

ŠOLSKI CENTER VELENJE  
ELEKTRO IN RAČUNALNIŠKA ŠOLA VELENJE  
Trg mladosti 3, 3320 Velenje

MLADI RAZISKOVALCI ZA RAZVOJ ŠALEŠKE DOLINE

RAZISKOVALNA NALOGA

KOLO NA ELEKTROPOGON

Tematsko področje: Aplikativni inovacijski predlogi in projekti

Avtorja:  
Frenk Konečnik, 4. ET  
Simon Lavre, 4. ET

Mentor:  
Peter Vrčkovnik, dipl. inž. elektrotehnike

Velenje, 2012

Raziskovalna naloga je bila opravljena na Šolskem centru Velenje.

Mentor: Peter Vrčkovnik, dipl. inž. elektrotehnike

Datum predavitve:

## KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

- ŠD ŠCV-ERŠ, 2011/2012  
KG Kolo na elektropogon / Elektrokolo  
AV KONEČNIK, Frenk / LAVRE, Simon  
KZ 3320 Velenje, SLO, Trg Mladosti 3  
ZA Šolski center Velenje, Elektro in računalniška šola  
LI 2012  
IN KOLO NA ELEKTROPOGON.  
TD RAZISKOVALNA NALOGA  
OP V., 31str., 26 sl.  
IJ SL  
JI sl/en  
AI Ker smo v času, ko je okolje zelo obremenjeno z onesnaževanjem, so kolesa na elektropogon postala zelo popularna. Elektrokolo je seveda prevozno sredstvo, ki ne škoduje okolju. V vsakem primeru pa naju zelo zanima delo z elektromotorji.  
Za raziskovalno nalogo sva si izbrala izdelavo kolesa na elektropogon.  
Ko sva dobila možnost, da bi lahko izdelala elektrokolo, sva bila seveda zelo navdušena, saj naju takšno raziskovanje zelo zanima. Sprva sva načrtovala, da bova kupila kit komplet, ga namestila na kolo in ga preizkušala. Ta načrt sva opustila zaradi finančnih razlogov. Nato sva se odločila, da bova izdelala vse sama. Tega projekta se bova lotila tako, da si bova sprva priskrbeli primerno kolo in ga priredila. Nanj bova namestila motor, krmilnik in baterije, nato pa vse skupaj skušala spraviti v pogon. Za motor bova naredila posebne nosilce, za krmilnik in baterije pa omarico. Na kolesu bova opravila čim več meritev in ugotavljala, kako bi porabila čim manj energije in povečala doseg vožnje. V raziskovalni nalogi je veliko slikovnega gradiva in električnih shem. Najin cilj je uspešno sestaviti kolo, ki bo s čim manj energije prevozilo čim več kilometrov oz. skušalo povečati izkoristek le-te. Želiva si, da bi bilo nekoč čim več podobnih vozil na elektropogon, saj bi bilo tako tudi naše okolje veliko čistejše.

## KEY WORD DOCUMENTATION

ND ŠCV-ERŠ, 2011/2012  
CX Kolo na elektropogon / Elektrokolo  
AU KONEČNIK, Frenk / LAVRE, Simon  
PP 3320 Velenje, SLO, Trg Mladosti 3  
PB Šolski center Velenje, Elektro in računalniška šola  
PY 2012  
TI KOLO NA ELEKTROPOGON.  
DT RAZISKOVALNA NALOGA  
NO V., 31p., 26 im.  
LA sl  
AL sl/en  
AB Since we are in a time when the environment is affected by pollution, electric wheels are very popular. Electric wheels, as a mean of transport do not harm the environment. We are very interested in working with electric motors. What we did was we opted for a research paper on the construction of the electric wheel.  
When we got the opportunity to be able to produce electric wheel, we were naturally very excited, because we are very interested in such a research. Initially we planned to make such a bike, so we bought a kit to be installed on a bike and tested it. But we have abandoned this plan because of financial reasons. Then we decided that we would make everything ourselves.  
This project, we tackled so that we will initially provide adequate bicycle and hosted it. We will install a motor, a controller and a battery, and then try to put everything in motion. For the motor we do specific promoters, the controller and the battery box. On the bike we made as many measurements and looked at how to spend as little energy and increase the driving range.  
In our research project is a lot of images and electrical schemes.  
Our goal is to successfully draw a wheel that will minimize energy, travel as many miles as possible and seek to improve the efficiency of it. Our desire is to be used as a number of similar vehicles to electric drive and this would be a lot to make our environment cleaner.

## KAZALO VSEBINE

|                                                      |     |
|------------------------------------------------------|-----|
| KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA .....            | III |
| KEY WORD DOCUMENTATION .....                         | IV  |
| KAZALO VSEBINE.....                                  | V   |
| KAZALO SLIK .....                                    | VI  |
| 1. UVOD .....                                        | 1   |
| 1.1 Priprave za raziskovalno nalogo .....            | 2   |
| 1.2 Opis delovanja enosmernega motorja .....         | 3   |
| 2. BLOKOVNA SHEMA.....                               | 5   |
| 3. KRMILNIK.....                                     | 5   |
| 4. PREIZKUŠANJE POSKUSNEGA MOTORJA .....             | 6   |
| 5. ZASNOVA ELEKTRO KOLESA .....                      | 7   |
| 6. IZBIRA ELEKTRO MOTORJA .....                      | 8   |
| 7. PREIZKUŠANJE PREKO MOČNOSTNEGA TRANZISTORJA ..... | 8   |
| 8. MEHANSKA ZASNOVA.....                             | 9   |
| 7.1 Nosilec za pritrditev prtljažnika.....           | 9   |
| 7.2 Prtljažnik za elektromotor.....                  | 9   |
| 7.3 Nosilne palice .....                             | 10  |
| 7.4 Pogonski zobnik .....                            | 10  |
| 7.5 Nosilec motorja .....                            | 11  |
| 7.6 Omarica .....                                    | 12  |
| 8. KONTROLNA PLOŠČA .....                            | 13  |
| 9. SPREMINJANJE HITROSTI KOLESA .....                | 13  |
| 10. NAČRT IN VEZJE ZA ELEKTRO KOLO.....              | 14  |
| 11. POVEZAVA ELEMENTOV .....                         | 15  |
| 12. BATERIJE .....                                   | 15  |
| 13. TRANZISTOR .....                                 | 16  |
| 14. KONČNI IZDELEK.....                              | 17  |
| 15. IZRAČUN STROŠKOV IZDELAVE .....                  | 17  |
| 16. ZAKLJUČEK.....                                   | 18  |
| 17. ZAHVALA.....                                     | 19  |
| 18. VIRI IN LITERATURA.....                          | 19  |
| 19. PRILOGE .....                                    | 20  |
| 19.1 Vezje .....                                     | 20  |
| 19.2 Načrt za omarico .....                          | 20  |
| 19.3 Program .....                                   | 22  |

## KAZALO SLIK

|                                                    |    |
|----------------------------------------------------|----|
| Slika 1: Komplet za elektrokolo .....              | 2  |
| Slika 2: Primerno kolo.....                        | 2  |
| Slika 3: Prikaz elektromotorja s ščetkami .....    | 3  |
| Slika 4: Prikaz delovanja motorja .....            | 3  |
| Slika 5: Krmilnik .....                            | 5  |
| Slika 6: Motorno stikalo L293 .....                | 6  |
| Slika 7: PWM (pulznoširinska modulacija) .....     | 6  |
| Slika 8: Primer elektrokolesa .....                | 7  |
| Slika 9: Primer elektromotorja .....               | 8  |
| Slika 10: Vezje s tranzistorjem.....               | 8  |
| Slika 11: Močnostni tranzistor .....               | 8  |
| Slika 12: Nosilec za pritrnitev prtljažnika.....   | 9  |
| Slika 13: Prtljažnik za motor .....                | 9  |
| Slika 14: Nosilne palice.....                      | 10 |
| Slika 15: Zobnik .....                             | 10 |
| Slika 16: Približna končna podoba.....             | 11 |
| Slika 17: Nosilec, pritrjen na motor .....         | 11 |
| Slika 18: Nosilec za motor .....                   | 12 |
| Slika 19: Omarica za elektroniko in baterije ..... | 12 |
| Slika 20: Kontrolna plošča .....                   | 13 |
| Slika 21: Pritrjen potenciometer .....             | 13 |
| Slika 22: Vezje z elementi.....                    | 14 |
| Slika 23: Načrt vezja .....                        | 14 |
| Slika 24: Povezava elementov.....                  | 15 |
| Slika 25: Baterija.....                            | 15 |
| Slika 26: Tranzistor .....                         | 16 |
| Slika 27: Končna podoba kolesa .....               | 17 |

## 1. UVOD

Zaradi vse večjega onesnaževanja ozračja in pomanjkanja goriva bodo vozila na alternativni način pogona vse bolj aktualna. Alternativni viri oziroma naprave bi prispevale k zmanjšanju škodljivih snovi v zraku. Danes jih že lahko srečamo oziroma so takšna vozila še v razvoju, in sicer z naslednjimi alternativnimi viri energije: zemeljski plin, alkohol (metanol, etanol), biodizelsko gorivo ali bioplín in električna energija. Trenutno je še najbolj razvit hibridni pogon, kombinacija motorja z notranjim izgorevanjem in električnim pogonom.

Cilj najine raziskovalne naloge je bil: uspešno izdelati kolo na elektropogon in ob tem raziskati, kako bi lahko kolesu povečala doseg vožnje oz. njegovo učinkovitost; ali je možno v celoti izdelati kolo doma s komponentami, ki bi jih večino izdelala sama in z znanjem, ki sva ga pridobila ob najinemu izobraževanju. Zanimalo naju je tudi, ali se to finančno izplača ali pa je morda bolje kolo kar kupiti.

## HIPOTEZE

1. Izdelati kolo, ki bo cenejše in bo imelo enake ali boljše lastnosti kot kupljen komplet.
2. Večino komponent za kolo si lahko izdelamo sami.
3. Izdelati kolo, ki bo imelo več funkcij (prikazovanje stanja baterij, razsvetljava, itd.).
4. Izdelati kolo, ki bo prevozilo vsaj 20 kilometrov z enim polnjenjem.

## 1.1 Priprave za raziskovalno nalogo

Ko sva pričela iskati po spletu informacije o kit kompletu, ki bi naj bil najbolj učinkovit, je bil najcenejši s ceno za 350 EUR, vendar ni vseboval baterij. Baterije, ki so primerne za najino kolo, stanejo od 300 do 600 EUR. Ker je najina naloga ugotoviti, kakšni so izkoristki, sva se odločila, da bova kupila najcenejši komplet in ga skušala izboljšati. Prebrskala sva veliko strani in našla nekaj poceni kit kompletov. Seveda moramo poleg kompleta imeti tudi kolo, na katerega ga namestimo. Razmišljala sva, da bi uporabila zelo preprosto kolo.

Primer za najcenejši kit, ki je najbolj primeren za to nalogo:



Slika 1: Komplet za elektrokolo



Slika 2: Primerno kolo

S kitom, ki ga namestimo na kolo, lahko dosežemo hitrosti do 38 km/h. V tem kit kompletu dobimo celotno kolo s pnevmatiko. Kit komplet še vsebuje ročko za hitrost, krmilnik za motor, polnilec za baterije, vendar ne vsebuje baterije. Motor je tih in zanesljiv, narejen za 24V, moči 350 W in dosega 1700 vrtljajev na minuto.

CENA kompleta je 350 EUR, brez poštnine.



## 1.2 Opis delovanja enosmernega motorja

Delovanje enosmernega motorja bova opisala zato, ker sva si za najino elektrokolo izbrala enosmerni krtačni motor.

Enosmerni motorji s ščetkami ali enosmerni motorji z mehansko komutacijo so še vedno najpogosteje uporabljeni motorji v pogonih s spremenljivo hitrostjo.

Mehanski komutator dejansko predstavlja preprost razsmernik (DC-AC pretvornik), ki omogoča izmenične tokove v rotorju, medtem ko je tok pretvornika enosmeren.

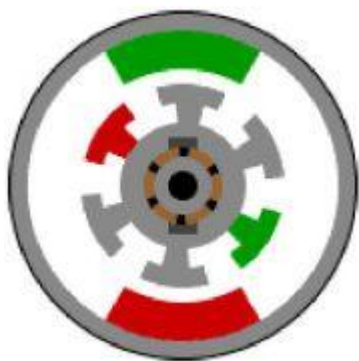
V standardnih izvedbah je stator mirujoč zunanji del motorja, rotor pa je notranji del, ki se vrti.

Rdeča barva predstavlja severni, zelena pa južni magnetni pol navitja. Kot je znano, se nasprotna pola privlačita, enaka pa odbijata. Stator je sestavljen iz dveh ali več polov magnetov, ki je lahko elektromagnet. V splošnem je vzbujanje pogosteje izvedeno z elektromagneti, ki jih predstavljajo navitja v statorju.

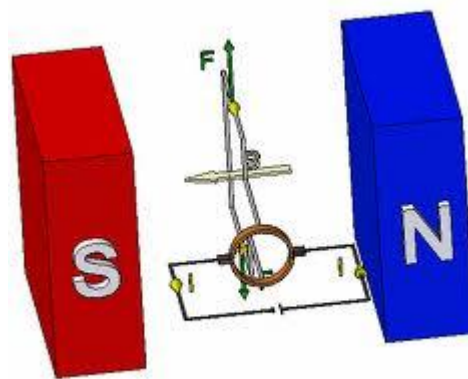
Obstajajo različne izvedbe vzbujanja:

- Tuje vzbujanje - vzbujalno navitje je neposredno priključeno na zunanji vir napetosti in je neodvisno od dogajanja v motorju.
- Vzporedno (paralelno) vzbujanje - vzbujalno navitje je vezano paralelno k rotorskemu tokokrogu.
- Zaporedno (serijsko) vzbujanje - vzbujalno navitje je vezano zaporedno z rotorskim tokokrogom.
- Sestavljeno (kompandno) vzbujanje - kombinacija serijskega in paralelnega vzbujanja glede na rotorski tokokrog.

Rotor predstavljajo navitja, ki so priključena na mehanski komutator. Nasprotna pola se privlačita in rotor se vrti, dokler se ne poravnata. Ravno v tem položaju pa se ščetke pomaknejo na naslednji kontakt kolektorja in tok steče skozi navitja naslednjega pola rotorja. Na sliki so kontakti komutatorja rjavi, ščetke pa so temnosive barve.



Slika 3: Prikaz elektromotorja s ščetkami



Slika 4: Prikaz delovanja motorja

Dobre lastnosti enosmernega motorja s ščetkami so predvsem:

- enostavno vodenje,
- možno je vzporedno delovanje več pogonov in
- enostavno vezje za vodenje.

Slabe lastnosti pa:

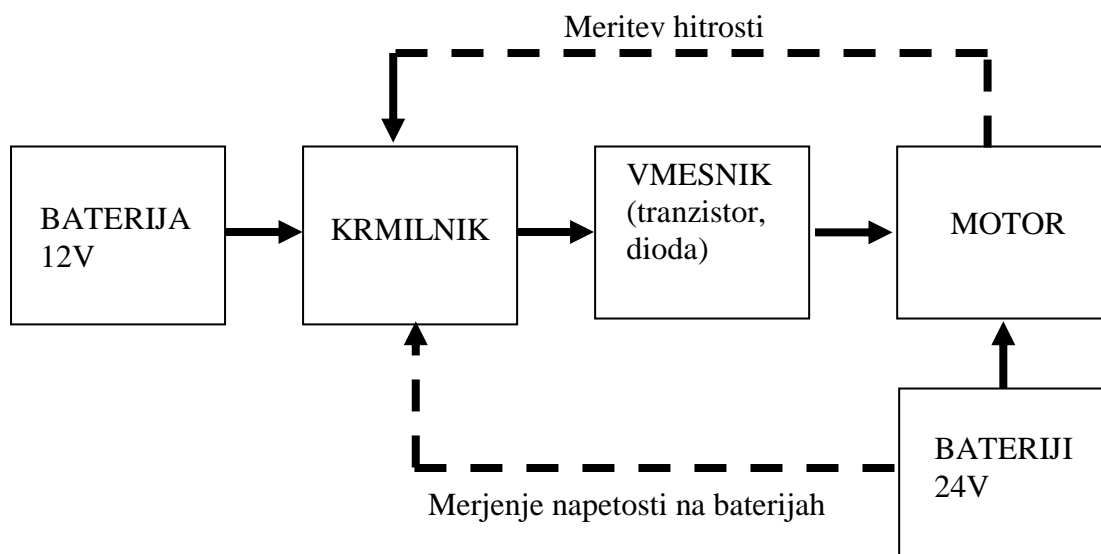
- uporaba ščetk za komutacijo (umazanija in obraba),
- težki in dragi materiali (komutator in magnetni materiali),
- nizke hitrosti,
- slab izkoristek in
- tudi pri izklopljenem pretvorniku lahko blokirajo (kratek stik).

Enosmerni motor z mehansko komutacijo je uporabljen v mnogih industrijskih aplikacijah, ki zahtevajo spremenljive hitrosti. Kjer je potrebno hitro zaustavljanje, lahko zmanjša velikost potrebne mehanske zavore ali jo celo odpravi. Njegovo hitrost je mogoče gladko voditi do vrednosti nič, čemur lahko takoj sledi pospeševanje v nasprotno smer. Časovne konstante gibanja so sorazmerno majhne, tako da se motor lahko zelo hitro odziva na spremembe regulacijskega signala. Hitrost vrtenja motorja je omejena z mehanskim komutatorjem, ki ga omejujejo ščetke. Težave se pojavijo tudi zaradi potrebe po vzdrževanju in elektromagnetnih motenj, ki jih povzročajo prehodi ščetk med lamelami komutatorja. Sorazmerno slab je tudi izkoristek.

Tipični primeri uporabe so:

- avtomatizacija v tovarnah,
- robotika,
- orodni stroji,
- pisarniška oprema,
- avtomobilska industrija,
- gospodinjski aparati in
- ročna orodja.

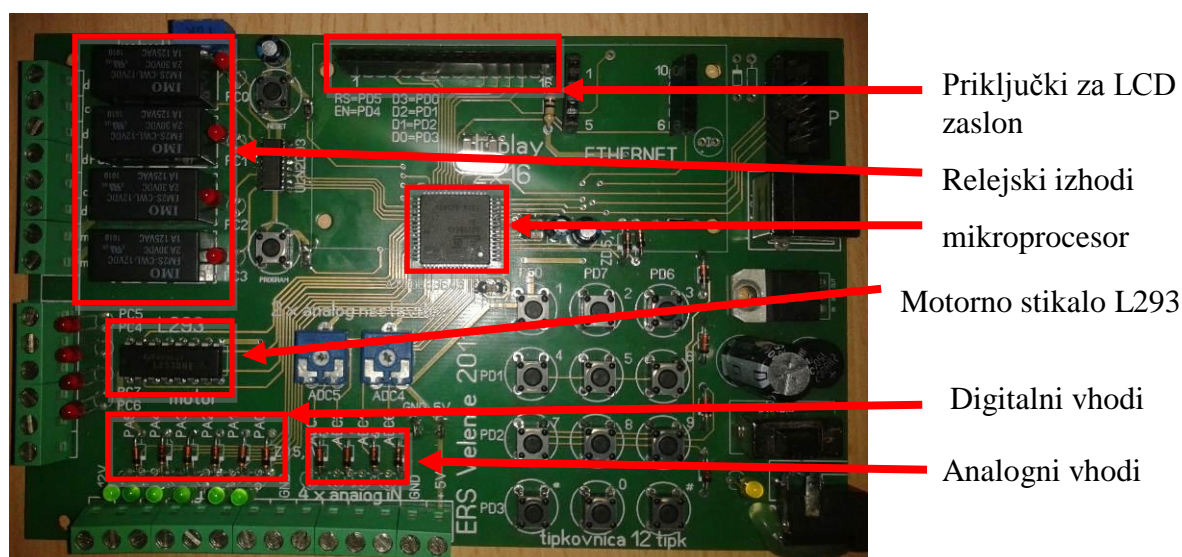
## 2. BLOKOVNA SHEMA



Preko 12 V baterije napajamo krmilnik, ta pa krmili motor. Preko krmilnika izvemo, kakšna je napetost na baterijah s pomočjo delilnika napetosti. Bateriji 24 V napajata motor oziroma močnostni del tokokroga.

## 3. KRMILNIK

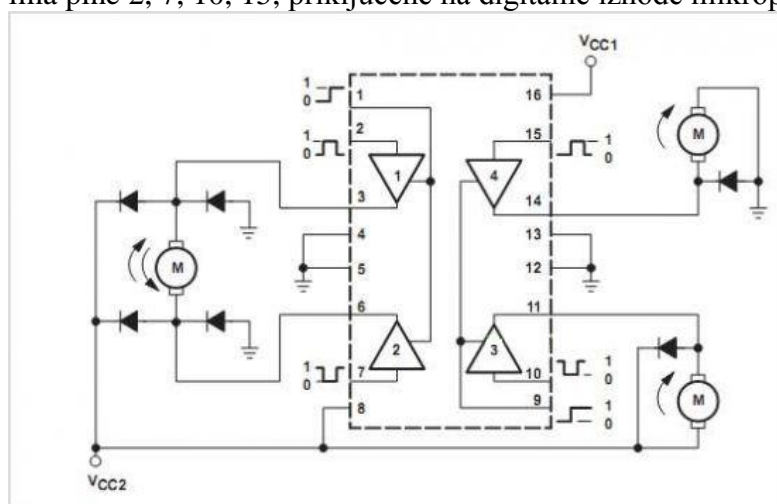
V raziskovalni nalogi, sva se odločila, da bova kolo krmilila s krmilnikom, ki smo ga naredili v šoli pri predmetu avtomatika. S tem krmilnikom sva napisala program za spreminjanje hitrosti motorja. Za krmiljenje motorja sva uporabila motorno stikalo. Ta izhod lahko vklaplja in izklaplja z zelo veliko frekvenco. Prav tako sva napisala program za prikazovanje napetosti baterij na LCD-zaslону, ko je motor izključen; napolnjenost baterij prikazujejo LED-diode. LED-diode vključujeva z relejskimi izhodi.



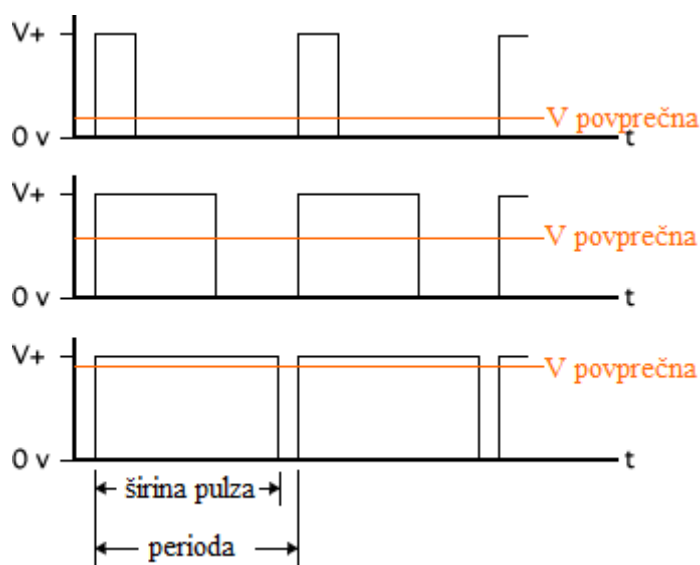
Slika 5: Krmilnik

## 4. PREIZKUŠANJE POSKUSNEGA MOTORJA

V raziskovalni nalogi je bil najin prvi preizkus, ki sva ga dobila, priključitev enosmernega motorja na enosmerno napetost, velikosti 5 V. Sprva sva le mehansko spreminjala smer vrtenja in število vrtljajev. Nato sva motor priključila na krmilnik, ki ima analogne in digitalne izhode. Napisala sva program, ki vklaplja in izklaplja motor. Potem sva nadaljevala s programom in ga napisala tako, da se je dala hitrost vklapljanja in izklapljanja spreminjati s potenciometrom. Program je deloval na principu PWM-ja (Pulse-width modulation). Ta program deluje tako, da določimo veliko frekvenco in nato določamo čas vklopa in izklopa (Slika 3); s tem spreminjamo povprečno napetost. Na krmilniku sva skušala s tranzistorskim izходом spreminjati napetost. Motorno stikalo ima pine 2, 7, 10, 15, priključene na digitalne izhode mikroprocesorja.



Slika 6: Motorno stikalo L293



Slika 7: PWM (pulznoširinska modulacija)

## 5. ZASNOVA ELEKTRO KOLESA



**Slika 8: Primer elektrokolesa**

Najprej sva iskala ideje, kako bi motor povezala z zobnikom; odločila sva se, da bova to naredila, kot je prikazano na sliki 3, ker je to najenostavnejša izvedba.

Zasnovo električnega kolesa sva si zamislila tako, da bi vzela staro kolo in nanj namestila zadnji del kolesa, kot prikazuje slika elektromotorja.

Na kolesu, ki ima prestave, bi na strani, kjer ni zobnikov, pritrčila zobnik, ki se v eno smer prosto vrti in v drugo blokira. Na motor bi pritrčila manjši zobnik in vse skupaj povezala z verigo. Takšno prestavno razmerje zobnikov mora biti zato, da bo imel motor dovolj obratov in s tem posledično dovolj navora.

Za akumulatorje in krmilnik pa bi izdelala posebno omarico, ki bi jo pritrčila na ogrodje kolesa.

## 6. IZBIRA ELEKTROMOTORJA

Pri najini nalogi sva se odločila, za enosmerni kolektorski motor, narejen za 24 V enosmerne napetosti in moči 350 W. Nazivni tok motorja je 19 A. najin motor je vzbujen s trajnimi magneti. Za takšen motor sva se odločila zaradi cene in enostavnejše regulacije motorja. Če bi izbrala motor večje moči, bi se pri pospeševanju baterije prehitro izpraznile zaradi velikih tokov.

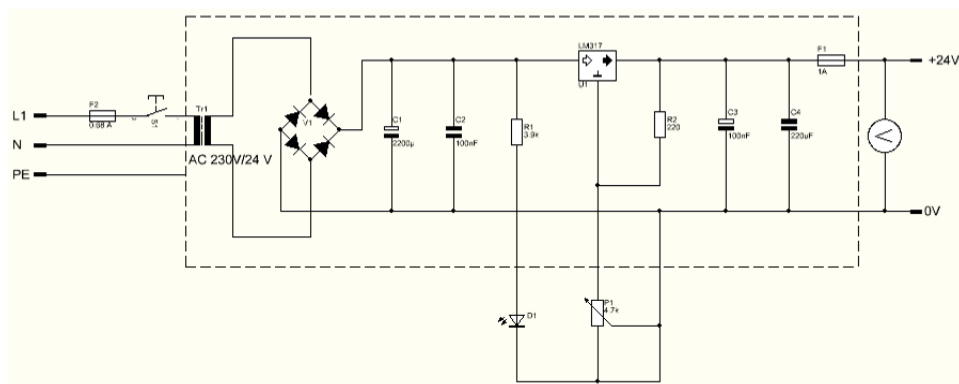
Za brezkrtačni motor se nisva odločila, čeprav ima le-ta večji izkoristek, a potrebuje za delovanje več faz; zaradi tega je regulator zanj zelo težko izdelati.



Slika 9: Primer elektromotorja

## 7. PREIZKUŠANJE PREKOMOČNOSTNEGA TRANZISTORJA

Motor sva poskušala krmiliti z močnostnim tranzistorjem. Uporabila sva vezje iz usmernika, ki je bil namenjeno temu, da ga priključimo na napetost 230 V 50 Hz; na izhodu dobimo napetost od 0 do 26 V in s tem bi spreminjala vrtljaje motorju manjših moči. V tem primeru bova uporabila enako vezje, toda tranzistor bova zamenjala z močnejšim tranzistorjem za večje tokove. Tranzistor, oznake LM317T, bova zamenjala za 2N3055.



Slika 10: Vezje s tranzistorjem



Slika 11: Močnostni tranzistor

## 8. MEHANSKA ZASNOVA

### 7.1 Nosilec za pritrnitev prtljažnika

Najprej sva se odločila, da bova izdelala nosilec za elektromotor. Na zadnji del kolesa sva privijačila ploščico, na katero sva privarila tečaja, ki bosta služila napenjanju verige. Nosilec sva s tremi vijaki pritrnila na ogrodje kolesa.



Slika 12: Nosilec za pritrnitev prtljažnika

### 7.2 Prtljažnik za elektromotor

Iz kovinskih palic sva izdelala prtljažnik za motor. Nanj bova pritrnila posebne kovinske trakove ter v njih izvrtala luknje za pritrnitev motorja.



Slika 13: Prtljažnik za motor

### 7.3 Nosilne palice

Zatem sva izdelala nosilne palice, ki sva jih privijačila na okvir kolesa in na okvir motorja. Te palice sva izdelala tako, da se lahko nastavlja višina motorja, in sicer tako, da so na koncu palic privarjeni navoji, s tem pa nastavljava napetost verige.



Slika 14: Nosilne palice

### 7.4 Pogonski zobnik

Najprej sva morala kupiti manjši zobnik, ki ima kroglične ležaje, da v eno smer vrtenje blokira, v drugo stran pa se vrti. Ker je bil zobnik premajhnega premera, sva ga morala postružiti, da se je prilegal na kolo. Nato sva ga namestila na pravo pozicijo in ga privarila na kolo. Nazadnje sva nanj privijačila večji zobnik, ki služi za pravilno razmerje med zobniki, da ima motor dovolj navora.



Slika 15: Zobnik



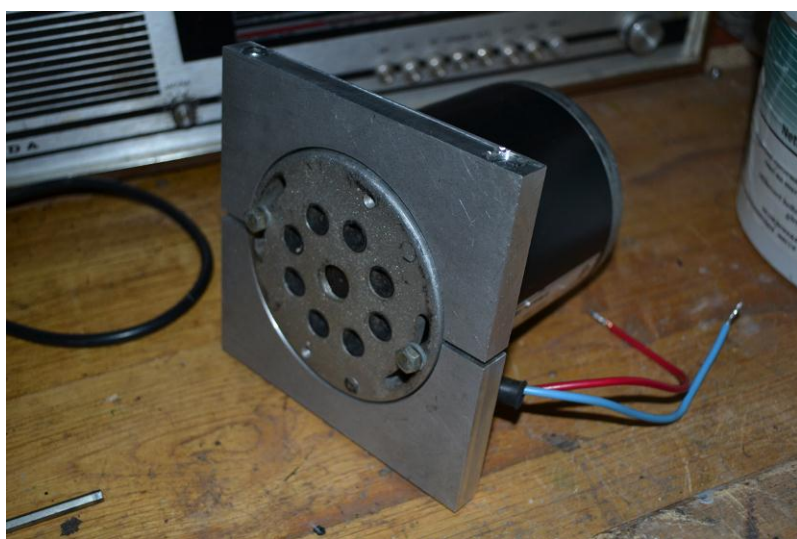
V osnovi bo videti mehanski del kolesa tako, kot je na sliki, samo da je potrebno izdelati še nosilec za motor oz. posebne objemke, s čimer bova lahko vse skupaj pritrdila na prtljažnik. Ko bova imela nosilec, bova oba zobnika povezala z verigo.



**Slika 16:** Približna končna podoba

### 7.5 Nosilec motorja

Iz aluminija sva izdelala posebne nosilce za motor, s katerimi bova lahko motor pritrdila na prtljažnik. Izrezane luknje so premera 11 cm, luknje za pritrdilne vijake pa so premera 6 mm.



**Slika 17:** Nosilec, pritrjen na motor



**Slika 18: Nosilec za motor**

## 7.6 Omarica

Za baterije in krmilje sva izdelala omarico iz prokroma, ki sva jo pritrdila na okvir kolesa. Nato sva izvrtala vse potrebne luknje za pritrditev ekrana, LED-diod, stikal, vezja in puš. Izdelala sva tudi posebne predalčke za akumulatorje.

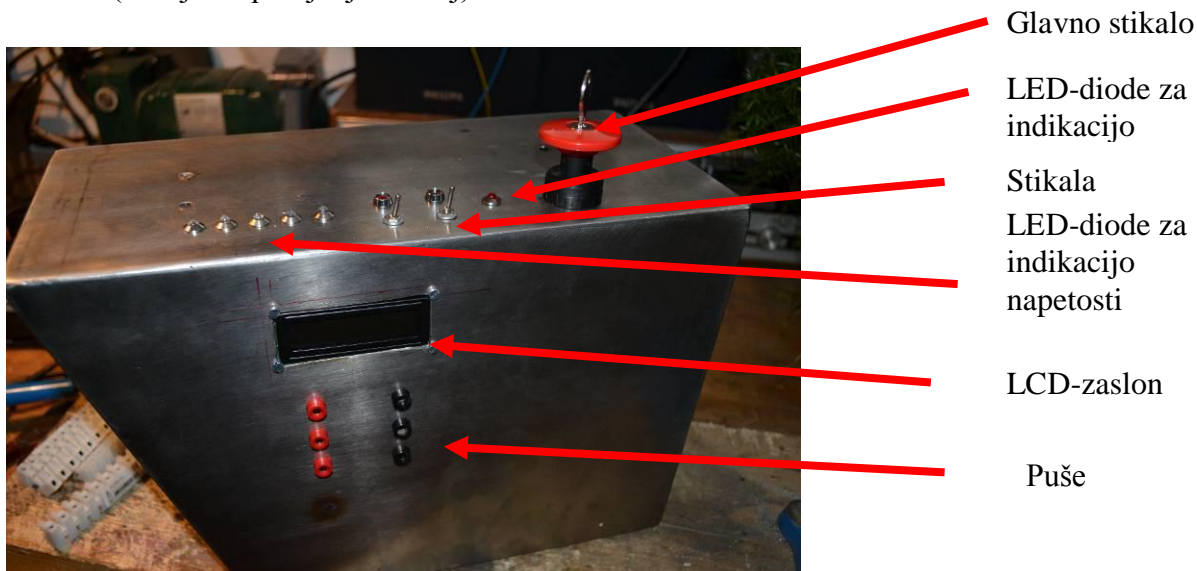


**Slika 19: Omarica za elektroniko in baterije**

## 8. KONTROLNA PLOŠČA

Na najino kontrolno ploščo sva dodala več elementov. Z glavnim stikalom ugasnemo motor. S stikalom 1 prižgemo krmilnik, stikalo 2 pa je namenjeno za razsvetljavo.

- GLAVNO STIKALO (služi zasilnemu izklopu motorja)
- LED-diode za indikacijo (signalizirajo, kdaj so motor, krmilnik in razsvetljava vključeni)
- LED-diode za indikacijo napetosti na baterijah (prikazujejo napolnjenost baterij)
- LCD-zaslon (prikazuje točno napetost na baterijah)
- PUŠE (služijo za polnjenje baterij)



Slika 20: Kontrolna plošča

## 9. SPREMINJANJE HITROSTI KOLESA

Odločila sva se, da bova motorju spreminjala obrate in s tem hitrost na najpreprostejši način, torej kar s potenciometrom. Izdelala sva posebno držalo zanj in ga pritrdila na krmilo kolesa.

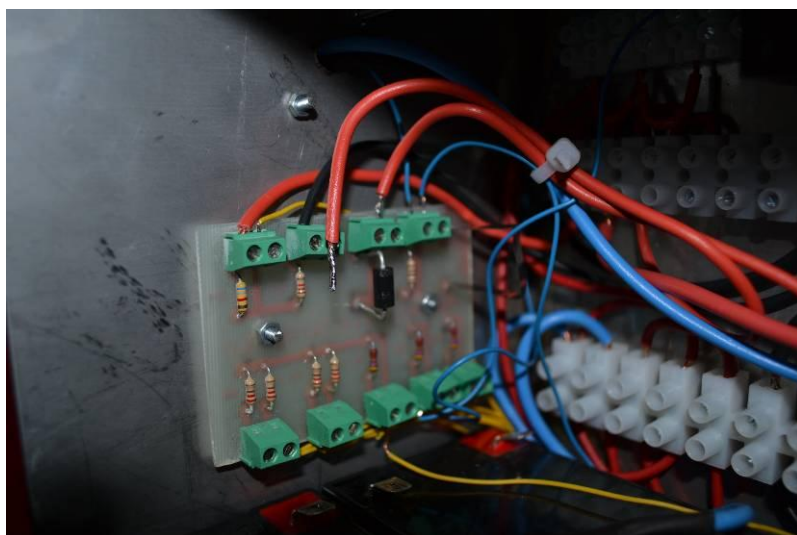


Slika 21: Pritrjen potenciometer

## 10. NAČRT IN VEZJE ZA ELEKTRO KOLO

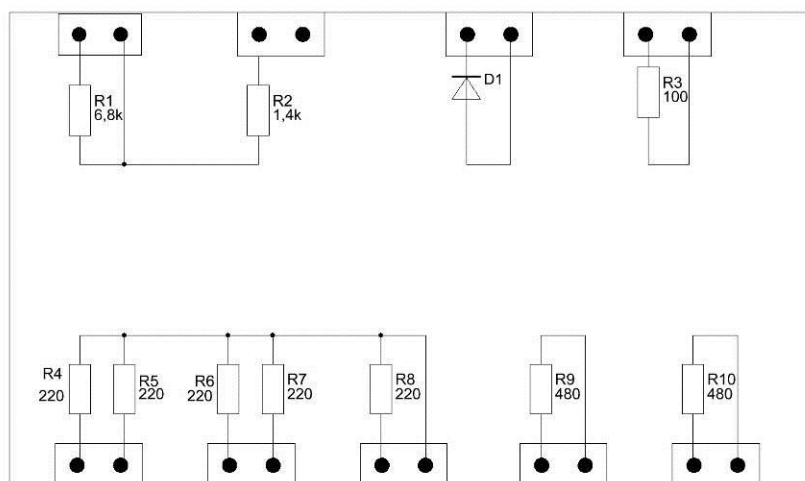
Ker sva morala dodati veliko malih elektronskih elementov, kot so diode in upori, sva se zaradi preglednosti in urejenosti odločila, da bova izdelala vezje.

Sprva sva v programu *sprint LAYout* narisala tiskano vezje; nato sva ga v jedkalnici zjedkala in izvrtala luknje. Ko je bilo vse to končano, pa sva na ploščico prispajkala elemente. Na najini ploščici so upori, ki služijo za zmanjšanje napetosti na LED-diodah. Imava tudi 2 upora za delilnik napetosti in diodo, ki je namenjena varovanju tranzistorja pred povratno napetostjo, ki jo lahko tranzistor dobi v primeru, da se motor še vedno vrti, napajanje pa je izključeno.



Slika 22: Vezje z elementi

Načrt vezja:

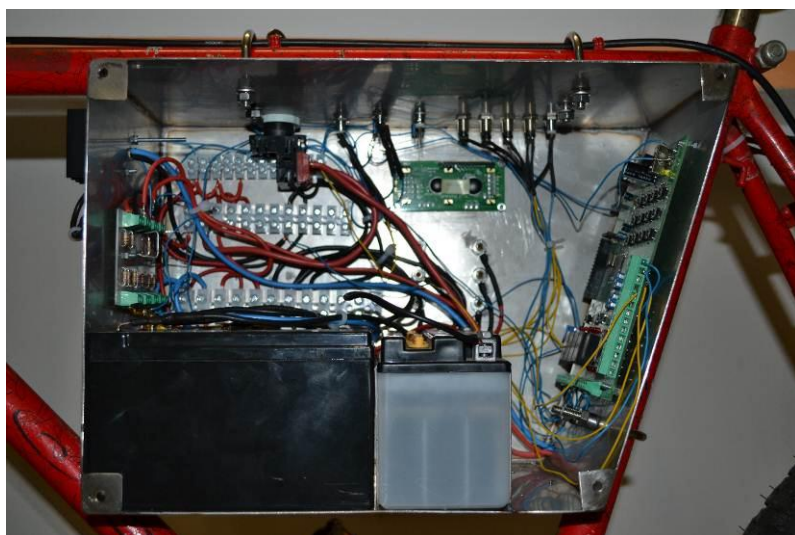


Slika 23: Načrt vezja

## 11. POVEZAVA ELEMENTOV

Najprej sva naredila poseben tokokrog, pri katerem sva žice povezala s prvo sponko, ki vodi do puš, ki služijo za polnjenje baterij. Nato sva prvo sponko povezala z drugo, ki služi za napajanje močnostnega dela, na kateri je 24 V. Prvo sponko sva povezala tudi s sponko za napajanje krmilnika in razsvetljave, ki za delovanje potrebujeta 12 V.

LED-diode, ki služijo kot indikator za napolnjenost baterij, sva povezala z izhodi na krmilniku. Seveda pa sva morala povezati tudi motor in tranzistor ter zaslon s ploščatim kablom.



Slika 24: Povezava elementov

## 12. BATERIJE

Izbrala sva svinčene baterije, ki se uporabljajo za podobne namene, kot je najino elektrokolo. So kapacitete 9 Ah, vzporedno bova vezala dve 12 V bateriji in tako dobila napetost 24 V za napajanje najinega motorja.

Izpraznijo se lahko do 11,8 V, maksimalno polne pa so pri 15 V.

Velikost baterije je primerna za najino ohišje, torej : 7,5 x 11 x 5,5 cm.



Slika 25: Baterija

### 13. TRANZISTOR

Tranzistor je polprevodniški elektronski element s tremi priključki, ki ga uporabljamo za ojačenje, preklapljanje, uravnavanje napetosti, modulacijo signalov in v številne druge namene. Je eden ključnih gradnikov sodobne elektronike in uporabljen v praktično vsaki elektronski napravi. Skoraj popolnoma je nadomestil velike energetske potratne elektronke, v preteklosti uporabljene za te namene.

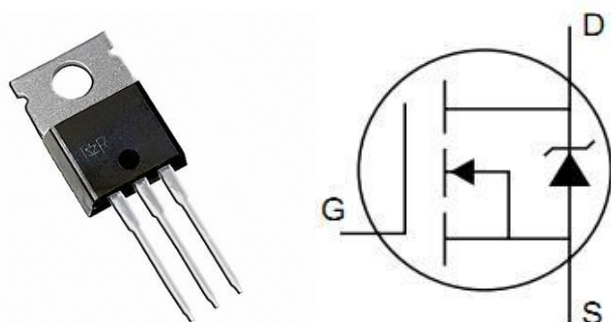
Tranzistor deluje kot nastavljiv ventil, ki na osnovi vrednosti baznega toka (pri bipolarnem tranzistorju) ali napetostjo med vrati in ponorom (pri tranzistorju na poljski pojav) določa tok skozi tranzistor. Omogoča nam, da z majhnimi tokovi (oziroma napetostmi) na bazi uravnavamo veliko večji tok, ki teče med drugima dvema priključkoma.

Tranzistor so izumili John Bardeen, Walter Houser Brattain in William Bradford Shockley decembra, leta 1947 v Bellovih laboratorijih.

Poznamo več vrst tranzistorjev, kot so bipolarni, unipolarni (tranzistor na poljski pojav), spojni tranzistor na poljski pojav (JFET), kovinsko-oksadni tranzistor na poljski pojav (MOSFET).

MOSFET tranzistor je bil zasnovan v tako imenovani bipolarni tehniki. Zanj je značilna velika hitrost preklapov, kar je bil ključni argument za vgradnjo v logična vezja. Slabost je večja poraba električnega toka za delovanje, tudi zgolj za vzdrževanje logičnega stanja. Sledile so izboljšane družine logičnih vezij z bipolarnimi tranzistorji. Pomemben kvalitativni skok pa pomeni razvoj na področju unipolarnih tranzistorjev. Princip delovanja teh tranzistorjev je drugačen: z ustvarjanjem električnega polja spreminjamo prevodnost njegovega "glavnega" kanala (oznaka FET - iz angl. Field Effect Transistor, pomeni tranzistor z učinkom polja, oznaka MOS pa je iz angl. Metal Oxide Semiconductor in je oznaka za tanko plast kovinskega oksida v takšnem tranzistorju).

V najini raziskovalni nalogi sva uporabila tranzistor MOSFET IRF3710.



Slika 26: Tranzistor

## 14. KONČNI IZDELEK



Kontrola hitrosti

Elektromotor

Kontrolna plošča

Omarica

Slika 27: Končna podoba kolesa

## 15. IZRAČUN STROŠKOV IZDELAVE

Električni del:

- elektromotor :100 EUR
- krmilnik: 50 EUR
- baterije: 80 EUR
- droben elektromaterial: 40 EUR

Mehanski del:

- omarica: 20 EUR
- pogonska veriga: 60 EUR
- kolo: 50 EUR
- nosilci motorja: 20 EUR

Skupaj: 420 EUR

Delo:

Za izdelavo elektro- in mehanskega dela sva potrebovala 60 ur.

## 16. ZAKLJUČEK

Skozi raziskovalno nalogo sva spoznala, da je električna energija energija prihodnosti in zato se izplača izdelati dobro vozilo, ki ga bomo lahko uporabljali v vsakdanjem življenju.

Prvo hipotezo (Izdelati kolo, ki bo cenejše in bo imelo enake ali boljše lastnosti kot kupljen kit komplet.) sva ovrгла, ker so najini stroški izdelave presegali 350 EUR, torej nama ni uspelo izdelati cenejšega kolesa od kupljenega. Stroški so bili tako visoki, ker sva morala veliko posameznih komponent kupiti. Pri kupljenem kit kompletu je cena nižja zaradi masovne proizvodnje.

Drugo hipotezo (Večina komponent za kolo si lahko izdelamo sami.) potrjujeva, saj sva vse dele izdelala sama, razen baterij, kolesa in motorja.

Tretjo hipotezo (Izdelati kolo, ki bo imelo več funkcij, kot so prikazovanje stanja baterij, razsvetljava, itd.) potrjujeva, saj nama je uspelo izdelati kolo, ki ima več funkcij. Na tem kolesu lahko prikazujemo stanje baterij na LCD-zaslonu, prav tako ga prikazujemo s petimi LED-diodami. Krmilnik s svojimi funkcijami in svojimi prostimi vhodno-izhodnimi točkami omogoča razširitev programa. K programu bi še lahko dodala polnjenje baterij pri vožnji navzdol, krmiljenje razsvetljave in hupe.

Četrte hipoteze (Izdelati kolo, ki bo prevozilo vsaj 20 kilometrov z enim polnjenjem.) trenutno ne moreva potrditi in ne ovreči, kajti nisva še dobila vseh delov, peljala sva se lahko le nekaj metrov. Do predstavitve najine raziskovalne naloge vam bova potrdila, ali sva se lahko peljala 20 kilometrov z enim polnjenjem.

V raziskovalno nalogo sva vložila zelo veliko dela in časa, še posebej za izdelavo mehanskih delov, pri katerih je bila potrebna strojna obdelava.

Stroški izdelave so bili 420 EUR, po najinem mnenju pa bi zelo težko še kje privarčevala. Kupljena kolesa so seveda cenejša zaradi masovne proizvodnje.

Zelo velik problem nama je predstavljal električni del oz. močnostni tokokrog. Skozi celotno preizkušanje nama je velike težave povzročal tranzistor, ker je skozi njega tekkel prevelik tok in se je pokvaril. Sedaj pa sva ugotovila, da sploh ni bil problem v tranzistorju, ampak v diodi, ker nisva imela ustrezne. Posledično se je zaradi diode kvaril tranzistor.

Navsezadnje sva z rezultatom najine raziskovalne naloge zelo zadovoljna, ker sva se veliko naučila oz. nadgradila najino znanje iz elektronike in strojev, kar nama bo zelo koristilo za nadaljnje šolanje.



## **17. ZAHVALA**

Zahvaljujeva se mentorju gospodu Petru Vrčkovniku za pomoč in usmerjanje pri izdelavi raziskovalne naloge, gospe Simoni Diklič za lektoriranje raziskovalne naloge, ter gospodu Marijanu Mlinareviću za material.

Posebna zahvala gre tudi starim staršem, ker so nama pomagali pri konstrukciji kolesa in seveda staršem, brez katerih si ne bi mogla privoščiti izdelave elektrokolesa.

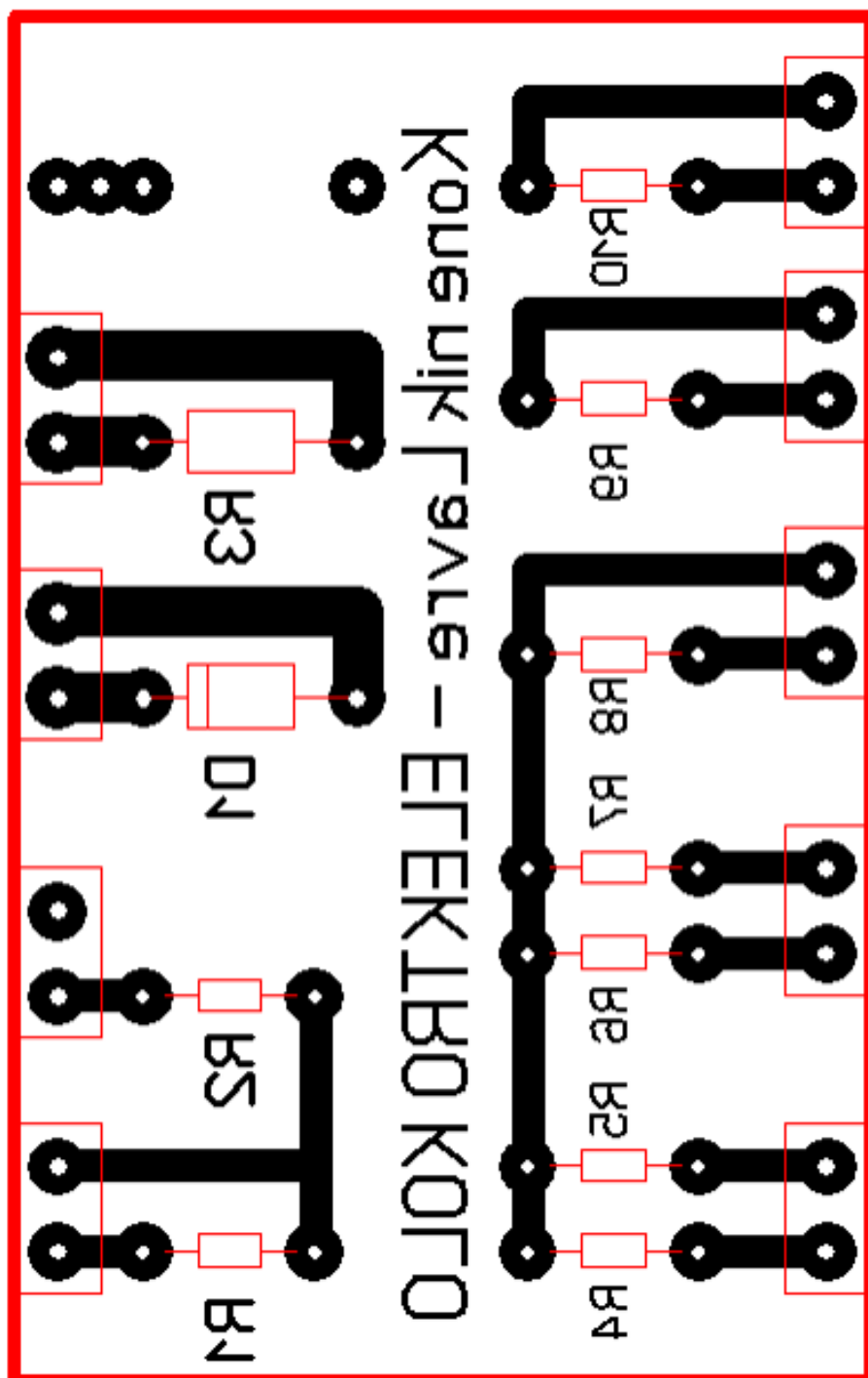
## **18. VIRI IN LITERATURA**

<http://www.elektricnakolesa.si>

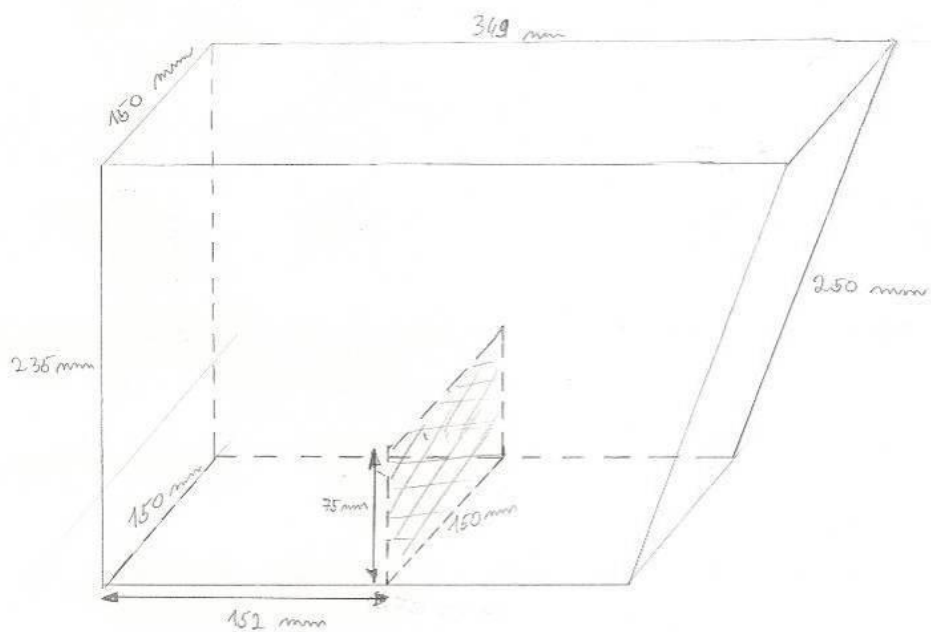
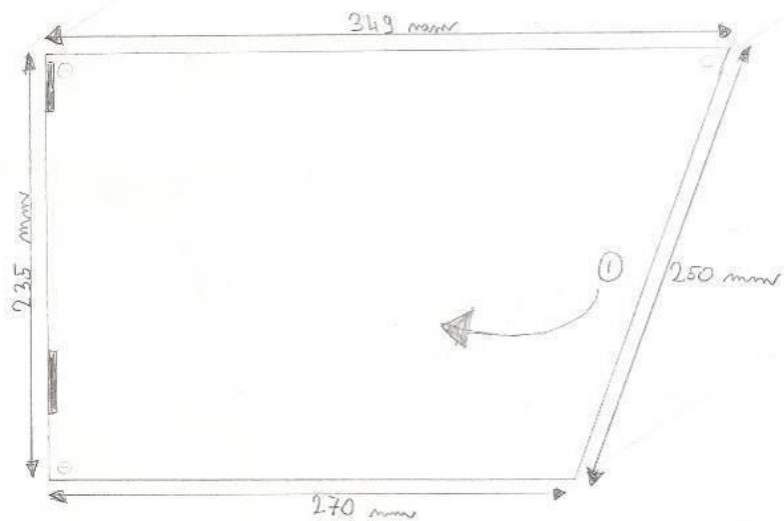
<http://www.eavto.si/index.php/koristne-informacije/82-opis-delovanja-elektricnih-motorjev>

## 19. PRILOGE

### 19.1 Vezje



## 19.2 Načrt za omarico



### 19.3 Program

```
Dim Tipka As Integer
Dim A As Integer
Dim B As Integer
Dim I As Single
Dim D As Single
Dim F As Single
Dim Napetost As Word
```

```
I = 0
```

```
Cls
```

```
Do
```

```
Avhod1 = Getadc(5)
```

```
A = Avhod1
```

'frekvenca PWM-ja

```
B = 1023 - A
```

```
If A < 10 Then
```

```
Napetost = Getadc(1)
```

```
I = Napetost
```

```
F = Napetost * 31
```

```
D = F / 783
```

```
Locate 1 , 1
```

```
Lcd D
```

```
Locate 1 , 7
```

```
Lcd "V"
```

```
Reset Izhodt1
```

```
Else
```

```
Set Izhodt1
```

```
Waitus A
```

```
Reset Izhodt1
```

```
Waitus B
```

```
End If
```

'LED diode za stanje baterij

```
If I >= 770 Then
```

```
Set Izhodr2
```

```
Set Izhodr3
```

```
Set Izhodr4
```

```
Set Izhodt4
```

```
Reset Izhodr1
```

```
End If
```

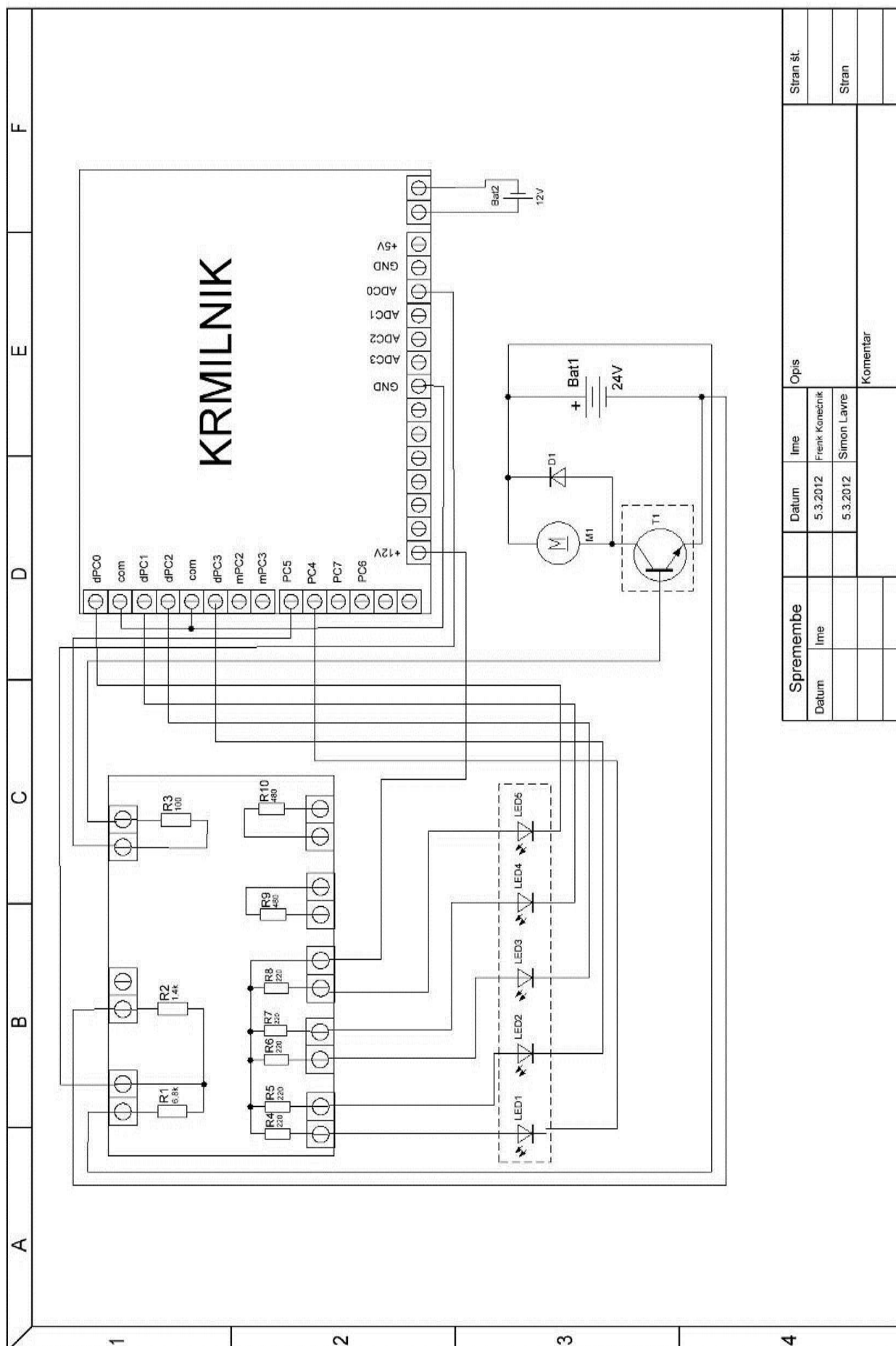
```
If 770 > I Then
If I >= 758 Then
  Set Izhodr2
  Set Izhodr3
  Set Izhodr4
  Reset Izhodr4
  Reset Izhodr1
End If
End If
```

```
If 758 > I Then
If I >= 746 Then
  Set Izhodr2
  Set Izhodr3
  Reset Izhodr4
  Reset Izhodr4
  Reset Izhodr1
End If
End If
```

```
If 746 > I Then
If I >= 721 Then
  Set Izhodr2
  Reset Izhodr4
  Reset Izhodr4
  Reset Izhodr3
  Reset Izhodr1
End If
End If
```

```
If 721 > I Then
If I >= 709 Then
  Set Izhodr1
  Reset Izhodr4
  Reset Izhodr4
  Reset Izhodr3
  Reset Izhodr2
End If
End If
```

```
Loop
End
```



| Spremembe |     | Opis     |                |
|-----------|-----|----------|----------------|
| Datum     | Ime | Datum    | Ime            |
|           |     | 5.3.2012 | Frenk Konečnik |
|           |     | 5.3.2012 | Simon Lavre    |
|           |     |          | Komentar       |

| Spremembe |     | Opis     |                |
|-----------|-----|----------|----------------|
| Datum     | Ime | Datum    | Ime            |
|           |     | 5.3.2012 | Frenk Konečnik |
|           |     | 5.3.2012 | Simon Lavre    |
|           |     |          | Komentar       |