



Education and Culture DG

Leonardo da Vinci

TEHNIČKA
ŠKOLA PULA



TSC Nova Gorica
MEDPOJETNIŠKI IZOBRAŽEVALNI CENTER

Izrada električnog automobila- električni buggy



With the support of the Lifelong Learning Programme of the European Union. This project has been funded with support from the European Commission



Education and Culture DG

Leonardo da Vinci

TEHNIČKA
ŠKOLA PULA



TSC Nova Gorica
MEDPOJETNIŠKI IZOBRAŽEVALNI CENTER

1. Uvod.....	2
2. Elementi električnog vozila.....	3
3. Izbor vozila za preradu u električno vozilo	8
4. Izbor električnog motora, kontrolera i akumulatora	9
5. Popis alata i materijala potrebnog za preradu.....	20
6. Postavljanje električnog motora i kontrolera.....	21
7. Ugradnja akumulatora.....	22
8. Postavljanje fotonaponskog panela	24
9. Ožičenje	25
10. Program za podešavanje postavki motora i kontrolera 27	
11. Ispitivanje vozila.....	28
12. Zaključak.....	29
14. Literatura - izvori.....	30

1.

Tehnička škola Pula uključila se, zajedno sa svojim partnerima TŠC Nova Gorica iz Slovenije, ITIS Cardano Pavia iz Italije i Le Vele Pavia također iz Italije, a sve iz obrazovnog sektora, tijekom 2012. i 2013. godine u projekt MESA (Mechatronics in energy saving applications) koji financira Europska unija putem fonda za cjeloživotno obrazovanje Leonardo da Vinci.

Glavni cilj projekta je širenje znanja i vještina u području mehatronike za promociju i nadogradnju specijalističkih vještina potrebnih na današnjem tržištu rada.

Ciljevi projekta su:

- poboljšati obrazovne sposobnosti škole u području znanosti i tehnologije
- poboljšati kreativnost i profesionalizam nastavnika i učenika
- prepoznavanje i ujednačavanje europskog nivoa znanja i kompetencija
- primjena mehatronike za efikasnije korištenje sunčeve energije

Ciljevi projekta u Tehničkoj školi Pula ostvareni su preradom vozila – buggyja u električni buggy.

Ovaj priručnik omogućit će ostalim školama i pojedincima teoretska znanja i praktična iskustva u preradi vozila da bi olakšali preradu drugih vozila koja će služiti u didaktičke svrhe.

Projekt je omogućio napredne vježbe za nastavnike i učenike u području novih tehnologija, usporedbu obrazovnih kurikuluma u srednjim školama tri države (Slovenije, Italije i Hrvatske) te ujednačavanje istih.



Leonardo da Vinci



Učenici su dobili teoretska, praktična znanja i vještine s kojima će se lakše zapošljavati na tržištu rada.

Zadržava se dodir s industrijskim napretkom i postignućima. Organizirani su skupovi, seminari i radionice za diseminaciju stečenih znanja.

Korištenje sunčeve energije ostvareno je ugradnjom fotonaponskih panela na krov bug-gyja. Paneli nadopunjavaju akumulatore tijekom vožnje ili prilikom stajanja sve dok ima sunčeve svjetlosti.

Električno vozilo (EV- electric vehicle) je vozilo pogonjeno električnim motorom. {1}

- Plug-in electric vehicle (PEV) je naziv koji pokriva sve tipove električnih vozila punjivih iz mreže, akumulatorski pogonjena električna vozila (BEV battery-powered electric vehicles) . PEV je kratica koja pokriva vozila koja koriste električnu energiju iz mreže za punjenje akumulatora.

Električna vozila uključuju električne automobile, električne vlakove, električne zrakoplove, električne brodove, električne motore i skutere te električne bicikle.

Ovisno o pogonu postoje tri tipa električnih vozila.

BEV (battery- powered electric vehicles) električna vozila pogonjena iz akumulatora

Kod ovog tipa vozila električna energija pospremljena je u akumulatorima i nema drugog spremnika energije. Kada se akumulatori isprazne vozilo staje sve dok se ponovno ne napune priključivanjem na mrežu.

BEV vozila imaju sljedeće karakteristike:

- imaju samo jedan električni pogonski motor
- imaju najveći ugrađen kapacitet akumulatora kako bi osigurali maksimalan domet vožnje
- vrijeme punjenja je najduže od svih električnih vozila
- vozila bez zagađenja (zero-emission)



With the support of the Lifelong Learning Programme of the European Union. This project has been funded with support from the European Commission



Leonardo da Vinci

TEHNIČKA
ŠKOLA PULA



TSC Nova Gorica
MEDPOJETNIŠKI IZOBRAŽEVALNI CENTER

- osnovno gorivo je električna energija

EREV (An Extended Range Electric Vehicle) električna vozila s povećanim dometom

Ovaj tip vozila ima akumulator, električni motor i motor s unutarnjim sagorijevanjem koji služi za pogon generatora koji nadopunjava akumulator u slučaju kada nivo napunjenosti padne ispod minimuma. Gorivo za pogon motora s unutarnjim sagorijevanjem je benzin, dizel ili LPG. Pogonski motor vozila je cijelo vrijeme elektromotor.

U ovu skupinu spadaju i električna vozila s gorivim ćelijama (A fuel-cell electric car) koje pune akumulator direktno pomoću gorivih ćelija.

EREV vozila imaju sljedeće karakteristike:

- neograničen domet uz vožnju na ekonomičan električni pogon
- vozila niske emisije zagađenja
- osnovno gorivo je električna energija

PHVE (a Plug-in Hybrid Vehicle) električna hibridna vozila

PHVE vozila imaju dvostruki pogon; motor s unutarnjim sagorijevanjem i električni motor. Akumulatori su većeg kapaciteta u odnosu na obična hibridna vozila tako da je domet vožnje na energiju pospremljenu u akumulatorima otprilike 30 kilometara prije nego se uključi pogon na motor s unutarnjim sagorijevanjem.

PHVE vozila imaju sljedeće karakteristike:

- imaju dvojni pogon na motor s unutarnjim sagorijevanjem i električni motor
- domet vožnje na električni pogon je otprilike 30 kilometara



With the support of the Lifelong Learning Programme of the European Union. This project has been funded with support from the European Commission



Leonardo da Vinci

TEHNIČKA
ŠKOLA PULA



TSC Nova Gorica
MEDPOKJETNIŠKI IZOBRAŽEVALNI CENTER

Prednosti električnog vozila

- električna energija je široko dostupna i uključuje proizvodnju iz obnovljivih izvora energije (vjetar, sunce, voda i ostalo)
- pogon električnom energijom smatra se čistim od pogona motora s unutarnjim sagorijevanjem za 50% {2} iako je i prilikom proizvodnje električne energije došlo do emisije CO₂ u okolinu
- jednostavnije je smanjiti emisiju CO₂ ugradnjom filtera u elektranama nego u milijunima vozila s unutarnjim sagorijevanjem
- električna vozila stvaraju manje buke - zvučno zagađenje u odnosu na vozila s unutarnjim sagorijevanjem
- električni motori ne trebaju kisik za razliku od motora s unutarnjim sagorijevanjem što se posebno može koristiti u podmornicama ili svemirskim vozilima, vozilima za gašenje požara {3}
- električni motori su mehanički vrlo jednostavni
- električni motori dosežu korisnost od 90% kroz cijeli raspon brzine vrtnje, lako se upravlja brzinom vrtnje. Električna vozila koriste regenerativno kočenje što znači da se energija kočenja u pogonskom elektromotoru koji radi u generatorskom režimu rada pretvara u električnu energiju i nadopunjava akumulatore smanjujući ukupnu potrošnju. Ekonomičnost regenerativnog kočenja posebno je izražena u gradskoj vožnji
- pomoću kontrolera se električni motori mogu upravljati u punom opsegu brzine vrtnje održavajući veliki zakretni moment što omogućava rad bez reduktora i mjenjača za razliku od motora s unutarnjim sagorijevanjem
- ekonomičnija vožnja i do pet puta u odnosu na vozila s motorima s unutarnjim sagorijevanjem npr. električni automobil chevrolet Volt snage 111kw/150KS troši 0,02 centa po kilometru {4}

Za preradu vozila u električno potrebni su sljedeći elementi:

- konstrukcija vozila
- električni motor
- kontroler
- akumulatorski pak
- punjač
- pedala gasa
- kontaktor



With the support of the Lifelong Learning Programme of the European Union. This project has been funded with support from the European Commission



Education and Culture DG

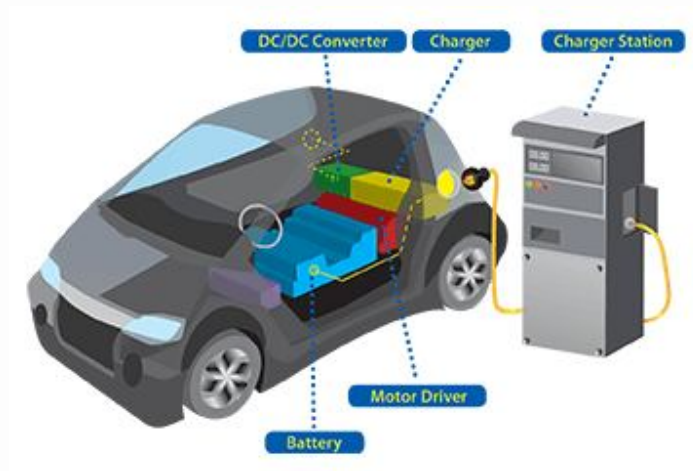
Leonardo da Vinci

TEHNIČKA
ŠKOLA PULA



TSC Nova Gorica
MEDPOJETNIŠKI IZOBRAŽEVALNI CENTER

- električna brava
- hallova sonda
- kabel za programiranje kontrolera
- zupčanik ili prilagodba za spajanje el. motora na transmisiju vozila
- električne kutije i ožičenja



Slika 1: elementi električnog vozila {5}



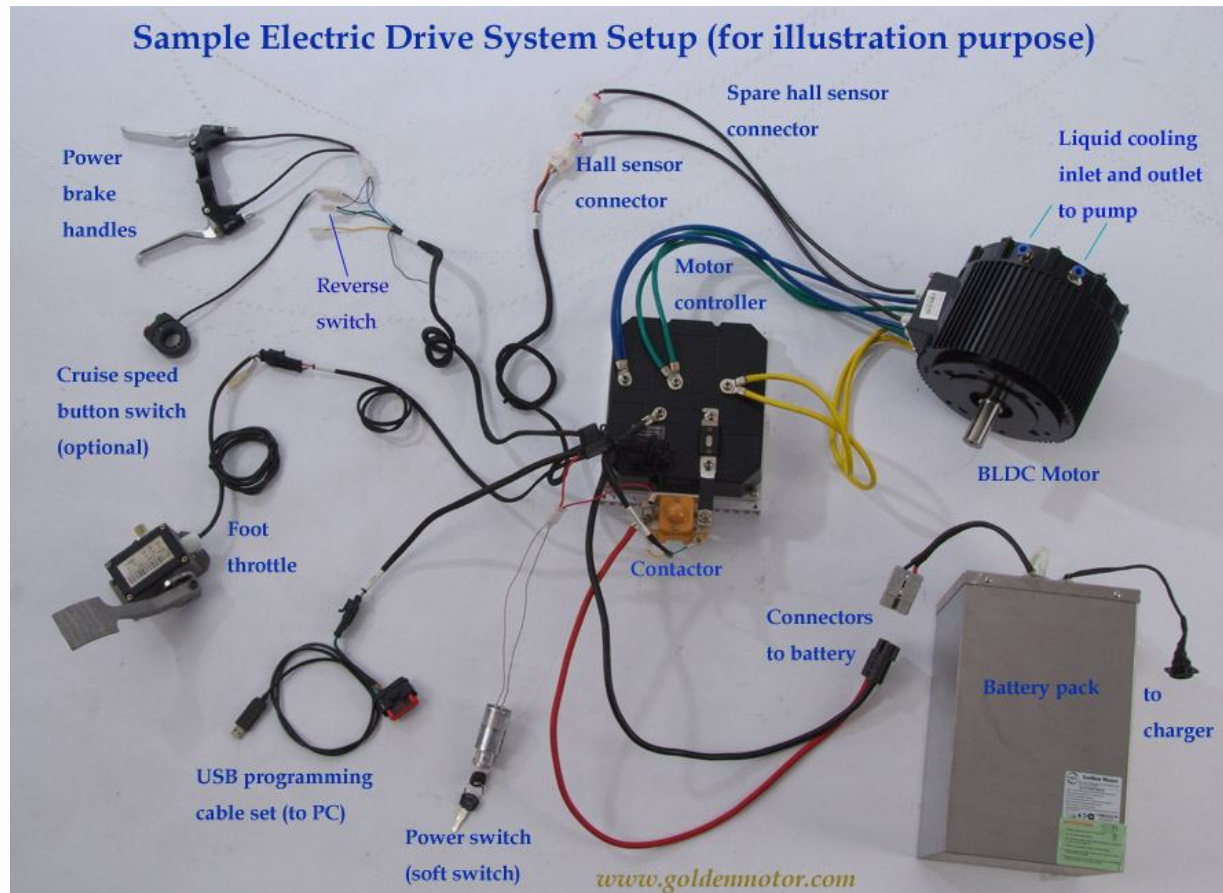
Education and Culture DG

Leonardo da Vinci

TEHNIČKA
ŠKOLA PULA



TSC Nova Gorica
MEDPOVJETNIŠKI IZOBRAŽEVALNI CENTER



Slika 2: elementi električnog vozila {6}



Leonardo da Vinci

TEHNIČKA
ŠKOLA PULA



TSC Nova Gorica
MEDPODJETNIŠKI IZOBRAŽEVALNI CENTER

3.

Izvana gledajući neko vozilo ne možete znati je li to električno ili benzinsko. Električna vozila se uglavnom dobijaju preradom postojećeg serijskog vozila u električno.

Prilikom izbora vozila koje ćemo preraditi u električno imali smo u vidu naš novčani proračun, zahtjev da se električno vozilo i nakon izvedbe može koristiti kao didaktičko sredstvo za izvođenje vježbi.

Također treba uzeti u obzir postoji li radionica – prostor za smještaj i rad. Za manje vozilo minimalna površina radionice trebala bi biti 6x5 m. U radionici mora biti omogućen rad varilicom, bušilicom i brusilicom.

Prilikom odabira modela za preradu treba uzeti u obzir veličinu proračuna, masu vozila koja je povezana s veličinom akumulatorskog paka. Uzimaju se u pravilu što lakši modeli.

Imali smo mogućnosti da kupimo i preradimo manji serijski benzinski automobil, go kart ili cross cart.

Odlučili smo se za cross cart zbog atraktivnosti izvedbe i otvorene konstrukcije pogodne za ugradnju motora i fotonaponskih panela na krov.



Slika 3: Cross cart



Slika 4: Go kart



Slika 5: Daewoo Tico



Leonardo da Vinci

TEHNIČKA
ŠKOLA PULA



TSC Nova Gorica
MEDPOKJETNIŠKI IZOBRAŽEVALNI CENTER

4.

U prošlosti su u električnim automobilima zbog regulacije brzine vrtnje ugrađivani istosmjerni motori s četkicama.

Danas se u električne automobile ugrađuju dva tipa motora, izmjenični asinkroni motor s kaveznom rotorom (AC) ili istosmjerni motor s permanentnim magnetima bez četkica. (BLDC brushless discrete current)

Oba tipa motora ugrađuju se u automobil pogonjeni pomoću elektroničkog pretvarača – kontrolera (invertera).

BLDC motori

Kod BLDC motora rotor je izgrađen od dva ili više permanentnih magneta. Na statoru su namoti (najčešće tri). Dovođenjem trofaznog napona na namote stvara se okretno magnetsko polje koje rotira frekvencijom narinutog napona. Magneti rotora privučeni magnetskim poljem statora rotiraju sinkrono s njim. BLDC motori imaju građu i princip rada sličan kao i izmjenični sinkroni motori samo što sinkroni motori uglavnom imaju na rotoru elektromotor. BLDC motori moraju nužno za svoj rad imati kontroler koji na izlazu daje izmjenični trofazni napon – trapezoidni. Promjena brzine dolazi zbog promjene frekvencije napona na izlazu iz kontrolera. Bez kontrolera BLDC motor je neupotrebljiv.

Izmjenični asinkroni kavezni motori

Ovaj tip motora izmislio je Nikola Tesla rođen u Smiljanu (Hrvatska). Slično kao i kod BLDC motora na statoru su trofazni namoti na koje se dovodi trofazni napon. Poteku struje koje stvaraju okretno magnetsko polje. Rotor asinkronog kaveznog motora



Leonardo da Vinci



napravljen je od feromagnetskog materijala lijevanjem. Utori u obliku kaveza izliveni su aluminijem. Ovaj kavez zamjenjuje namote na rotoru i time pojednostavljuje i pojeftinjuje motore. Na kavezu koji se nalazi u promjenjivom magnetskom polju induciraju se naponi koji potjeraju struje. Struje stvaraju magnetsko polje rotora koje nastoji pratiti okretno magnetsko polje statora ali uvijek malo kasni. Ovo kašnjenje reda nekoliko postotaka izražava se veličinom koju nazivamo klizanje.

Trofazni asinkroni motor najčešće je korišten motor jer ima jednostavnu građu i može raditi direktno na trofaznoj mreži bez ikakvih dodataka. Na taj način ima približno stalnu brzinu. Za korištenje u električnim automobilima i napajanju iz akumulatora moraju također imati kontroler - inverter koji pretvara istosmjernu struju iz akumulatora u izmjeničnu trofaznu koju dovodimo na namote motora.

Prednosti i mane

Asinkroni kavezni motori su jednostavniji, a samim time jeftiniji i pouzdaniji.

BLDC motori moraju imati ugrađene senzore pozicije (halove sonde), dok asinkroni motori moraju imati samo sensor brzine. I jedan i drugi motor moraju imati kontrolere – invertere, ali je program za upravljanje asinkronim motorom složeniji i teže je upravljati asinkronim motorom.

Svi hibridni automobili imaju ugrađeni BLDC motore.

Glavna razlika je u tome što BLDC rotori stvaraju manje topline i lakše je tu toplinu odvoditi iz motora. Na taj način oni imaju za nekoliko postotaka veću korisnost. Korisnost asinkronih motora je oko 85%. Prednost BLDC motora je što s velikom stalnom korisnošću rade u cijelom području brzina vrtnje, dok asinkroni motori imaju veliki pad korisnosti za manje brzine vrtnje.

BLDC motori imaju snažne permanentne magnete s kojima je teško rukovati prilikom izvedbe motora.

BLDC motori imaju stalne magnete i ne mogu smanjivati gustoću magnetskog toka što se može izvesti kod asinkronih motora i na taj način smanjiti gubitke u području malih mehaničkih opterećenja kada nije potreban veliki mehanički moment.

BLDC motori dominiraju u području hibridnih i PEHV vozila, dok asinkroni kavezni motori dominiraju u području čistih električnih vozila s visokim performansama.



With the support of the Lifelong Learning Programme of the European Union. This project has been funded with support from the European Commission



Education and Culture DG

Leonardo da Vinci

TEHNIČKA
ŠKOLA PULA



TSC Nova Gorica
MEDPOKJETNIŠKI IZOBRAŽEVALNI CENTER

Uzimajući u obzir gore navedeno te iskustva kolega koji su isti motor ugradili u DAEWOO TICO odlučili smo se za BLDC motor tvrtke GOLDEN MOTOR koja se posvetila opremi za preradu električnih vozila.

Motor ima oznaku HPM-5000B

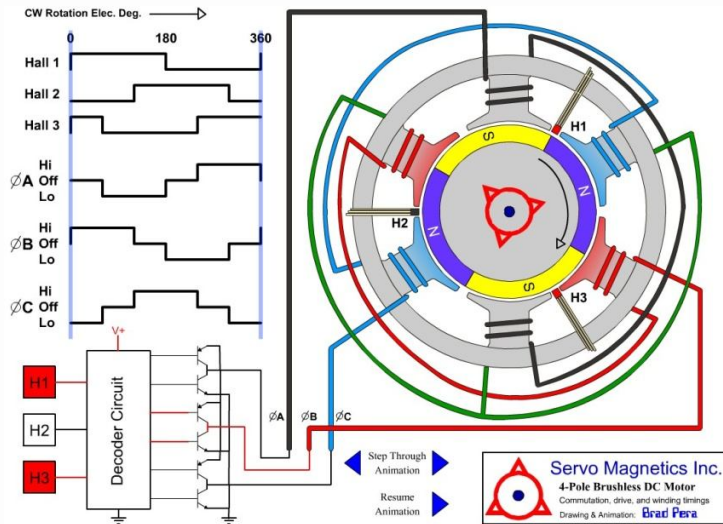
Snaga : 3-8 KW
Napon: 72 V
Korisnost : 91%
Brzina: 2000-6000 okretaja u minuti
Masa: 11 kg



Slika 6: BLDC Motor Golden Motor



Leonardo da Vinci



Slika 7: Shematski prikaz BLDC motora {7} Slika



Slika 8: Presjek izmjeničnog asinkronog kaveznog motora

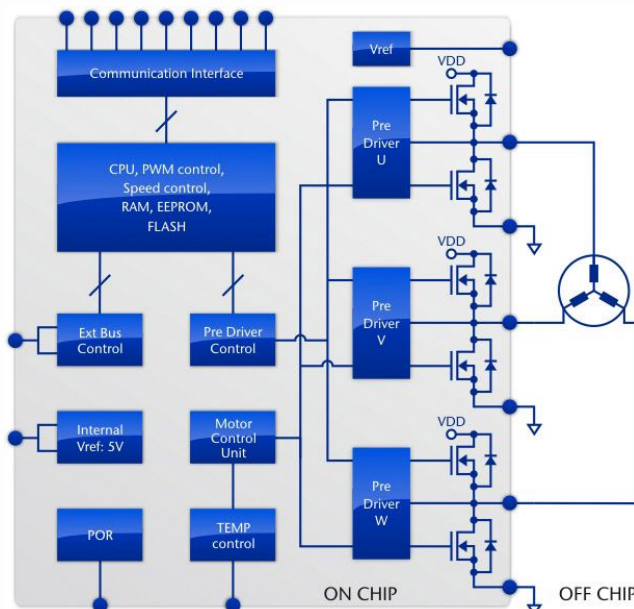
Kontroleri

BLDC kontroleri

Kontroleri su elektronički uređaji koji dovode napajanje na električne motore. Kod BLDC motora oni uzimaju istosmjernu struju iz akumulatora. Pomoću mosta sa 6 snažnih MOSFET tranzistora tvore izmjenični trofazni trapezoidni napon koji se dovodi na namote motora. Promjenom frekvencije napona mijenja se brzina vrtnje motora. Pomoću mikrokontrolera kao srca kontrolera očitava se signal s pedale dobiven pomoću potencijometra te signali o poziciji rotora dobivenih pomoću Hallovih sondi.

Kontroler daje frekvenciju i snagu ovisno o dobivenim signalima.

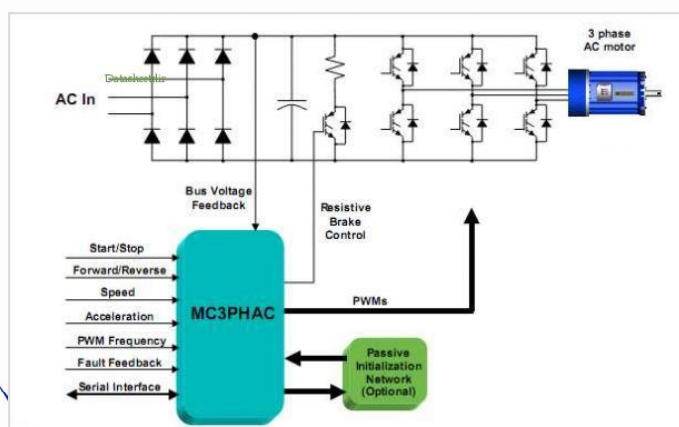
Kontroleri omogućavaju regenerativno kočenje što znači da se kočenje odvija pomoću motora koji prelazi u generatorski režim rada i dobivenom strujom nadopunjavaju akumulatora. Na ovaj način postiže se veća korisnost i veći doseg vozila.



Slika 9: Shematski prikaz BLDC kontrolera

Kontroler za asinkroni kavezni motor

Asinkroni kavezni motori su teže upravljivi od BLDC motora tj. program za upravljanje je puno složeniji. Na izlazu se također s MOSFETIMA generira trofazni napon koji mora biti sinusoidan. Ne postavljaju se hallove sonde pozicije već se pozicija rotora određuje mjerenjem induciranog napona na statoru.



Slika 10: Shematski prikaz kontrolera za asinkroni motor



Leonardo da Vinci

TEHNIČKA
ŠKOLA PULA



TSC Nova Gorica
MEDPOUJETNIŠKI IZOBRAŽEVALNI CENTER

Sukladno izabranom BLDC motoru tvrtke GOLDEN MOTOR u kompletu smo kupili i kontroler HPC300H 72V 300A.

Kontroleri tvrtke Golden Motor HPC serije dizajnirani su za snažne, pouzdane BLDC motore. Kućište je potpuno vodonepropuno sa zaštitom IP66.

Pomoću specijaliziranog programa korištenjem računala preko USB porta moguće je podešavati parametre kontrolera.

Značajke kontrolera:

- Namijenjen BLDC motorima
- Niskošuman motor sa stabilnim momentom vrtnje
- Maksimalna korisnost > 98%
- IP 66 zaštita
- 23-pinski vodonepropusni konektor
- Regenerativno kočenje
- Regulacija brzine vrtnje
- Zaštita od pregrijavanja i za motor i za kontroler
- Programirljiv putem računala i USB porta
- Programiranje maksimalne temperature motora
- DSP (digital signal processor) upravljanje
- Opcionalno CAN sučelje
- Moguć rad dva kontrolera u sinkronom radu
- Zaštita vozila od klizanja prilikom parkiranja na uzbrdici
-

Slika 11: BLDC kontroler tvrtke Golden motor



With the support of the Lifelong Learning Programme of the European Union. This project has been funded with support from the European Commission



Leonardo da Vinci

TEHNIČKA
ŠKOLA PULA



TSC Nova Gorica
MEDPODJETNIŠKI IZOBRAŽEVALNI CENTER

Akumulatori

Danas se u električnim automobilima koriste uglavnom dva tipa akumulatora

Suhoolovni (SLA sealed lead acid)

Litij ionski (LiFePo₄)

Suhoolovni akumulatori imaju dvije olovne ploče kao i start akumulatori u automobilima, samo što između ploča nije tekuća kiselina već u obliku gela. Postoje dva tipa suhoolovnih akumulatora- gel tip i AGM (absorbent glass mat).

Suhoolovni akumulatori imaju široko područje primjene za pospremanje električne energije. Koriste se u fotonaponskim sustavima, električnim dječjim vozilima, električnim invalidskim kolicima, sustavima za zaštitu objekata, neprekidnim sustavima napajanja (UPS) i slično.

Litij ionski akumulatori su noviji akumulatori i našli su primjenu posebno u potrošnoj elektronici (mobiteli) i u električnim automobilima zbog svojih dobrih karakteristika.

Ovaj tip akumulatora ima barem jednu elektrodu izvedenu iz litija.

Postoje različiti tipovi litij ionskih akumulatora, ali se danas u automobilima koriste litij željezni (LiFePO₄).

Litij ionski akumulatori imaju veliku gustoću pospremanja energije, nemaju tzv. memory effect (smanjivanje kapaciteta akumulatora zbog nepotpunih ciklusa punjenja i pražnjenja). U odnosu na olovne akumulatore puno su lakši, a imaju isti napon pa se ugrađuju u električna vozila npr. golf električno vozilo bez potrebe ikakve modifikacije u samom vozilu.

Litij ionski akumulatori mogu biti opasni u određenim uvjetima jer je njihov elektrotrilit zapaljiv i pod tlakom. Zahtijevaju posebne sigurnosne uvjete prilikom ugradnje i korištenja.



Leonardo da Vinci



TSC Nova Gorica
MEDPODJETNIŠKI IZOBRAŽEVALNI CENTER

Usporedba suhoolovnih i litij ionskih akumulatora.

	suhoolovne	LiFePo4
Izlazna struja	0,5 * C (C=kapacitet)	3*C kratkotrajno (5-8)*C
Broj ciklusa-trajnost	400	2000
Zagađenje okoliša	Zagađuju okoliš, nužna reciklaža i spremanje	Bez zagađenja
Volumen	1	65% olovnih
Masa	1	33% olovnih
Cijena po Wh	1	5* olovne
Cijena po Wh i broju ciklusa	1	1

Iako se u moderne električne automobile ugrađuju litij željezni akumulatori zbog svoje manje mase, volumena i veće struje pražnjenja, suhoolovni akumulatori ugrađuju se u projekte kojima je bitna niska cijena po Wh.

Budući da će se naše električno vozilo koristiti u didaktičke svrhe, imali smo ograničeni budžet te smo odabrali jeftinije suhoolovne akumulatore slabijih karakteristika od litij željeznih.

Napon motora 72 V odabrali smo prema snazi motora od 5 KW. Akumulatore ćemo spojiti u seriju pa je potrebno ugraditi 6 suhoolovnih akumulatora. Kapacitet akumulatora odabrali smo 75Ah što je dovoljno za cca 2h vožnje buggyja. Pospremljena energija u akumulatorima je $W=U*C=72V*75Ah=5400$ Wh.

Snaga motora je 5KW i uz vožnju sa snagom 50% nazivne snage 2,5 KW=2500 W trajanje vožnje je $t= W/P=5400/2500=2,16$ h

Ukupna masa akumulatora je $6*21$ kg = 126 kg.



With the support of the Lifelong Learning Programme of the European Union. This project has been funded with support from the European Commission



Education and Culture DG

Leonardo da Vinci

TEHNIČKA
ŠKOLA PULA



TSC Nova Gorica
MEDPOJETNIŠKI IZOBRAŽEVALNI CENTER



Slika 12 : Odabrani suhoolovni akumulator



Slika 13: LiFePO4 akumulator

Punjači

Postoji nekoliko načina punjenja akumulatorskog paka. Šest akumulatora spojeno je u seriju. Moguće je puniti svih šest akumulatora pomoću jednog punjača za 72V. Mana ovog načina je da ukoliko postoji određena nesimetričnost kod akumulatora neki će se više, a neki manje puniti, isto tako i trošiti. S vremenom nastaju sve veće razlike te je povremeno potrebno obavljati balansiranje akumulatora pojedinačnim maksimalnim punjenjem pojedinog akumulatora.

Odabrali smo drugi način da svaki akumulator ima svoj punjač i rade neovisno jedan o drugome. Punjači su pametni elektronički tvrtke CTEK iz Švedske.

Karakteristike punjača:

- Potpuno automatski punjač u 6 stupnjeva
- Namjenjen za punjenje olovnih akumulatora (WET, MF, GEL i AGM) od 14 Ah do 225 Ah
- Impulsno punjenje u svhu održavanja produžuje vijek trajanja akumulatora.
- Može se koristiti kao izvor napajanja
- Puni čak i potpuno ispražnjene akumulatore. Impulsno punjenje smanjuje količinu sulfatnog oksida u akumulatoru.
- Četiri načina punjenja: 14,4V; 14,7V; 13,6V/ izvor napajanja; 16V/ za ispražnjene akumulatore



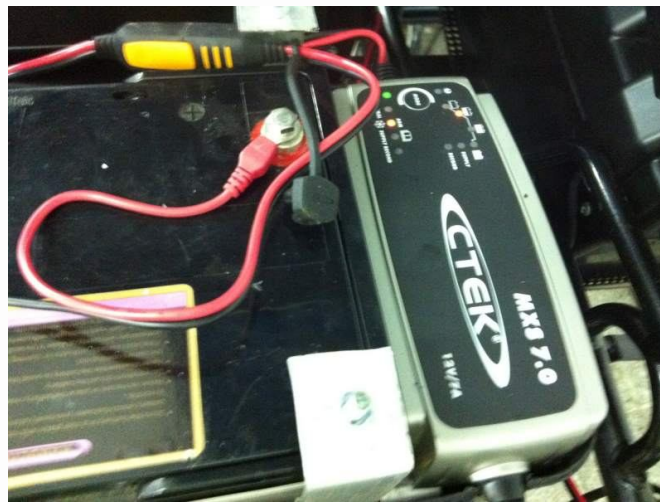
Leonardo da Vinci

TEHNIČKA
ŠKOLA PULA



TSC Nova Gorica
MEDPOJETNIŠKI IZOBRAŽEVALNI CENTER

- Niska struja pražnjenja, neosjetljiv na nestabilnost napona (radi na naponu od 170-260 V)
- Visoka učinkovitost: 85 %
- Punjač može biti spojen na akumulator mjesecima - idealan za sezonska vozila (motocikli, skuteri, plovila itd.)



Slika 14: Odabrani punjač suhoolovnih akumulatora

BMS (Battery Management System) sklop za punjenje i nadzor pražnjenja akumulatora

BMS nadzire stanje akumulatora kroz sljedeće veličine:

- napon cijelog paka akumulatora, pojedinih ćelija, minimalnog i maksimalnog napona ćelija
- temperature; srednje temperature, temperature sredstva za hlađenje
- stanja napunjenosti (state of charge- SOC)
- jakost struje ulazne i izlazne

BMS također omogućava nadzor punjenja akumulatora prilikom regenerativnog kočenja.

BMS posebno služi za zaštitu akumulatorskog paka od :



With the support of the Lifelong Learning Programme of the European Union. This project has been funded with support from the European Commission



Education and Culture DG

Leonardo da Vinci

TEHNIČKA
ŠKOLA PULA



TSC Nova Gorica
MEDPOKJETNIŠKI IZOBRAŽEVALNI CENTER

- prevelike struje punjenja ili pražnjenja
- prevelikog napona prilikom pražnjenja
- dubokog pražnjenja
- previsoke i preniske temperature
- otkrivanje struje kvara

5.

Kako bi uspješno preradili vozilo u električno bit će vam potrebna radionica veličine minimalno 6x5 metara te alat potreban za preradu:

- Dizalica za vađenje - ugradnju motora
- Električna brusilica
- Električna pila
- Električna bušilica
- Električna varilica
- Set svrdala za metal
- Set odvijača
- Komplet viličastih i gedore ključeva
- Univezalni mjerni instrument
- Strujna kliješta
- Osciloskop
- Kliješta
- Pincete
- Lemilica
- Zaštitne naočale
- Antikorozivni sprej
- Pop zakovice i alat
- Različiti vijci
- Aluminijski L profili
- Metar
- Pomična mjerka
- Set markera
- Izolir traka
- Povećalo
- Pomoćni izvor istosmjernog napajanja

Prilikom ugradnje koristili smo usluge obrtnika za izradu zupčanika za motor te adaptera za ugradnju motora.



Education and Culture DG

Leonardo da Vinci

TEHNIČKA
ŠKOLA PULA



TSC Nova Gorica
MEDPOKJETNIŠKI IZOBRAŽEVALNI CENTER

6.

Prije ugradnje motora potrebno je demontirati postojeći benzinski motor. Za vađenje motora potrebna je pomoćna dizalica. Naše vozilo nabavili smo bez motora pa nam je dizalica poslužila za ugradnju motora. Morali smo naručiti zupčanik za motor da bi dvostrukim lancem spojili s pogonskom osovinom buggyja koja je već imala svoj lančanik. Prilikom ugradnje treba posebno paziti na centriranost zupčanika.



Slika 15: Izrađeni zupčanici

Kontroler se obično ugrađuje iznad motora i prvo je što vidimo kad otvorimo haubu automobila. Mi smo ga postavili na perforirani lim iznad motora. Na isti lim ugradili smo i inverter koji služi za podizanje napona iz fotonaponskih panela kako bi punjači mogli puniti i sa strujom dobivenom iz fn panela.



Education and Culture DG

Leonardo da Vinci

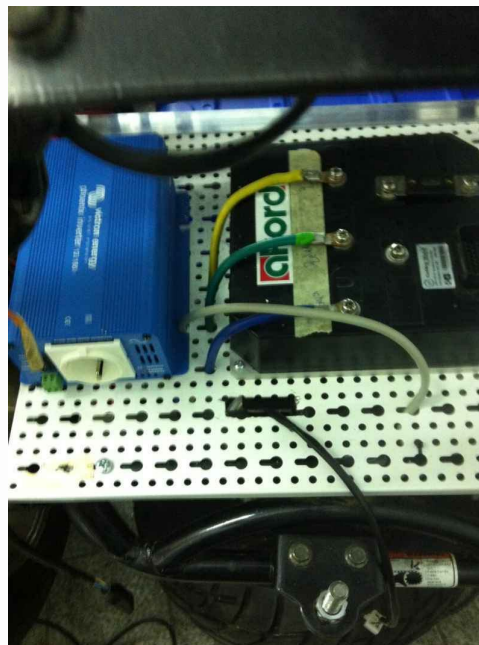
TEHNIČKA
ŠKOLA PULA



TSC Nova Gorica
MEDPOKJETNIŠKI IZOBRAŽEVALNI CENTER



Slika 16: Ugrađeni motor



Slika 17: Ugrađeni kontroler i inverter

7.

Akumulatori moraju biti ugrađeni simetrično, što niže da bi sačuvali stabilnost vozila. Akumulatore smo postavili pomoću nosača napravljenih od L profila. Akumulatori su postavljeni u plastične kutije namijenjene posebno za njihovu ugradnju u plovila jer poklopci štite od vode koja prska.

Ukupna masa akumulatora ugrađenih u buggy iznosi $6 \times 21 \text{ kg} = 122 \text{ kg}$.

Akumulatori su spojeni u seriju, a paralelno sa svakim spojen je punjač. Na ovaj način izbjegnuta je potreba za balansiranjem.



Slika 18: Kutija za smještaj akumulatora



Slika 19: Ugrađeni akumulatori



Education and Culture DG

Leonardo da Vinci

TEHNIČKA
ŠKOLA PULA



TSC Nova Gorica
MEDPOJETNIŠKI IZOBRAŽEVALNI CENTER

8.

Kako bi se demonstriralo korištenje obnovljivih izvora energije zamišljeno je da krov buggyja bude pokriven s fotonaponskim panelom koji bi stalno dopunjavao akumulatore koji se normalno pune uključivanjem u mrežu.

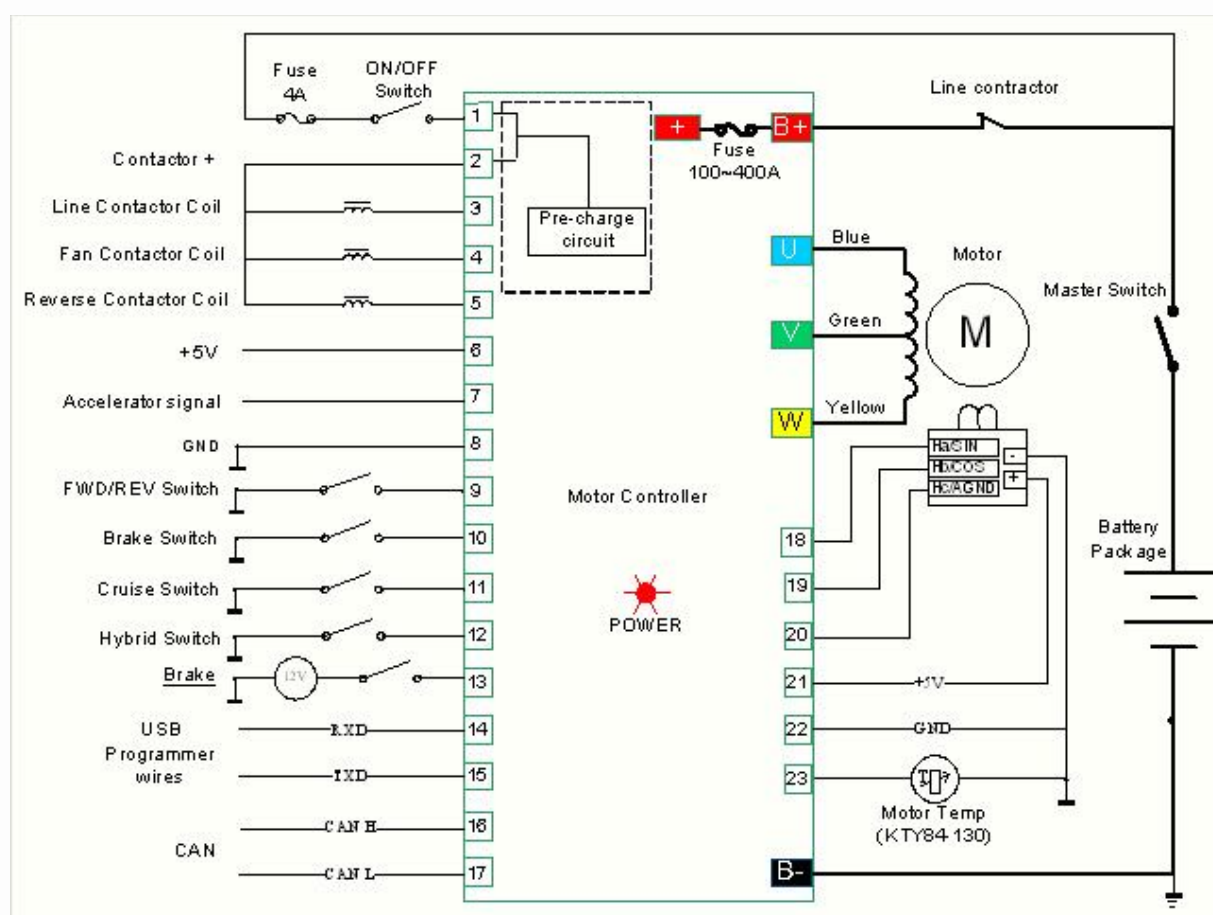
Doprinos fotonaponskih panela je relativno mali budući da je površina krova mala. Na zaštitne prečke ugrađena su dva panela, snage svaki 30 W, a dodatno je smišljen sustav na izvlačenje prilikom parkiranja vozila koji dodaju još dva ista panela.



Slika 20: Ugradnja FN panela



Sukladno shemi proizvođača motora i kontrolera učenici su savitljivim vodičima ožičili akumulator, motor kontroler, pokazivače i slično. Posebnu pozornost treba posvetiti presjeku vodiča koji povezuju akumulatore i motor jer struje dostižu i 100 ampera pa smo odabrali presjek vodiča 16 mm².



Slika 21: Shema ožičenja vozila



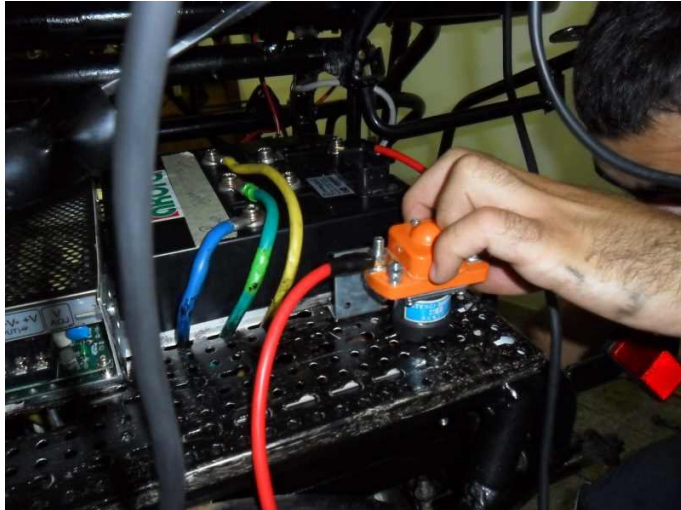
Education and Culture DG

Leonardo da Vinci

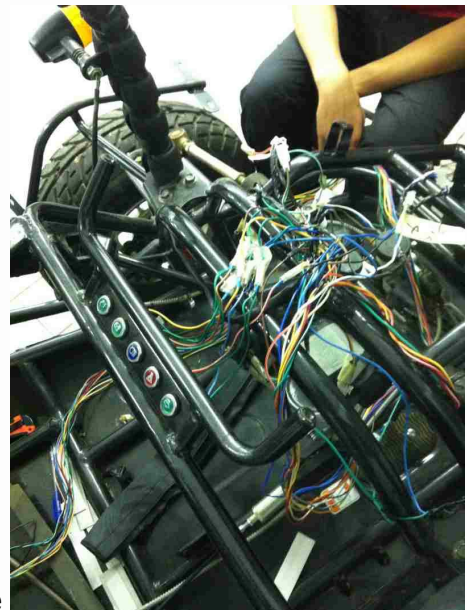
TEHNIČKA
ŠKOLA PULA



TSC Nova Gorica
MEDPOJAVNIŠKI IZOBRAŽEVALNI CENTER



Slika 22: Ugrađeni kontaktor



Slika 23: Ožičenje

Prilikom demontaže treba posebno označiti vodiče za pokazivače

10.

Nakon postavljanja motora i akumulatora moguće je preko kabela oznake PI-400 podesiti postavke kontrolera. Program ima oznaku MISVC.

Prilikom prvog spajanja potrebno je otkloniti moguće pogreške. Program omogućuje rad u dva moda; on line i off line. On line način rada podrazumijeva spojena sva ožičenja na kontroleru i motoru, dok se u off line modu postavke mijenjaju na samom kontroleru koji nije ožičen.

Moguće je podešavati različite parametre kao što su npr. broj pari polova, maksimalna izlazna struja, maksimalan napon.

Optimalni parametri kontrolera dobivaju se nakon niza pokušaja. Nije nužno da korisnik mijenja parametre već se mogu koristiti tvornički podešeni. Također uvijek postoji opcija povratka na tvorničke postavke.



Slika 24: Konektor za spajanje kontrolera i računala

Program također služi za nadzor cijelog sustava. Moguće je praćenje npr. sljedećih parametara:

- količina energije pospremljene u akumulatorima (Ah)
- temperatura kontrolera (C°)
- temperatura motora (C°)
- trajanje akumulatora (Hr)
- napon (V)
- jakost struje (A)
- jakost fazne struje (A)
- brzina vozila (km/h)



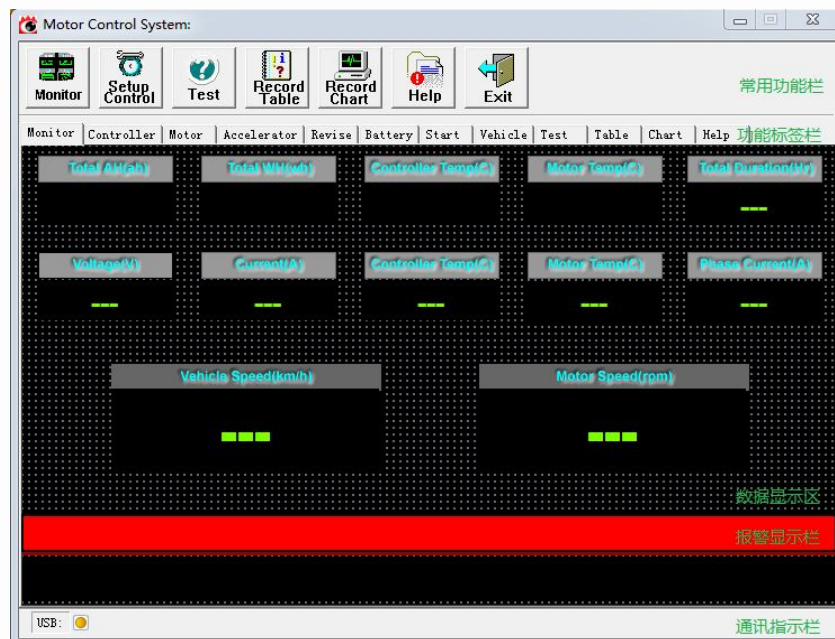
Leonardo da Vinci



TSC Nova Gorica
MEDPOJNETNIŠKI IZOBRAŽEVALNI CENTER

- brzina motora (okr/min)

Program služi za podešavanje i nadzor brojnih drugih parametara vezano za kontroler, motor, akumulator i vozilo.



Slika 25: Program MISVC

11.

Tijekom montaže ispitivani su akumulatori, punjači, električni motor i kontroler.

Električni motor ispitivan je podizanjem podvozja buggyja u zrak pomoću drvenih nosača da bi kotači bili u zraku. Mjereni su parametri motora napon, struja i valni oblik pomoću unimera, strujnih kliješta i osciloskopa. Istovremeno su obavljena i mjerenja na računalu pomoću programa MISVC.



With the support of the Lifelong Learning Programme of the European Union. This project has been funded with support from the European Commission



Leonardo da Vinci

TEHNIČKA
ŠKOLA PULA



Ispitivanja pojedinih pokazivača (pokazivači skretanja, svjetla, pokazivač napunjenosti akumulatora, pokazivač brzineobavljala su se prilikom ožičenja.

Nakon što je vozilo kompletirano obavljena su ispitivanja u vožnji. Ispitivane su sljedeće veličine:

- struja faze motora
- napon na motoru
- napon akumulatora – stanje napunjenosti
- brzina vožnje
- ubrzanje vozila
- trajnost akumulatora – doseg vozila

12.

Zahvaljujući programu EU-a Leonardo da Vinci i partnerima ostvareni su ciljevi MESA projekta u Tehničkoj školi Pula.

Učenici i nastavnici su kroz pripreme, prezentacije, skupove, vježbe i u fazi izrade i ispitivanja vozila poboljšali svoja znanja i vještine u području električnih automobila i sastavnih dijelova.

Učenici i nastavnici usavršavali su engleski jezik. Nastavnici su u komunikaciji sa slovenskim i talijanskim kolegama stekli iskustva o radu u drugim zemljama. Stoga je moguće napraviti i usporedbu.

Korištenjem FN panela naglašena je potreba za korištenjem obnovljivih izvora energije.



TEHNIČKA
ŠKOLA PULA



{1} <http://pluginmichigan.org/pev-basics/whats-pev>

{2} Chip Gribben. "Debunking the Myth of EVs and Smokestacks". 15 October 2010.

{3} http://en.wikipedia.org/wiki/Electric_vehicle#Components

{4} http://www.chevrolet.hr/dozivi-chevrolet/buduci-automobili/volt-production-proizvodni-model.html#_SP7

{5} <http://www.chromausa.com/electric-vehicle-test-solutions.php>

{6} <http://www.goldenmotor.com/>

{7} http://www.avdweb.nl/Article_files/Solarbike/Motor-controller/4-Pole-brushless-DC-motor-animation.jpg

{8} <http://www.teslamotors.com/blog/induction-versus-dc-brushless-motors>

www.xfab.com/en/technology/applications/high-voltage/bldc-motor-controller/

www.datasheetdir.com/Ready-to-use-Ac-Induction-Motor-Controller-Ic-For-Low-cost-Variable-Speed-Applications%2bApplication-Notes



With the support of the Lifelong Learning Programme of the European Union. This project has been funded with support from the European Commission