

# E-BUGGY: IZRADA DOKUMENTACIJE ELEKTROINSTALACIJE

---

**Tadić, Marko**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2023**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **University of Split / Sveučilište u Splitu**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:228:781262>

*Rights / Prava:* [In copyright](#) / [Zaštićeno autorskim pravom.](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-12-26**



*Repository / Repozitorij:*

[Repository of University Department of Professional Studies](#)



**SVEUČILIŠTE U SPLITU**

**SVEUČILIŠNI ODJEL ZA STRUČNE STUDIJE**

Prijediplomski stručni studij elektronike

**MARKO TADIĆ**

**ZAVRŠNI RAD**

**E-BUGGY: IZRADA DOKUMENTACIJE**

**ELEKTROINSTALACIJE**

Split, rujan 2023

**SVEUČILIŠTE U SPLITU**

**SVEUČILIŠNI ODJEL ZA STRUČNE STUDIJE**

Prijediplomski stručni studij elektronike

**Predmet:** Energetski elektronički pretvarači

**ZAVRŠNI RAD**

**Kandidat:** Marko Tadić

**Naslov rada:** E-Buggy: Izrada dokumentacije elektroinstalacije

**Mentor:** dr. sc. Marko Vukšić

Split, rujan 2023

## Sadržaj

Sažetak .....	1
1. UVOD .....	2
2. OPĆENITO O PROJEKTU E-BUGGY .....	3
3. SUSTAV POGONA .....	5
3.1. Baterije .....	5
3.1.1. Specifikacija baterije .....	6
3.1.2. Modul za kontrolu punjenja baterija .....	7
3.2. Elektromotor .....	11
3.3. Kontroler pogonskog sustava .....	13
3.3.1. Shematski prikaz pogonskog sustava .....	14
3.3.2. Tehnički parametri i karakteristike kontrolera .....	16
4. INSTALACIJA 12 V .....	18
4.1. Rasvjetna tijela .....	18
4.2. Instalacija kontrolne ploče .....	21
4.3. Instalacija pedale za ubrzavanje i diferencijala .....	25
4.4. Prednja razvodna kutija .....	26
4.5. Specifikacija dijelova .....	27
5. Shema punjenja baterija .....	28
6. PROCEDURA POKRETANJA BUGGY-A .....	30



7. Zaključak.....	31
8. LITERATURA.....	32
9. POPIS SLIKA.....	33
10. POPIS TABLICA.....	34

## **Sažetak**

### **E-Buggy: Izrada dokumentacije elektroinstalacije**

Rad opisuje cjelokupnu dokumentaciju elektroinstalacije vozila. Detaljno je objašnjen način rada svakog od dijelova sustava te je u programu (EPLAN-u) izrađena shema svakog dijela. Rad je podijeljen u tri veća poglavlja u koja spadaju pogonski sustav, niskonaponska instalacija od 12 V i način punjenja buggy-a. Detaljno su objašnjeni svi inovativni dijelovi vozila kao što je BMS sustav za komunikaciju s baterijama prilikom punjenja, sustav punjača koji je spojen prema CCS standardu AIS-138 te raspolaže s stezaljkama kojima može komunicirati s vozilom kao i digitalni diferencijal koji preko arduina i kontrolera upravlja s motorima.

**Ključne riječi:** elektroinstalacija, EPLAN, BMS sustav

## **Summary**

### **E-Buggy: Documentation of electrical installation**

This thesis describes the entire documentation of the vehicles electrical installation. The mode of operation of each part of the system is explained in detail, and a scheme of each part is created in the program (EPLAN). The thesis is divided into three larger chapters, which include the drive system, low-voltage installation of 12 V and the method of charging the buggy. All the innovative parts of the vehicle are explained in detail, such as the BMS system for communication with the batteries during charging, the charger system that is connected according to the CCS standard AIS-138 and has wires that can communicate with the vehicle as well as the digital differential that controls the motors via arduino and controller.

**Key words:** electric installation, EPLAN, BMS system

## 1. UVOD

Proizvodnja i razvoj električnih vozila se u zadnjih par godina znatno povećala. Sve je veća potražnja za ekonomičnijim rješenjima prijevoza, pa električna vozila sve više zamjenjuju prijevozna sredstva. Unatoč sve veće potražnje i dalje je potrebno raditi na razvoju novih i boljih električnih vozila kako bi ova vrsta tehnologije mogla zamijeniti vozila koja koriste fosilna goriva.

Takvo vozilo je i projekt e-buggya koji se nalazi u završnoj fazi. Projekt buggya je zahtjevan jer se sastoji od više sustava koji rade kao jedno, te ujedinjuje stručan i praktičan rad studenata. Kao svakom projektu došlo je do potrebe za izradom detaljne dokumentacije svih sustava i njihove međusobne komunikacije, te dokument s točnom elekto instalacijom vozila. Detaljna shema prikazuje način spajanja svakog od dijelova vozila, te međusobne veze. U dokumentaciji prikazan je svaki sustav na pojedinačno od prekidača za paljenje svjetala sve do novijih sustav kao što je BMS (engl. Battery management systems) koji služi za praćenje i regulaciju punjenja baterija ili digitalni diferencija kojim vozilu daje stabilnost pri vožnji u okukama.

## 2. OPĆENITO O PROJEKTU E-BUGGY

Projekt e-buggy je jedan od zahtjevnijih projekata na sveučilištu jer ujedinjuje više grana znanosti, kao što je elektrotehnika (instalacija svih dijelova sustava), računarstvo (programiranje arduina, BMS sustav komunikacije baterijama na Raspberry Pi platformi) i strojarstva (konstrukcija buggy-a, projektiranje nosača za motore i njihove osovine itd.).



Slika 2.1. E-buggy

Nosiva konstrukcija buggy-a je od željeznih cijevi, te mu je sveukupna težina (s svim elementima) oko 440 kg. Izvor energije za pokretanje daju mu 24 baterije koje se nalaze ispod samih sjedala. Baterije napajaju dva elektromotora (svaki zasebno pogoni jedan zadnji kotač) koji pretvaraju električnu energiju u mehaničku energiju vrtnje i time pokreću vozilo. Motorima se upravlja pomoću dva kontrolera koji pretvaraju ulazni istosmjerni napon 72V koji dolazi sa baterija u trofazni kvazipravokutni kojim se pokreće BLDC pogonski motor.

Buggy se sastoji od više međusobno povezanih sustava:

- Sustav pogona – sastoji se od baterija koji napajaju cjelokupni sustav buggy-a, kontrolera koji upravljaju motorima i elektromotori koji pokreću vozilo
- Sustav nisko naponske mreže (12 V) – instalacija kontrolne ploče sa svim prekidačima za kontrolu elektromotora, te sva rasvjeta i njena paljenja.
- Sustav punjenja – posebne stezaljke za kontrolu punjenja pomoću tipkala (24 V), glavno napajanje 72 V

### 3. SUSTAV POGONA

#### 3.1. Baterije

Odabrane baterije za buggy su LFP60150190 proizvođača Sunder battery. Kao što je navedeno baterijski sustav sa sastoji od 24 serijski spojene baterije.



Slika 3.1. Prikaz ugradnje baterija

Baterije su tipa LiFePO<sub>4</sub> (litij željezo fosfat) što se tiče kemijskog sastava katode, dok je sastav anode grafitan s metalnom oblogom. Svaka baterija ima nominalni napon od 3,2 V te kapacitet od 100 Ah. Međusobno su povezani kabelima promjera 1×35 mm.

### 3.1.1. Specifikacija baterije

Važne ulazne i izlazne veličine baterijskog sustava su:

- Ukupan maksimalni napon koji iznosi oko 87,6 V gdje svaka od 24 baterija ima maksimalni napon od 3,65 V
- Ukupni nominalni napon koji iznosi 76,8 V gdje svaka baterija ima nominalni napon od 3,2 V
- Maksimalna struja kojom se mogu puniti baterije je 100 A
- Maksimalna struja pražnjenja je 200 A

Tablica 3.1. Specifikacije i karakteristike baterije

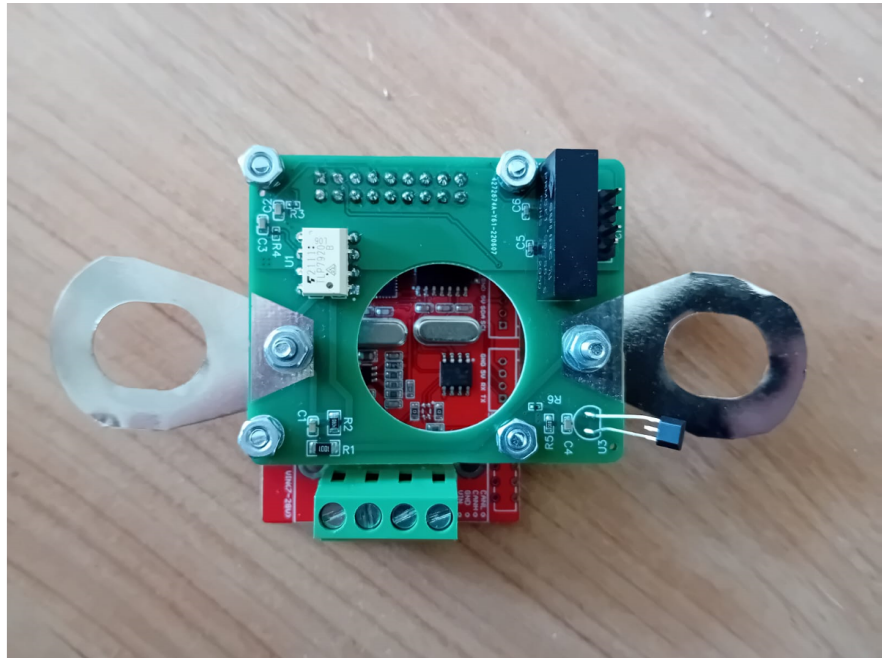
Dimenzije	61,5 × 151,5 × 208,5 mm
Masa	3,2 kg
Broj punjenja	Više od 2000
Primjena	Solarni sustav
Kapacitet (nominalni)	100 Ah
Kapacitet (maksimalni)	95 Ah
Napon (nominalni)	3,2 V
Napon ispražnjenosti	2 V
Struja punjenja (standardna)	20 A
Napon punjenja (maksimalni)	3,65 V
Vrijeme punjenja	6 h
Maksimalna struja punjenja	100 A
Kontinuirana struja pražnjenja	100 A
Maksimalna struja pražnjenja	200 A
Temperatura okoline pri punjenju	0-45°C
Temperatura okoline pri pražnjenju	-20-60°C
Temperatura skladištenja (<1 mjeseca)	-10-45°C
Temperatura skladištenja (<6 mjeseci)	-10-25°C

### 3.1.2. Modul za kontrolu punjenja baterija

Svaka baterija na sebi ima ugrađen modul BMS (engl.: Battery management system) koji se sastoji od dva modula. Krajevi modula su priključeni na plus i minus svake baterije. Svaki modul služi za balansiranje napona na bateriji i praćenje napona, struje i temperature za pojedinu



bateriju ili bolje rečeno svaki modul mjeri napon i temperaturu baterije, a struja se mjeri centralno na glavnom (master) modulu.

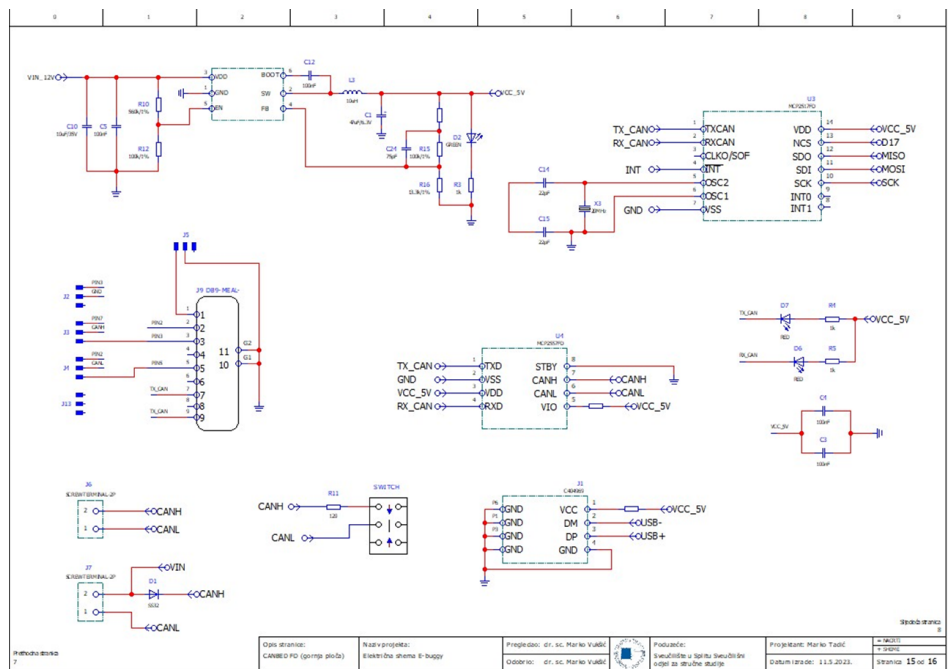


Slika 3.2. Modul za kontrolu punjenja

Svaki modul ima jedan digitalni izlaz i jedan analogni ulaz. Svrha digitalnog izlaza je upravljanje s MOSFET-om koji vrši balansiranje baterija, dok se analogni izlaz može iskoristiti za mjerenje tlaka ili neke druge analogne veličine na samoj bateriji. Još jedna prednost ovakve konfiguracije modula je ta što je povoljnije prilikom brzog punjenja baterija. Komunikacija modula je takva da su svi moduli na baterijama virtualni podređeni uređaji koji komuniciraju s glavnim nadređenim uređajem.

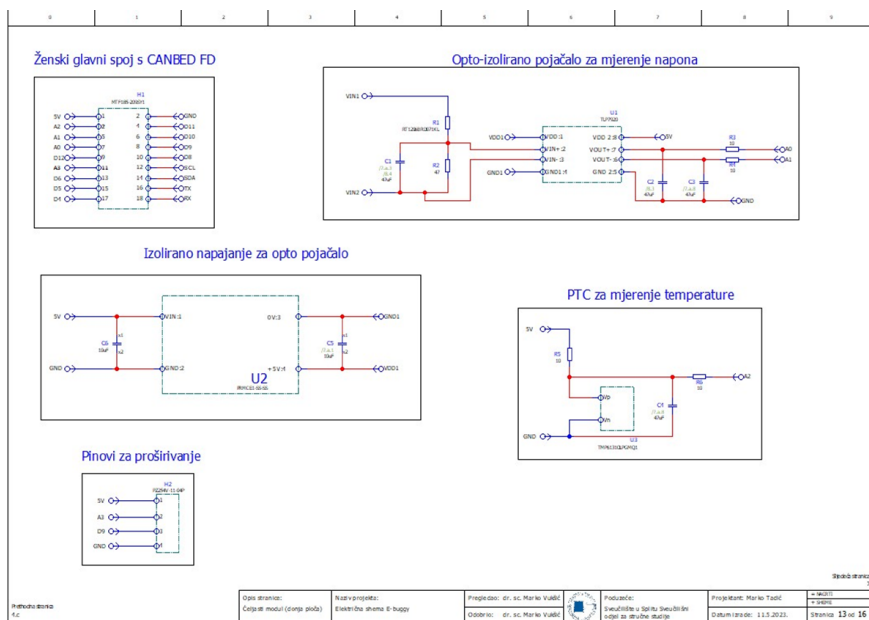
Prvi modul BMS-a je CANBED FD razvojna pločica. Ona se sastoji od ATMEGA32U4 mikrokontrolera koji je kompatibilan s Arduinoom Leonardom. Ostali dijelovi modula su

MCP2517FD kontroler CAN-a i MCP2542 reciever CAN-a. Na slici 3.3. je prikazana shema navedene pločice.



Slika 3.3. Shema CANBED FD modula

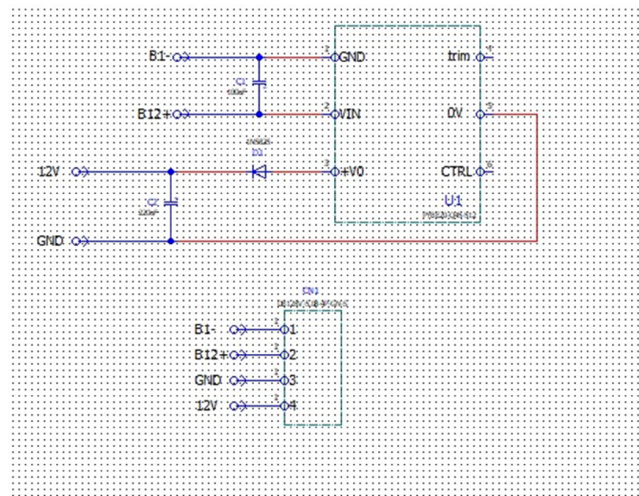
Drugi modul je posebno napravljen, te služi za kontrolu i sva mjerenja na bateriji koja su potrebna. Povezan je sa CANBED FD-om te na sebi ima izolirano napajanje za opto pojačalo, pojačalo za mjerenje napona, PTC za mjerenje temperature te četiri pina za proširivanje. Na slici 3.4. je prikazana shema drugog modula.



Slika 3.4. Shema drugog modula

Napajanje sustava se vrši pomoću dva paralelno spojena izolirana DC-DC pretvarača što je prikazano na slici 3.5. Bitno je primijetiti da su ulazi pretvarača spojeni tako da Vin ulaz jednog je zapravo GND drugog, dok su na izlazima spojeni paralelno. Ovim spajanjem smo dobili to da je svaki modul jednoliko opterećen, te smo izbjegli velike razlike ulaznog i izlaznog napona.

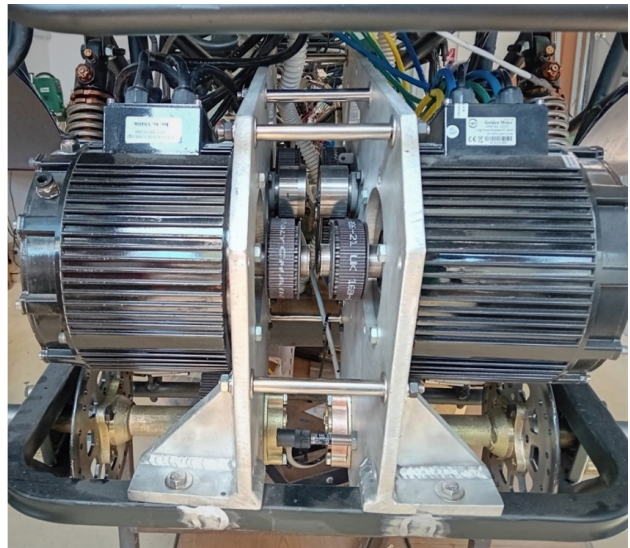
Na 12 VDC napajanje isporučuje maksimalno 3334 mA struje što je dovoljno za 24 modula. Svaki modul ima ukupnu potrošnju od 1 A.



Slika 3.5. Shema modula za napajanje

### 3.2. Elektromotor

Elektromotori su zadnji dijelovi pogonskog sustava te pretvaraju električnu energiju u mehaničku. Na buggy-u se nalaze dva istosmjerna motora bez četkica. Nominalni napon svakog elektromotora je 72 V, dok im je nominalna snaga 10 kW. Ovaj motor se najčešće koristi u elektro vozilima jer ima dobar omjer snage i mase u odnosu na druge istosmjerne motore.



Slika 3.6. Elektromotori buggy-a

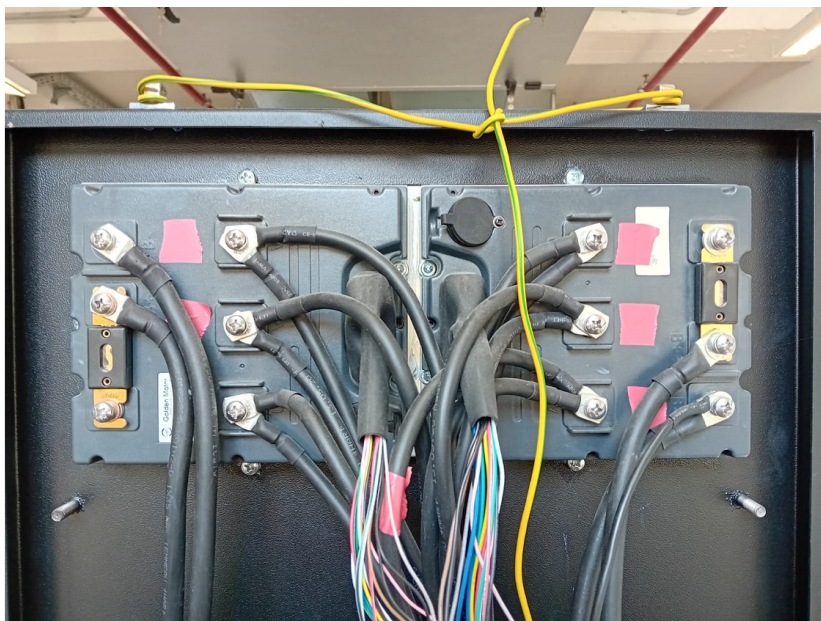
Maksimalna struja koju bi ovaj motor mogao povući je 200 A, što odgovara maksimalnoj struji pražnjenja same baterije.

Također bitni podaci su:

- Nazivni stupanj korisnog djelovanja je oko 91 %
- Maksimalna brzina vrtnje iznosi 6000 o/min
- Masa s hlađenjem iznosi 17,7 kg
- Visina motora je 170 mm, dok je promjer motora 206 mm

### 3.3. Kontroler pogonskog sustava

Kontrolere pomoću kojih možemo upravljati s svim bitnim ulaznim i izlaznim informacijama. U buggy su ugrađena dva kontrolera koji zajedno upravljaju BLDC motorima. Kontroleri sustava su VECTOR 500 Series BLDC Motor Controller, proizvođača Golden motor. Na slici 3.7. su prikazana dva kontrolera koja su ugrađena u veliku razvodnoj kutiji sa zadnje strane buggy-a.



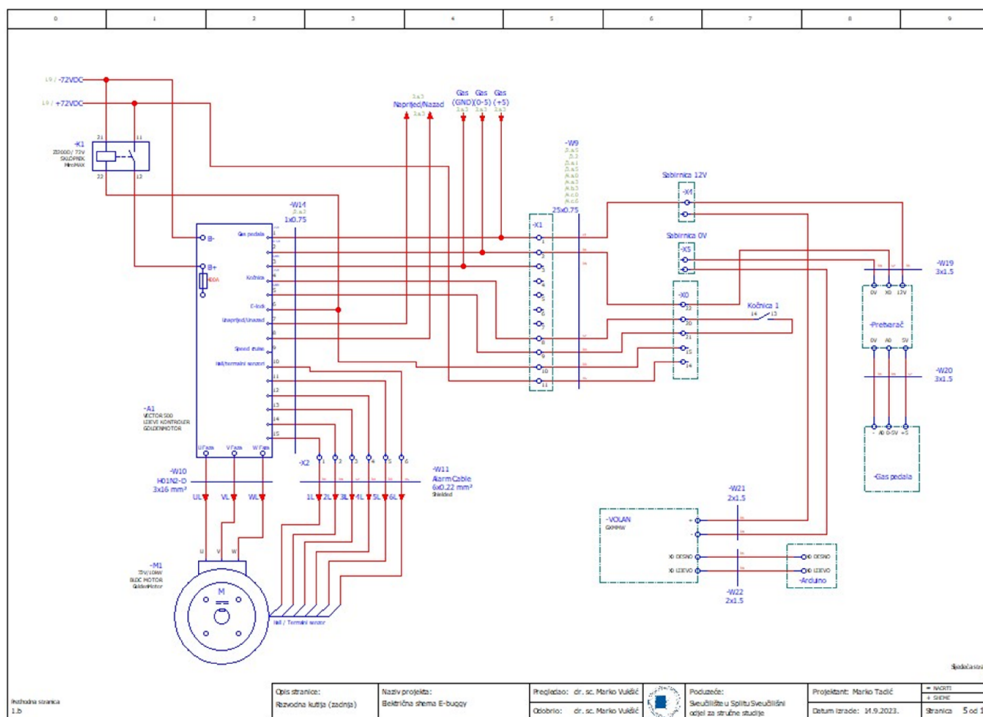
Slika 3.7. Kontroleri buggy-a

Motorima je potrebna trofazna struja za njihov rad koju iz baterija ne može dobiti. Za to su potrebni kontroleri koji koriste FOC (engl. Field Oriented Control) algoritam u kojem se SVPWM ili na engleskom sine wave pulse width modulation koristi kako bi se dobila sinusoidna trofazna

struja na motorima. Pomoću kontrolera također možemo kontrolirati parametre motora kao što su (moment, tok i brzina).

### 3.3.1. Shematski prikaz pogonskog sustava

Na slici 3.8. je prikazana shema prvog dijela pogonskog sustava koji se sastoji od kontrolera koji upravlja prvim elektromotorom. Napajanje dolazi s baterija na osigurače plusa i minusa (osigurači MESER NV 125 A, 500 V). Baterije napajaju kontroler ulaznim istosmjerni naponom od 72 V. Kontroler je od toga napona zaštićen pomoću sklopnika koji tek uklapa kada pomoću brave uključujemo vozilo. Istovremeno se zatvara i petlja e-locka.



Slika 3.8. Shema prvog dijela pogonskog sustava

E-lock petlja služi za uključivanje i isključivanje kontrolera te kao zaštita pri paljenju. Ima dva kontakta od kojih je prvi spojen na napajanje B+ a drugi služi kao povratna informacija kontroleru. Stezaljke e-locka su spojene prvo na redne stezaljke u razvodnoj kutiji te zatim na relej koji se kontrolira okretom brave. Okretom brave, preko releja propuštamo signal jednom i drugom kontroleru te ih startamo. U isto vrijeme se šalje signal sklopama koji preklapaju i direktno spajaju baterije s kontrolerima.

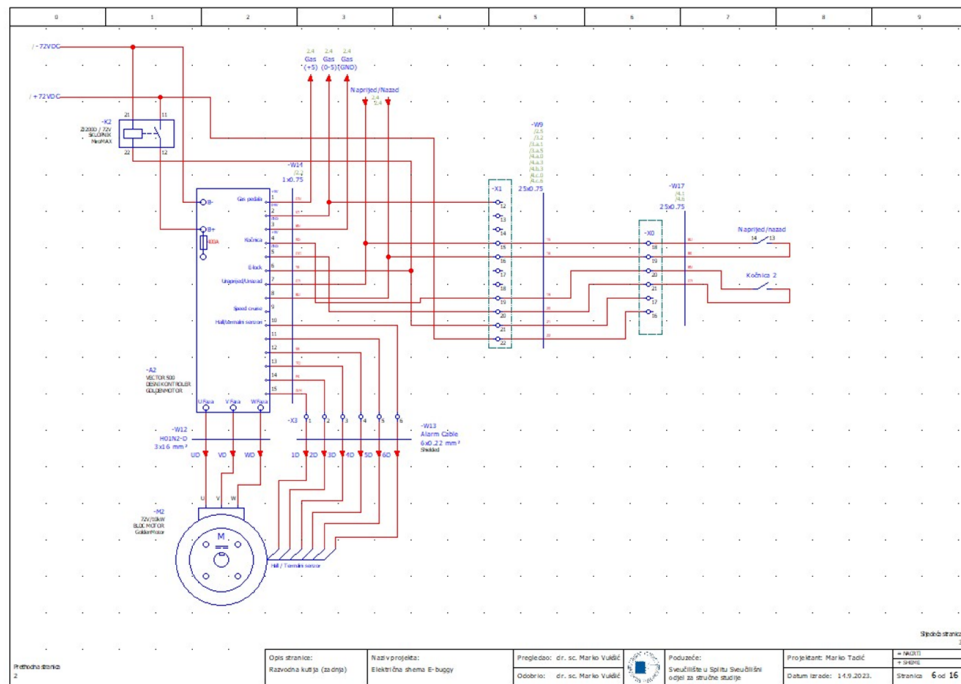
Sa sheme je također vidljivo da osim e-locka imamo i druge petlje za kontrolu motora kao što je petlja za naprijed/nazad i petlja kočnica. Petlja za naprijed/nazad ima također dvije stezaljke (+5 V i 0 V) koje su spojene na sklopku.

Sklapanjem sklopke kontroleru daje znak da mijenja smjer vrtnje motora. Petlja za kočenje radi na isti princip samo šta ona predstavlja virtualnu kočnicu. Kontroler neće krenuti s vrtnjom motora sve dok se virtualna kočnica ne otpust.

Kontrola brzine vrtnje motora se izvodi pomoću petlje za pedal gasa. Na shemi je prikazano da stezaljke +5 i GND služe za napajanje, te 0-5 V za povratni analogni signal kontroleru. Pritiskom na pedal mijenjamo napon te tako ubrzavamo i usporavamo vozilo.

Na slici 3.9. prikazana je shema spajanja drugog dijela pogonskog sustava koja se razlikuje od prvog u tome što kontroler upravlja drugim elektromotora. Oba kontrolera upravljaju motorima s preko zato predviđenim stezaljkama za faze U,V i W, te hallovog senzora koji nadgleda smjer vrtnje motora.





Slika 3.9. Shema drugog dijela pogonskog sustava

### 3.3.2. Tehnički parametri i karakteristike kontrolera

Glavne karakteristike kontrolera su:

- Fina regulacija - kontroler može kontrolirati momente koji se pojavljuju te ih kompenzirati, te može kontrolirati motorima tako da imaju fino startno ubrzanje
- PC programibilnost
- Zaštitne funkcije – može kontrolirati signale te ima prekostrujnu, naponsku i temperaturnu zaštitu

Tablica 3.2. Tehnički parametri i karakteristike kontrolera

Nominalno područje napona	48 – 96 V
Nominalno područje struje	30 – 200 A
Nominalna snaga	10000 W
Kontrola motora	FOC
Struja mirovanja	20 – 40 mA
Ograničenje brzine	Kontrolirano motorom i konfiguracijom
Metoda upravljanja	Direktno upravljanje momentom

## **4. INSTALACIJA 12 V**

Većina rada se zasniva na organizaciji i kablazi nisko naponske instalacije buggy-a, od punjača pa sve do razvodne kutije za kontrolnu ploču pokraj volana i same instalacije rasvjetnih tijela (rasvjete, žmigavci, sirena itd.) i pedale za ubrzavanje.

U procesu spajanja došlo je do nekoliko problema (neispravna postojeća instalacija, dodavanje novih dijelova upravljanja u sustav) te je više puta mijenjana instalacija. Sva instalacija radi pomoću 12 V preko istosmjernog pretvarača. Pretvarač je ugrađenu u razvodnoj kutiji sa stražnje strane buggy-a. Pretvarač pretvara napon ulaza iz baterije u napon izlaza od 12 V koji je potreban za napajanje cjelokupne instalacije.

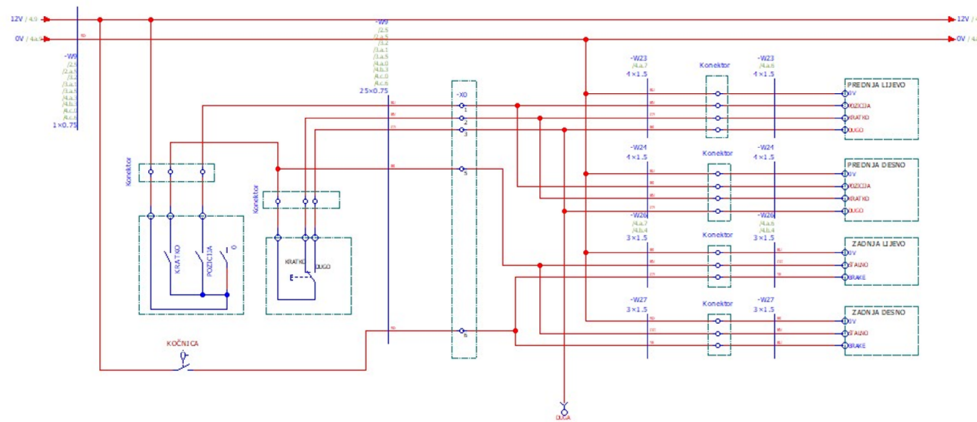
Instalaciju buggy-a može se podijeliti u više dijelova:

- Rasvjetna tijela (svijetla, žmigavci, sirena)
- Instalacija kontrolne ploče (brzinomjer, brava, tipke za kontrolu vrtnje motora)
- Instalacija regulatora brzine - pedala i diferencijala
- Instalacija razvodne kutije

### **4.1. Rasvjetna tijela**

Na buggy-u se nalaze dva prednja svijetla (svako ima na sebi mogućnost paljenja pozicije, kratkih i dugih svjetala), dva zadnja svijetla (svako ima svijetlo pozicije te svijetlo kočenja), žmigavce s prednje i zadnje strane (mogućnost paljenja sva četiri žmigavca) i sirena.

U nastavku su prikazane sheme navedenih dijelova. Na slici 4.1. je prikazana shemu spajanja prednjih i zadnjih svjetala.



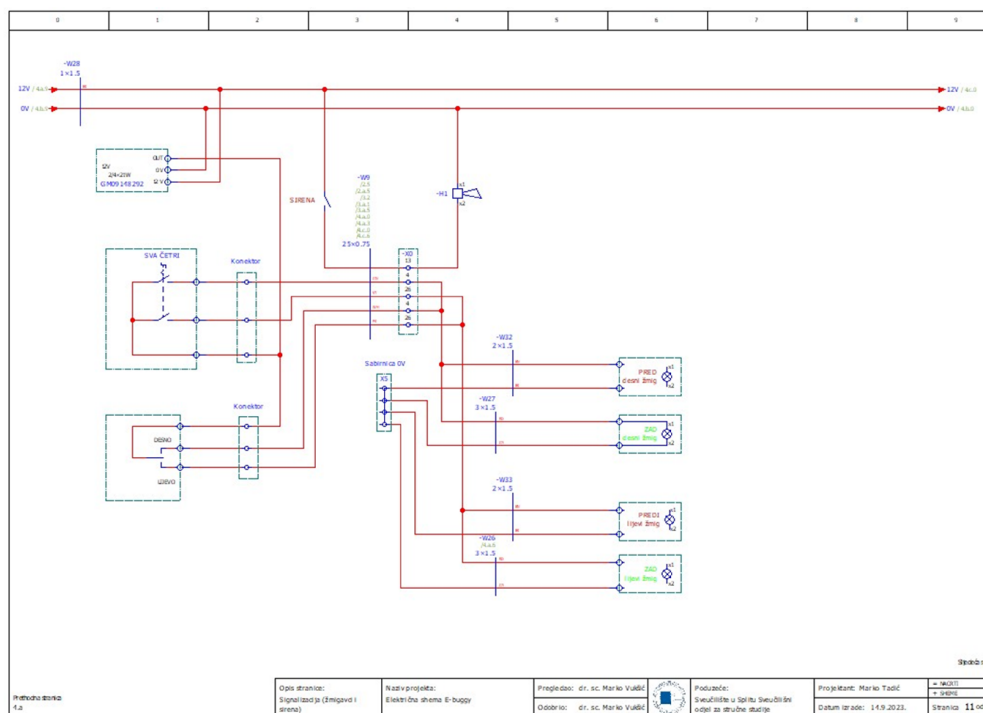
Slika 4.1. Shema spajanja svjetala

Za napajanje rasvjetu prednjih i zadnjih svjetala koristi se 12 V sa sabirnice koja se nalazi u razvodnoj kutiji na prednjoj strani vozila. Taj napon nam dolazi s pretvarača koji se nalazi u stražnjoj razvodnoj kutiji te se direktno spaja na bravu. Uklapanjem kontakta s brave ostvareno je napajanje na sabirnici za svu signalizaciju.

S sabirnice se onda vraćamo na kontrolnu ploču gdje se nalaze dva prekidača (jedan za paljenje pozicije i kratkog svjetla, a drugi za paljenje dugog svjetla). Svijetla rade na način da kada upalimo poziciju, rade samo prednje svije pozicije jer na zadnjim svijetlima nemamo žarulju za poziciju. Tek nakon paljenja kratkih svjetala, gase se pozicije i pale kratka prednje svjetla kao i zadnja normalna svijetla. Duga svijetla ne mijenjaju stanje zadnjih svjetala već se samo gase prednja kratka i pale duga svijetla.

Svijetla za kočenje se pale pritiskom na pedalu kočnice. Koristi 12 V s iste sabirnice u razvodnoj kutiji te je spojen preko hidraulične sklopke koja uklapa kada pritisnemo kočnicu. Kada se to

dogodi napon direktno ide na zadnja svjetla, te se pali posebna žarulja za kočenje. Paljenjem dugih svjetala, pale se i lampica za duga svjetla koja se nalazi na kontrolnoj ploči pokraj volana.



Slika 4.2. Shema spajanja žmigavaca i sirene

Kao i kod glavnih svjetala, žmigavci i sirena se napajaju pomoću 12 V s sabirnice koja se nalazi u prednjoj razvodnoj kutiji.

Sustav žmigavaca se napaja preko releja GM0914829 koji pretvara ulazni signal u taktni signal za žmigavce. Izlaz s pretvarača je spojen na redne stezaljke koje su spojene na oba prekidača (prvi za lijevo i desno, drugi za sva četiri). Kao i kod dugih slijetala postoje signalna svjetla za lijevo i desno paljenje žmigavaca koji se nalaze na kontrolnoj ploči.

Sirena se napaja preko sabirnice u prednjoj kutiji te se kontrolira tipkalom koje se nalazi na kontrolnoj ploči. Kada pritisnemo tipkalo ono zatvara krug s sirenom koja se nalazi u prednjem dijelu vozila.

#### 4.2. Instalacija kontrolne ploče

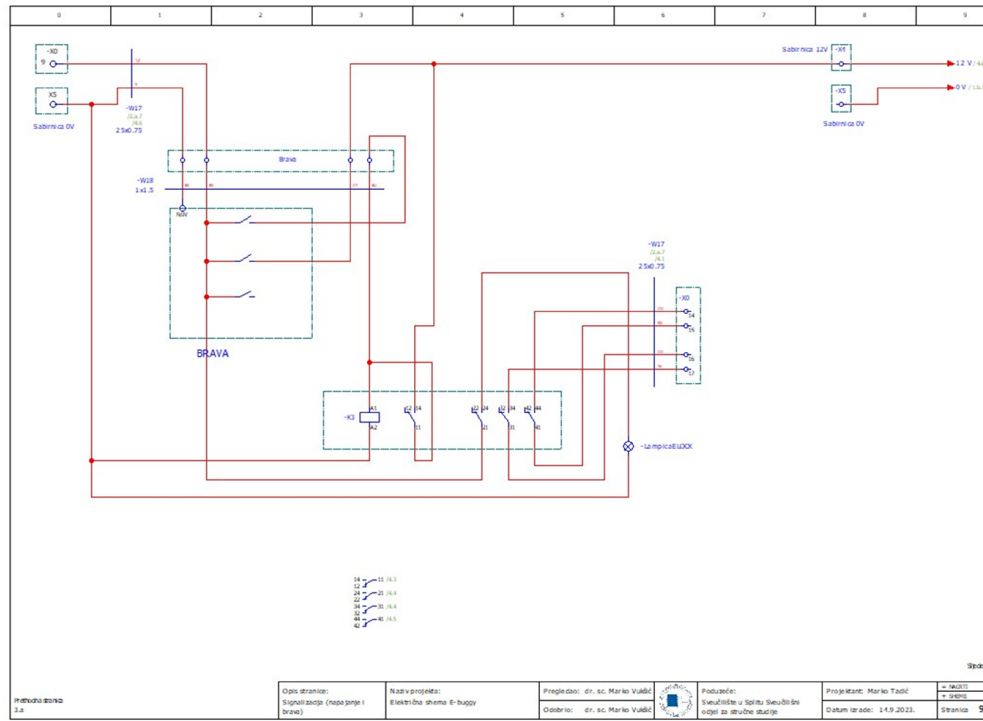
U fazi sastavljanja kontrolne ploče došlo je do nekoliko promjena što se tiče tipki za kontrolu motorima. Tako su prekidači za paljenje i gašenje e-locka kao i prekidači za kočenje maknuti s same ploče.



Slika 4.3. Kontrolna ploča u fazi sastavljanja

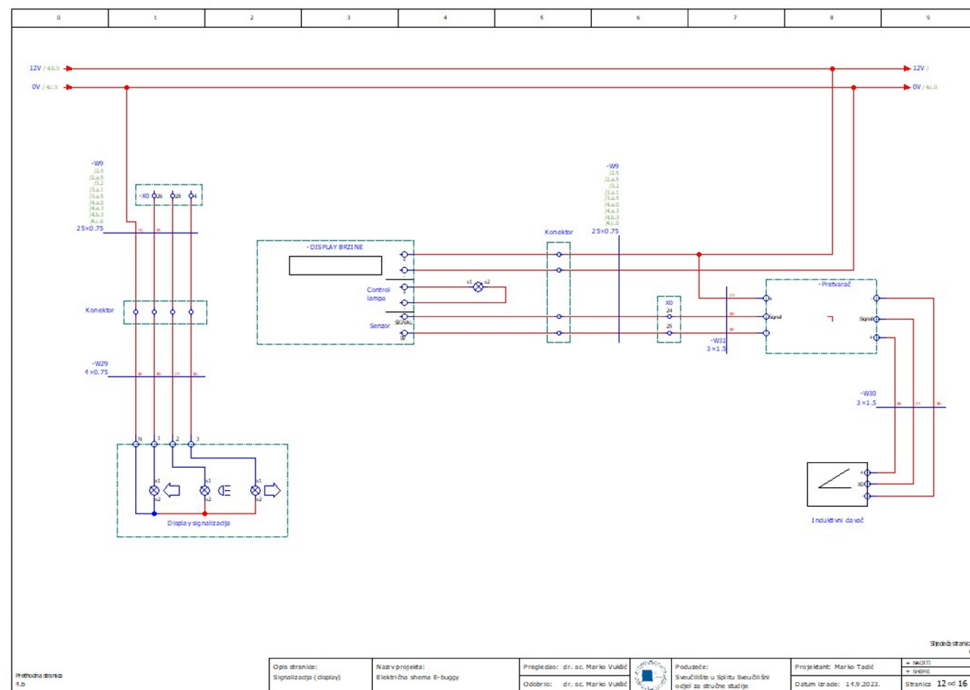
Kontrola e-lock se vrši preko brave, dok su tipke za kočenje direktno spojene s kočnicom buggy-a. Time smo smanjili broj samih elemenata na kontrolnoj ploči i olakšali sami proces paljenja vozila. Elementi na ploči su:

- Brava za pokretanje vozila
- Brzinomjer
- Signalne lampice (lijevo desni žmigavac, dugo svjetlo, lampica za kontakt upaljen, lampica za e-lock ugašen)
- Tipka za upravljanje motorom naprijed/nazad



Slika 4.4. Shema spajanja brave

Brava svoje napajanje dobiva s istosmjernog pretvarača u zadnjoj razvodnoj kutiji. Brava ima tri moguće pozicije od kojih je prva nulta pozicija (vozilo je ugašeno). Okrenemo li bravu na prvu poziciju, napajanje dobiju sabirnice u razvodnoj kutiji a time i cijela instalacija na buggy-a. Treća pozicija služi za paljenje te nije stacionarna već radi kao tipkalo. Kratkim okretom na treću poziciju dovodi se napajanje na relej koji se nalazi također u prednjoj razvodnoj kutiji. Releji uklapa te zadržava napon na stezaljkama sve dok se brava ne vrati na nultu poziciju. Prvi par stezaljki releja je spojeno na prvu sklopku koja uklapa napajanje za prvi kontroler, te daje signal kontroleru da isključi e-lock. Drugi par stezaljki je spojen isto kao i prvi samo što osigurava napajanje i isključivanje e-locka za drugi kontroler. Zadnji par stezaljki releja se koristi za signalnu lampicu koja svijetli kada su e-lockovi isključeni.

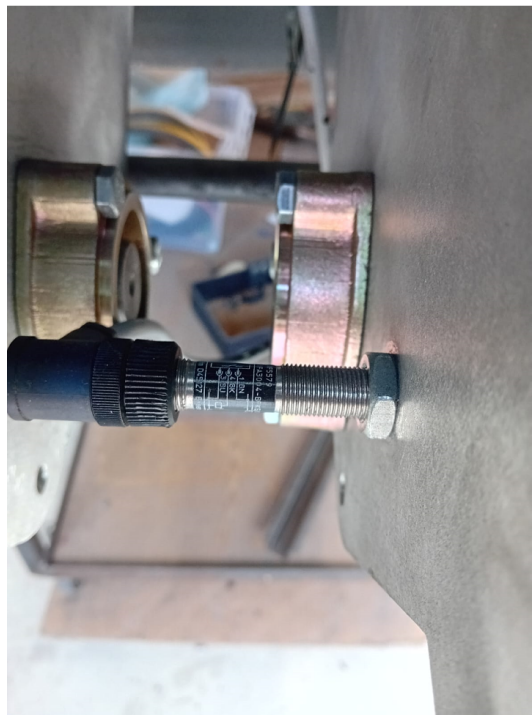


Slika 4.5. Shema brzinomjera i lampica za svijetla i žmigavce



Brzinomjer na sebi ima šest stezaljki. Prve dvije su za samo napajanje koje dolazi s sabirnica iz razvodne kutije. Druge dvije pale kontrolnu lampicu koja označava da je display dobio svoje potrebno napajanje. Zadnje dvije stezaljke služe za komunikaciju s induktivnim davačem preko kojeg displej dobiva informaciju o brzini vrtnje zadnjeg kola. Induktivni davač svoje napajanje dobiva s pretvarača koji ulazni napon od 12 V pretvara na izlaznih 5 V koja su potrebna za normalan rad davača.

Induktivni davač je smješten na nosač motora te pomoću rupa na samom kotaču mjeri razmake pojavljivanja rupe te šalje signal nazad brzinomjeru koji onda preračunava te razmake u brzinu vrtnje samog kotača. Brzina kretanja vozila se zatim vidi na samom display-u.



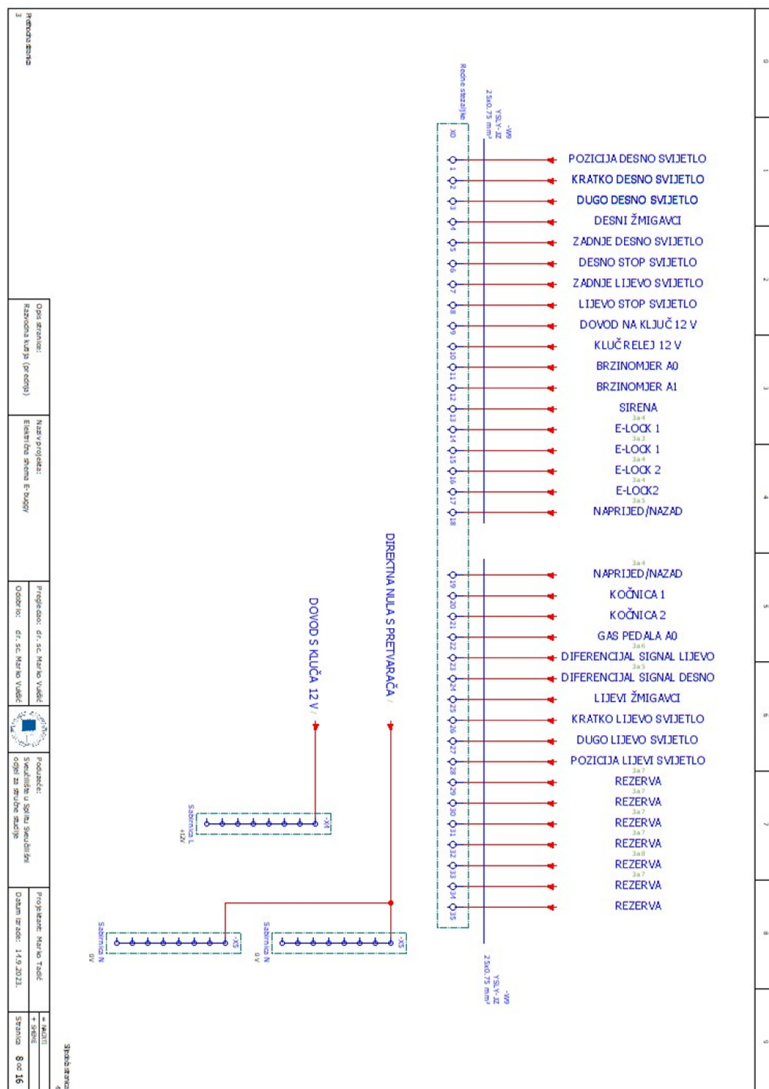
Slika 4.6. Induktivni davač

### 4.3. Instalacija pedale za ubrzavanje i diferencijala

Na slici 3.8. je prikazana shema spajanja gas pedale i digitalnog diferencijala koji također svoje napajanje uzimaju sa sabirnica +12 V i 0 V u prednjoj razvodnoj kutiji. Pošto sama pedala radi na 0-5 V potrebno je bilo spojiti prvo pretvarač koji će ulaznih 12 V pretvoriti u izlaznih 5 V. Pedala funkcionira kao promjenjivi otpornik te vraća analogni signal u rasponu od 1.2-3.9 V direktno na arduino koji zatim kontrolerima daje informaciju kojiko je potrebno ubrzati ili usporiti vrtnju motora.

Da bi vozilo bilo što stabilnije u vožnji i u okukama, ugrađen je pokraj volana digitalni diferencijal. Diferencijal je spojen tako s volanom da može mjeriti kut zakretanja samog volana. Napajanje je također 12 V, te je izvučeno iz razvodne kutije. Znači ukratko diferencijal ima kabel za napajanje i dvožilni kabel koji ide direktno na arduino. Diferencijal preračunava razliku kuta zakretanja te šalje arduinu, koji onda preračunava brzinu okretanja lijevog i desnog kotača i šalje ga kontrolerima. Na taj način je osigurano sigurnije i brže skretanje u okuke jer jedno kolo ne ovisi o vrtnji drugog već se odvojeno mogu kontrolirati po potrebi.

#### 4.4. Prednja razvodna kutija



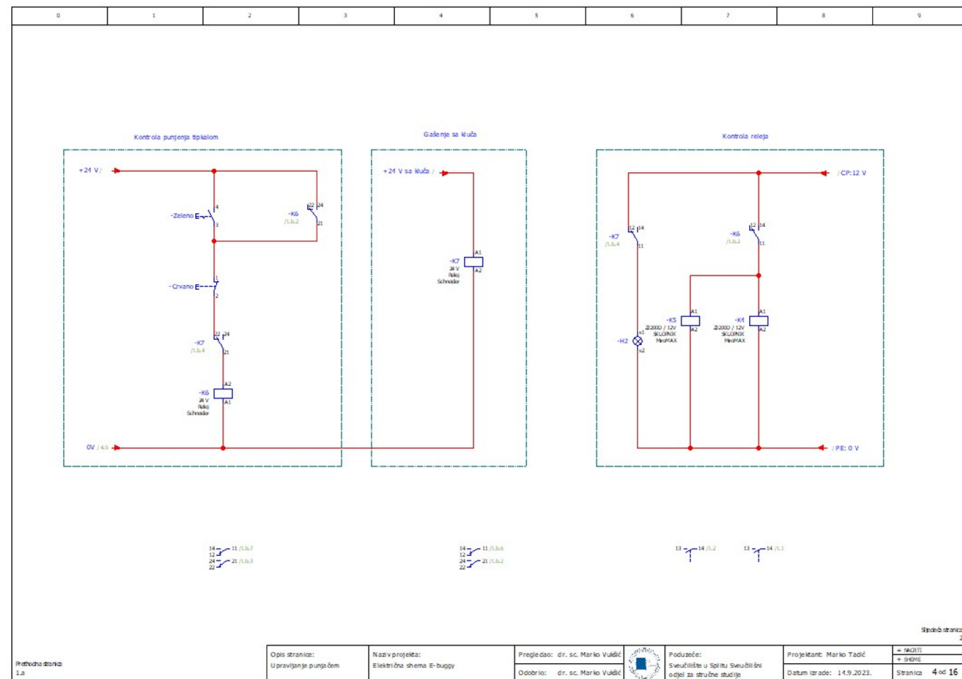
Slika 4.7. Shema prednje razvodne kutije

#### 4.5. Specifikacija dijelova

- Brava pokretanje vozila  
Motorcycle Ignition Keys Switch  
5 pinova  
12V napajanje
- Induktivni davač  
IFA3004-BPKG/US  
IP65  
I: 250 mA  
U: 10-55 VDC
- Svijetla (Duga, kratka i žmigavci)
  - Duga svijetla: 12 V, 35 W, 2.4 A
  - Kratka svijetla: 12V, 35W, 1.6 A
  - Pozicija: 12V, 3W
  - Žmigavci: 12V, Led, 0.8 A

## 5. Shema punjenja baterija

Punjač je postavljen na stražnju razvodnu kutiju, te su pored punjača postavljena dva tipkala (zeleno i crveno) s kojima kontroliramo punjenje baterija. Poviše tipkala je postavljena lampica koja nam ukazuje dali se baterije trenutno pune ili ne.



Slika 5.1. Shema kontrole punjenja

Punjač nije spojen direktno na baterije već preko dva skopnika kojima u svakom trenutku možemo prekinuti dovod. Time je osigurana zaštita između baterija i sustava punjača. Punjač je spojen prema CCS standardu AIS-138 te raspolaže s stezaljkama kojima može komunicirati s

vozilom te u svakom trenutku imati informaciju u kojem su stanju baterije. Također može sam prekinuti punjenje. Stezaljke za komunikaciju su spojene na poseban krug od 12 V. CP (12V) i CP2 (0V) služe kao napajanje krugu za uklapanje i isklapanje zaštitnih sklopki te je na taj način kontrola punjena odvojena, odnosno nije joj potrebno napajanje s strane buggy-a. Tipkala su spojena pomoću dva releja koji dalje kontrolira sklopnike i signalnu lampicu. Kada pritisnemo zeleno tipkalo relej zatvara oba sklopnika i lampica se pali, što znači da je punjač direktno spojen na baterije i može puniti baterije. Punjenje možemo ponovno prekinuti pritiskom na crveno tipkalo ili paljenjem kontakta na ključu buggy-a. Tada relej otvara oba sklopnika te se gasi signalna lampica za punjanje. Na ovaj način osiguravamo sigurno punjenje baterija te u svakom trenutku možemo prekinuti samo punjenje ili provjeriti dali se puni ili ne.

### **Specifikacija punjača**

Sam punjač ima opciju trofaznog i istosmjernog načina punjenja. Sustav buggy-a je prilagođen za punjenje istosmjernom strujom te su žice za trofazno punjenje anulirani.

#### Specifikacija punjača

- DUOSIDA (DSIEC3m-EV150P)  
IP55  
DC:150 A 1000Vd. c.  
Signal: 2 A Max. 30Vd. c.

#### Specifikacije utičnice

- DUOSIDA (DSIEC3m-EV150S63)  
AC: 63 A 240/415 Va. c.  
DC:150 A 1000Vd. c.  
Signal: 2 A Max. 30Vd. c.

## 6. PROCEDURA POKRETANJA BUGGY-A

Da bi upalili i pokrenuli samo vozilo potrebno je pripaziti na redosljed bez kojeg se vozilo neće pokrenuti. Redosljed je sljedeći:

- Provjeriti dali je punjač i dalje spojen na vozilu. U slučaju da je, potrebno je provjeriti dali se još puni ili ne (to je vidljivo uz pomoć lampice koja gori prilikom punjenja pokraj punjača na samoj kutiji). Punjenje prekidamo pritiskom na crvenu tipku ili paljenjem kontakta na bravi. Prilikom toga bi trebali čuti isklapanje skopnika, te onda izvući punjač.
- Kada smo iskopčali punjač možemo sjesti u vozilo i okrenuti ključ na prvu poziciju s kojom palimo svu instalaciju (provjeriti dali se upalio display te lampica koja označava njegovo funkcioniranje)
- Okrećemo ključ kratko na treću poziciju te bi se trebalo čuti sklapanje dviju sklopki i paljenje oba kontrolera.
- Pritišćemo lagano gas i pokrećemo vozilo

## **7. Zaključak**

E-buggy je dugogodišnji projekt na Sveučilišnom odjelu za stručne studije u kojem su sudjelovali razni studenti u zadnjih par godina, te su na svoj način pridonijeli završetku ovoga projekta. Radom su obuhvaćeni svi dijelovi sustava te je izvedeno spajanje novih dijelova sustava. Izvršena su testiranja sustava koja su već bila na buggy-u, kao naprimjer pogonski sustav te je utvrđen dobar rad sustava.

Prilikom spajanja i kabliranja niskonaponske instalacije došlo je do raznih problema jer je postojeća instalacija bila neispravna i na nekim dijelovima prekinuta. Na taj način je više puta mijenjana niskonaponska instalacija te su joj nadodani dijelovi poput razvodne kutije u kojoj su smještene redne stezaljke uz pomoć kojih možemo pristupiti svakom dijelu mreže. Bitna stavka je također i postavljanje punjača koji je spojen prema CCS standardu AIS-138 te ima mogućnost kontrole punjenja pomoću dva tipkala pokraj punjača.

S radom je priložen i dokument u EPLAN-u u kojem se nalazi detaljna shema svih dijelova sustava vozila kao i njihova međusobna komunikacija.



## 8. LITERATURA

[1] Wikipedia: Buggy (automobile)

[https://en.wikipedia.org/wiki/Buggy\\_\(automobile\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Buggy_(automobile))

[2] Golden Motor Controllers

<https://kohcycle.com/controllers>

[3] LiFePO4 battery

[LiFePO4 battery 3.2V 100Ah / 100Ah lifepo4 cell / lithium iron phosphate \(sunderbattery.com\)](https://www.sunderbattery.com/LiFePO4_battery_3.2V_100Ah_/100Ah_lifepo4_cell/lithium_iron_phosphate)

[4] Motor controllers

<https://www.goldenmotor.com/frame-controllers.htm>

[5] Brushless DC Motors

<https://www.renesas.com/us/en/support/engineer-school/brushless-dc-motor-01-overview>

## 9. POPIS SLIKA

Slika 2.1. E-buggy.....	3
Slika 3.1. Prikaz ugradnje baterija.....	5
Slika 3.2. Modul za kontrolu punjenja.....	8
Slika 3.3. Shema CANBED FD modula.....	9
Slika 3.4. Shema drugog modula.....	10
Slika 3.5. Shema modula za napajanje.....	11
Slika 3.6. Elektromotori buggy-a.....	12
Slika 3.7. Kontroleri buggy-a.....	13
Slika 3.8. Shema prvog dijela pogonskog sustava.....	14
Slika 3.9. Shema drugog dijela pogonskog sustava.....	16
Slika 4.1. Shema spajanja svjetala.....	19
Slika 4.2. Shema spajanja žmigavaca i sirene.....	20
Slika 4.3. Kontrolna ploča u fazi sastavljanja.....	21
Slika 4.4. Shema spajanja brave.....	22
Slika 4.5. Shema brzinomjera i lampica za svijetla i žmigavce.....	23
Slika 4.6. Induktivni davač.....	24
Slika 4.7. Shema prednje razvodne kutije.....	26
Slika 5.1. Shema kontrole punjenja.....	28

## 10. POPIS TABLICA

Tablica 3.1. Specifikacije i karakteristike baterije.....	7
Tablica 3.2. Tehnički parametri i karakteristike kontrolera.....	17