3]){
    stepper1.setMaxSpeed(0);
    stepper1.setAcceleration(0);
    stepper1.stop();

    ide[3]=0;                           // otvoriti vrata kabine
    vrata=1;
    vrata_ld(1);
    digitalWrite (40, LOW);             // kada su vrata kabine otvorena ugasiti ledice koje svijetle
    digitalWrite (33, LOW);
     for(int i =0; i<4; i++){
     mem[i] = mem[i+1];
     }
    mem[4] =-1;

  }
}
//-------------------------------------------------
//senzor za cetvrti kat
```

```
if(digitalRead(30)){                    // ako je ucitan senzor 30 kabina je na cetvrtom katu
  kat[0] = false;
  kat[1] = false;
  kat[2] = false;
  kat[3] = false;
  kat[4] = true;

  if(ispisi){                           // ispisati na ekran cetvrti kat
  lcd.clear();
  lcd.setCursor(0,0);
  lcd.print("Cetvrti kat");
  ispisi=false;
}

  if(ide[4]){                           // zaustaviti motor kabine
    stepper1.setMaxSpeed(0);
    stepper1.setAcceleration(0);
    stepper1.stop();

    ide[4]=0;
    vrata=1;                            // otvoriti vrata kabine
    vrata_ld(1);                        // kada su vrata kabine otvorena ugasiti ledice koje svijetle
    digitalWrite (41, LOW);
    digitalWrite (32, LOW);
      for(int i =0; i<4; i++){
      mem[i] = mem[i+1];
      }
  mem[4] =-1;
  }
}
//-------------------------------------------------
// Usporavanje motora izmedu katova (medusenzori)
//-------------------------------------------------
// usporavanje izmedu prizemlja i prvog
```

```
if(digitalRead(23) ){                    // ako se ucita senzor 23 postaviti nove brzine vrtnje motora za spustanje i dizanje kabine
  kat[0] = true;
  kat[1] = false;                        // tj ako se ucita senzor 23 usporiti vrtnju motora kako bi se kabina lakse zaustavila
  kat[2] = false;
  kat[3] = false;
  kat[4] = false;
  ispisi = true;

    if(ide[0]){                          // ako ide na prizemlje uspori ga
      stepper1.setMaxSpeed(750);
      stepper1.setAcceleration(350);
    }

    if(ide[1]){                          // ako ide sa prizemlja na prvi uspori ga
      stepper1.setMaxSpeed(750);
      stepper1.setAcceleration(350);
    }
}
//-------------------------------------------------
// usporavanje izmedu prvog i drugog

if(digitalRead(25)){                 // isti postupak i za senzor 25 kao i kod senzora 23
  kat[0] = false;
  kat[1] = true;
  kat[2] = false;
  kat[3] = false;
  kat[4] = false;
  ispisi = true;

    if(ide[1]){                          // ako ide sa na drugi uspori ga
      stepper1.setMaxSpeed(750);
      stepper1.setAcceleration(350);
    }

    if(ide[2]){                          // ako ide sa drugog na prvi uspori ga
```

```
      stepper1.setMaxSpeed(750);
      stepper1.setAcceleration(350);
    }
}
//-----------------------------------------------------
// usporavanje izmedu drugog i treceg

if(digitalRead(27)){              // isti postupak i za senzor 27 kao i za senzor 23
  kat[0] = false;
  kat[1] = false;
  kat[2] = true;
  kat[3] = false;
  kat[4] = false;
  ispisi = true;

    if(ide[2]){
      stepper1.setMaxSpeed(750);
      stepper1.setAcceleration(350);
    }

    if(ide[3]){
      stepper1.setMaxSpeed(750);
      stepper1.setAcceleration(350);
    }
}
//-----------------------------------------------------
// usporavanje izmedu treceg i cetvrtog

if(digitalRead(29)){              // isti postupak i za senzor 29 kao i za senzor 23
  kat[0] = false;
  kat[1] = false;
  kat[2] = false;
  kat[3] = true;
  kat[4] = false;
  ispisi = true;
```

```
   if(ide[3]){
     stepper1.setMaxSpeed(750);
     stepper1.setAcceleration(350);
   }

   if(ide[4]){
     stepper1.setMaxSpeed(750);
     stepper1.setAcceleration(350);
   }
}
//--------------------------------------------------
// POZIVANJE LIFTA
//--------------------------------------------------
// prizemlje

if (mem[0] ==0 && ide[0] ==0) {    // provjerava vrijednost prvog elementa polja (je li 0) i dali se trenutno krece
  if(!kat[0]){
     stepper1.setMaxSpeed(1100.0);
     stepper1.setAcceleration(300.0);
     stepper1.move(-100000);
     ide[0] = true;                    // oznacava da je krenuo na prvi kat
  }
ide[0] = true
ide[1] = false;
ide[2] = false;
ide[3] = false;
ide[4] = false;
vrata_ld(0);                           // pozovi funkciju vrata
}

//--------------------------------------------------
// prvi kat

if (mem[0] ==1 && ide[1] ==0 ) {   // provjerava vrijednost prvog elementa polja (je li 1) i dali se trenutno krece
   if(kat[0]){
     stepper1.setMaxSpeed(1100.0);   // ako je na prizemlju pokreni kabinu prema gore
```

```
    stepper1.setAcceleration(300.0);
    stepper1.move(100000);
  }
  if(kat[2] || kat[3] || kat[4]){            // ako je na drugom, trecem ili cetvrtom katu kreni kabinu prema dolje
    stepper1.setMaxSpeed(1100.0);
    stepper1.setAcceleration(300.0);
    stepper1.move(-100000);
  }

ide[0] = false;
ide[1] = true;
ide[2] = false;
ide[3] = false;
ide[4] = false;
vrata_ld(0);                                 // pozovi funkciju vrata
}
//-------------------------------------------------
// drugi kat

if ( mem[0] ==2 && ide[2] ==0 ) {  // provjerava vrijednost prvog elementa polja (dali je 2) i dali se trenutno krece

   if(kat[0] || kat[1]){                     // ako je na prizemlju ili prvom katu pokreni kabinu prema gore
    stepper1.setMaxSpeed(1100.0);
    stepper1.setAcceleration(300.0);
    stepper1.move(100000);
   }

   else if(kat[3] || kat[4]){            // ako je na trecem ili cetvrtom katu pokreni kabinu prema dolje
    stepper1.setMaxSpeed(1100.0);
    stepper1.setAcceleration(300.0);
    stepper1.move(-100000);
   }
ide[0] = false;
ide[1] = false;
ide[2] = true;
ide[3] = false;
```

```
ide[4] = false;
vrata_ld(0);                    // pozovi funkciju vrata
}
//-------------------------------------------------
// treci kat

if ( mem[0] ==3 && ide[3] ==0) {    // provjerava vrijednost prvog elementa polja (dali je tri) i dali se trenutno krece

   if(kat[0] || kat[1] || kat[2]){          // ako je na prizemlju ili prvom katu ili drugom katu pokreni kabinu prema gore
      stepper1.setMaxSpeed(1100.0);
      stepper1.setAcceleration(300.0);
      stepper1.move(100000);
   }
   if(kat[4]){
      stepper1.setMaxSpeed(1100.0);        // ako je na cetvrtom katu pokreni kabinu prema dolje
      stepper1.setAcceleration(300.0);
      stepper1.move(-100000);
   }
ide[0] = false;
ide[1] = false;
ide[2] = false;
ide[3] = true;
ide[4] = false;
vrata_ld(0);                    // pozovi funkciju vrata
}
//-------------------------------------------------
// cetvrti kat

if ( mem[0] ==4 && ide[4] ==0 ) {    // provjerava vrijednost prvog elementa polja (dali je cetiri) i dali se trenutno krece
   if(!kat[4]){                     // pokreni kabinu prema gore
     stepper1.setMaxSpeed(1100.0);
     stepper1.setAcceleration(300.0);
     stepper1.move(100000);
   }
```

```
ide[0] = false;
ide[1] = false;
ide[2] = false;
ide[3] = false;
ide[4] = true;
vrata_ld(0);                          // pozovi funkciju vrata
}
//--------------------------------------------------
if(!digitalRead(12) || !digitalRead(13)){       // ako se pritisnu mikroprekidaci gore ili dolje zaustavlja se kabina
   stepper1.setMaxSpeed(0);                     // sigurnost (ogranicenje hoda kabine)
   stepper1.setAcceleration(0);
   stepper1.stop();
}
//--------------------------------------------------
// prizemlje

if (digitalRead(46) == HIGH  || digitalRead(47) == HIGH  ) {        // tipkalo prizemlje
clear ();                                           // brise trenutnu vrijednost na LCD zaslonu
 if (digitalRead(47) == HIGH ){      // uvjet za ledice kabine i dizala, da se ne pale obje nego samo odgovarajuca
  digitalWrite (37, HIGH);
  digitalWrite (36, LOW);
 }

  if (digitalRead(46) == HIGH ){
  digitalWrite (37, LOW);
  digitalWrite (36, HIGH);
 }


if(mem[0] == -1){           // polje od 5 elemenata, kad se stisne dodaje vrijednost ovisno koje je tipkalo stisnuto
   mem[0] = 0;              // postavlja vrijednost na prvo mjesto ako može
}
  else{
    for(int i =1; i<5; i++){          // ako ne samo provjerava na koje mjesto moze staviti
      if(mem[i-1] != 0){              // da ne budu dva ista kata zaredom
        if(mem[i-1] != -1){           // popunjava polje redom
```

```
        if(mem[i] ==-1){            // dali je  mjesto koje želi popuniti slobodno
          mem[i] = 0;               // ako je slobodno popuni ga zadanom vrijednosti (ovisno koje je tipkalo stisnuto)
 break;
       }
     }
   }
 }
}
}

//prvi kat

if (digitalRead(45) == HIGH || digitalRead(48) == HIGH ) {          // tipkalo prvi kat
clear ();                                   // brise trenutnu vrijednost na LCD zaslonu
   if (digitalRead(48) == HIGH ){           // uvjet za ledice kabine i dizala, da se ne pale obje nego samo odgovarajuca
 digitalWrite (38, HIGH);
 digitalWrite (35, LOW);
 }

 if (digitalRead(45) == HIGH ){
 digitalWrite (38, LOW);
 digitalWrite (35, HIGH);
 }
if(mem[0] == -1){                           // polje od 5 elemenata, kad se stisne dodaje vrijednost ovisno koje
je tipkalo stisnuto
  mem[0] = 1;                               // postavlja vrijednost na prvo mjesto ako može
}
 else{
   for(int i =1; i<5; i++){                 // ako ne samo provjerava na koje mjesto moze staviti
     if(mem[i-1] != 1){                     // da ne budu dva ista kata zaredom
       if(mem[i-1] != -1){          // popunjava polje redom
        if(mem[i] ==-1){            // dali je  mjesto koje želi popuniti slobodno
          mem[i] = 1;               // ako je slobodno popuni ga zadanom vrijednosti (ovisno koje je tipkalo stisnuto)
  break;
       }
     }
```

```
    }
  }
}
}

// drugi kat
if ( digitalRead(44) == HIGH || digitalRead(49) == HIGH ) {          // tipkalo drugi kat
clear ();                                                  // isti postupak se ponavlja kao i za prethodna dva kata
  if (digitalRead(49) == HIGH ){
  digitalWrite (39, HIGH);
  digitalWrite (34, LOW);
 }
  if (digitalRead(44) == HIGH ){
  digitalWrite (39, LOW);
  digitalWrite (34, HIGH);
 }
if(mem[0] == -1){
   mem[0] = 2;
}
  else{
    for(int i =1; i<5; i++){
      if(mem[i-1] != 2){
        if(mem[i-1] != -1){
          if(mem[i] ==-1){
             mem[i] = 2;
            break;
        }
      }
    }
  }
}
}

// treci kat
if ( digitalRead(43) == HIGH || digitalRead(50) == HIGH) {          // tipkalo treci kat
clear ();                                                  // isti postupak se ponavlja kao i za prethodna tri kata
```

```
 if (digitalRead(50) == HIGH ){
 digitalWrite (40, HIGH);
 digitalWrite (33, LOW);
 }

 if (digitalRead(43) == HIGH ){
 digitalWrite (40, LOW);
 digitalWrite (33, HIGH);
 }
 if(mem[0] == -1){
 mem[0] = 3;
}
 else{
   for(int i =1; i<5; i++){
     if(mem[i-1] != 3){
       if(mem[i-1] != -1){
         if(mem[i] ==-1){
           mem[i] = 3;
 break;
       }
     }
   }
 }
}
}

// cetvrti kat
if ( digitalRead(42) == HIGH || digitalRead(51) == HIGH ) {        // tipkalo cetvrti kat
clear ();                                          // isti postupak se ponavlja kao i za prethodna cetiri kata
 if (digitalRead(51) == HIGH ){
 digitalWrite (41, HIGH);
 digitalWrite (32, LOW);
 }

 if (digitalRead(42) == HIGH ){
 digitalWrite (41, LOW);
```

```
  digitalWrite (32, HIGH);

 }

 if(mem[0] == -1){
    mem[0] = 4;
}
else{
  for(int i =1; i<5; i++){
    if(mem[i-1] != 4){
     if(mem[i-1] != -1){
        if(mem[i] ==-1){
           mem[i] = 4;
            break;
        }
      }
    }
  }
}
}
if ( analogRead (A0) >= 100 ) {                  // senzor mase (ako je vrijednost veca od 100)

   opterecenje = 1;
   digitalWrite(32, LOW);                        // ugasi sve diode ako je senzor mase ukljucen
   digitalWrite(33, LOW);
   digitalWrite(34, LOW);
   digitalWrite(35, LOW);
   digitalWrite(36, LOW);
   digitalWrite(37, LOW);
   digitalWrite(38, LOW);
   digitalWrite(39, LOW);
   digitalWrite(40, LOW);
   digitalWrite(41, LOW);

   stepper1.setMaxSpeed(0);                      // onemoguci startanje motora za dizanje i spustanje
   stepper1.setAcceleration(0);
```

```
  stepper1.stop();

  lcd.clear();
  lcd.setCursor(0,0);                    // ispisi na ekran preopterecenje
  lcd.print("Preopterecenje!");

  delay (100);
}
stepper1.run();                          // omogucuje pokretanje motora za dizanje i spustanje kabine
}
void clear () {                          // za ciscenje ekrana ako se aktivira opterecenje- pritiskom bilo kojeg
  lcd.clear();                           // tipkala vise ne pise opterecenje nego se ucita gdje se kabina nalazi
}
void vrata_ld(int odabir){               // funkcija za upravljanje vratima kabine

 if(vrata){                              // vrata_ld(0) za zatvaranje vrata, vrata_ld(1) za otvaranje vrata
   if(odabir ==1){

   stepper2.setMaxSpeed(500);
   stepper2.setAcceleration(250);
   stepper2.move(-5000);

    while(digitalRead(10)){              // otvaraju se vrata dok god je mikroprekidac u jedinici
      stepper2.run();
   }
   delay (5000);
   stepper2.setMaxSpeed(0);              // kad vise nije zaustavi vrata
   stepper2.setAcceleration(0);
   stepper2.move(0);
   stepper2.stop();
   }
   if(odabir==0){                        // zatvaraju se vrata dok god je mikroprekidac u jedinici

   stepper2.setMaxSpeed(500);
   stepper2.setAcceleration(250);
   stepper2.move(5000);
```

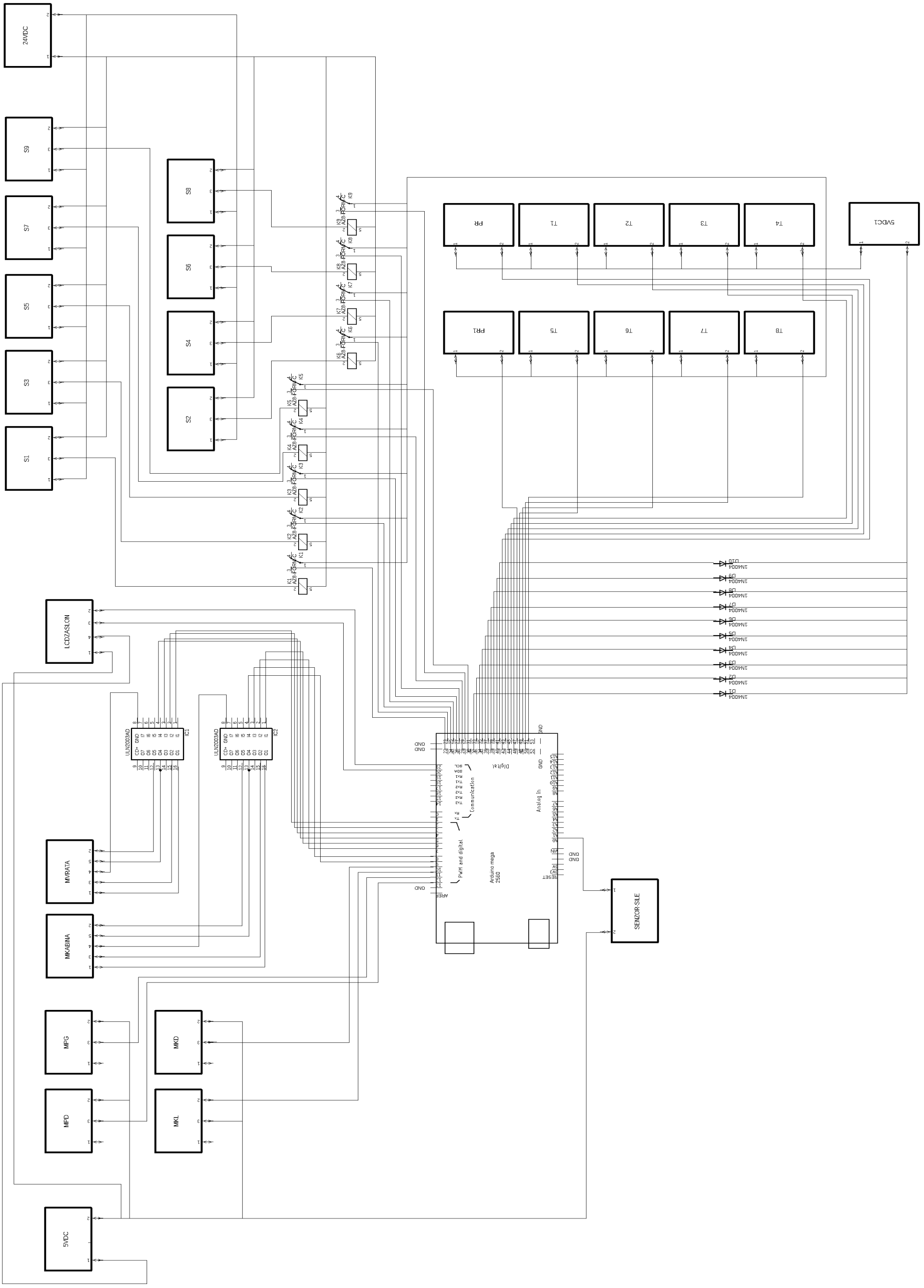
```
    while(digitalRead(11)){              // kada vise nije zaustavi vrata
     stepper2.run();
   }

   stepper2.setMaxSpeed(0);
   stepper2.setAcceleration(0);
   stepper2.move(0);
   stepper2.stop();
   vrata=0;

   }
  }

}
```

P 3.2.1.


24VDC
S9
S7
S5
S3
S1
S8
S6
S4
S2
K9 AZ8-FORM C
K8 AZ8-FORM C
K7 AZ8-FORM C
K6 AZ8-FORM C
K5 AZ8-FORM C
K4 AZ8-FORM C
K3 AZ8-FORM C
K2 AZ8-FORM C
K1 AZ8-FORM C
PR
T1
T2
T3
T4
5VDC1
PR1
T5
T6
T7
T8
D1 1N4004
D2 1N4004
D3 1N4004
D4 1N4004
D5 1N4004
D6 1N4004
D7 1N4004
D8 1N4004
D9 1N4004
D10 1N4004
LCD7ASLON
ULN2003AD IC1
ULN2003AD IC2
Digital
Analog in
Communication
PWM and digital
Arduino mega 2560
SENZOR-SILE
MVRATA
MKABINA
MPG
MPD
MKD
MKL
5VDC