

5

ELEKTRIČNO VOZILO

U OVOM IZDANJU

UVOD

2

OPĆA ARHITEKTURA
ELEKTRIČNIH VOZILA

5

ODREDNICE
ELEKTRIČNOG VOZILA

2

GLAVNE KOMPONENTE
POGONSKOG SUSTAVA

6

SUSTAV
UPRAVLJANJA
KLIMOM

17

EUROPSKA
ODOBRENJA I PROPISI

4

SUSTAV
REGENERACIJSKOG
KOČENJA

15

ODRŽAVANJE

19

UVOD

Tijekom godina došlo je do velikog tehnološkog napretka u automobilskom sektoru, ali nema sumnje da je predstavljanje električnog vozila bilo jedno od najznačajnijih.

Prve generacije električnih vozila potječu iz 1839. godine, a proizveo ih je Robert Anderson. Električna energija pohranjivala se u nepunjive baterije. Izumom punjivih baterija 1880. godine, električna vozila počela su se masovno proizvoditi prije vozila s motorom na unutarnje izgaranje.

Godine 1899. srušen je rekord brzine s električnim vozilom pod nazivom „La Jamais Contente“ (engleski: “The Never Satisfied”), koji je postigao brzinu od 105 km/h zahvaljujući NiFe baterijama Thomasa Edisona. Na vrhuncu, električni automobili činili su 90% prodanih automobila.

Ipak, proizvodnja tih vozila prestala je jer su imali relativno niske raspone i performanse. S druge strane, vozila s motorom na unutarnje izgaranje razvijala su se brže, uglavnom kao posljedica razvoja zrakoplovnih motora.

Danas, zahvaljujući razvoju IGBT tranzistora i baterija s većim kapaciteti-

ma, mnogi proizvođači su pod sve većim pritiskom da ulažu u električna vozila. Glavni cilj je učinkovitije korištenje energije i posljedično smanjenje emisije fosilnih goriva.

Kratkoročno, infrastruktura za punjenje baterija ne dopušta da električno vozilo zamijeni vozila s motorom na unutarnje izgaranje, a mnogi modeli ograničeni su vijekom trajanja baterija i vremenom punjenja. Ti čimbenici koče njihovu cjelovitu provedbu.

Ipak, većina električnih vozila danas putuje manje od 60 km dnevno te se to putovanje uglavnom odvija u gradskim područjima, stoga su to udaljenosti koje većina tih vozila može proći bez ikakvih problema.

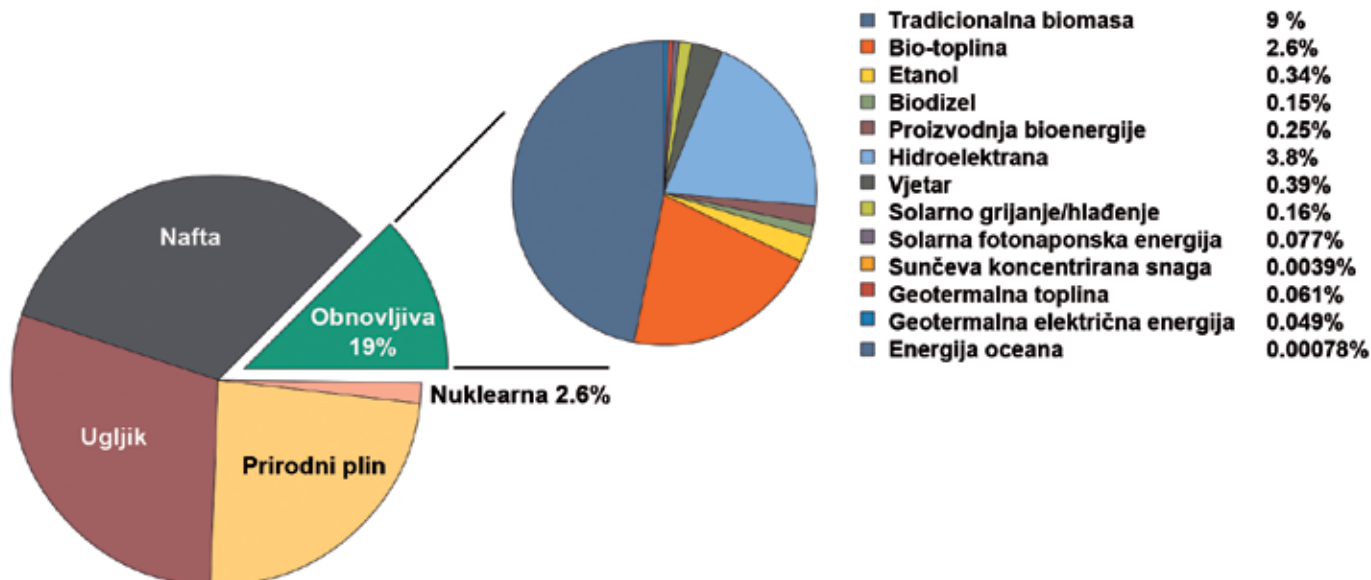
Osim toga, razvoj brzih sustava punjenja (istosmjerna struja) i novih generacija Litij-ionskih baterija koje se mogu ponovno puniti obećavaju prosperitetniju budućnost za električna vozila.

ODREDNICE ELEKTRIČNOG VOZILA

Opskrba energijom

Današnje društvo, bez obzira na razinu blagostanja, ne može funkcionirati ili preživjeti bez adekvatne i redovite opskrbe energijom, što znači da cijeli proces energetske ciklusa (nabava, prerada i opskrba) čini značajan dio globalnog gospodarskog sustava.

Sljedeći prikaz iz 2013. godine klasificira potrošnju energije prema njezinom izvoru na globalnoj razini. Od svih poznatih izvora energije, neki više zagađuju okoliš i ekonomičniji su od drugih.

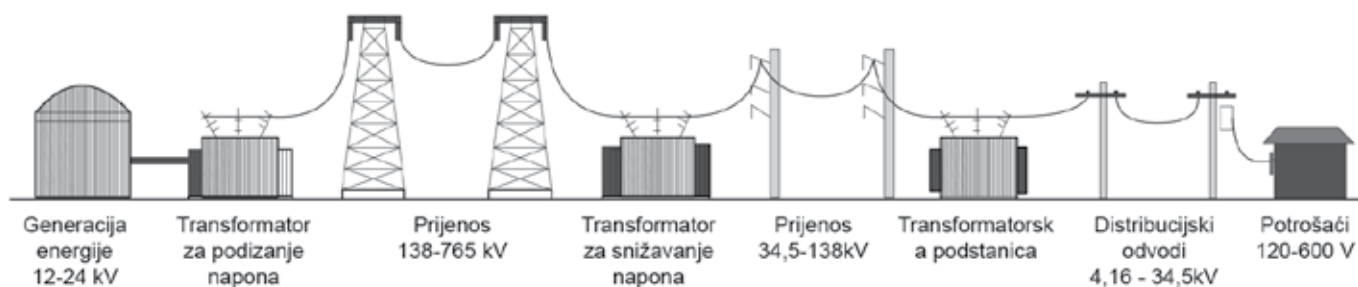


Kako bi električna energija donijela prednosti održivosti, njezino porijeklo ne smije biti iz postrojenja ili postaja nuklearne fisije, već iz obnovljivih izvora energije i elektrana za nuklearnu fuziju budućnosti.

Nadalje, prognoze buduće potražnje predviđaju povećanje koje bi moglo ugroziti održivost postojećeg energetske sustava. Iz tog razloga nastoje se razviti obnovljivi izvori energije i poboljšati učinkovitost distribucije električne energije .

Da bi električno vozilo bilo dostupno u velikoj mjeri, ovisno o zemlji, bit će potrebno izvršiti temeljitu promjenu trenutnog energetske sustava od proizvodnje do konačnog koraka u distribucijskom lancu.

Rezultat toga je da se veći dio energije mora potrošiti na istom mjestu gdje se stvara..



Energetska učinkovitost

Ako se analiziraju performanse vozila s motorom s unutarnjim izgaranjem od spremnika goriva do kotača te se analiziraju performanse sadašnjeg električnog vozila od baterija do kotača, možemo vidjeti da su performan-

se električnog vozila daleko superiornije od vozila s motorom s unutarnjim izgaranjem (dizel sa sustavom Start-Stop, Euro V, regenerativnim kočenjem i drugim poboljšanjima učinkovitosti).



83%

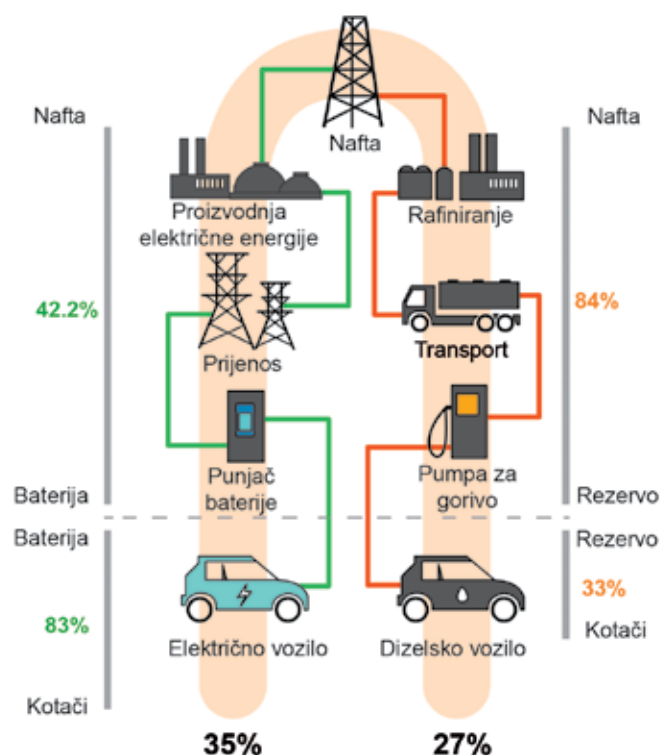


33%

Međutim, na temelju usporedbe proizvodnje električne energije iz nafte, ako se uzme u obzir analizu od izvora nafte do kotača, učinkovitost električnog vozila nije mnogo bolja od učinkovitosti dizelskog vozila.

Prema tome, električna energija ne smije se dovesti iz izvora ugljikovodika.

Osim toga, koliko god je to moguće, trebalo bi je dobiti na samoj točki potrošnje.



Utjecaj na okoliš

Glavna prednost električnog vozila je u tome što ne emitira plinove koji zagađuju okoliš gdje god da radi. Postoje studije koje pokazuju da bi uvođenjem 1.000 električnih vozila u grad prestala emisija 30.000 kg zagađivača i više od dvije tone CO₂ godišnje.

Još jedna velika prednost električnih vozila je da ne stvaraju gotovo nikakvu buku; elektromotori emitiraju vrlo malo decibela. Vožnja tihog

vozila bez vibracija iz motora s unutarnjim izgaranjem vrijedna je pozitivna činjenica.

S druge strane, odsutnost buke utječe na "slušnu" sigurnost pješaka ili biciklista na cesti.

EUROPSKA ODOBRENJA I PRAVILNICI

Električno vozilo koje vozi cestom mora biti u skladu s nizom homologacijskih pravilnika, pogotovo kada je riječ o pitanjima vezanim za sigurnost i okoliš prilikom čega su određeni posebni zahtjevi.

U Europi postoji **ECE Pravilnik br.100**, koji uključuje posebne zahtjeve za električna vozila s obzirom na njihovu proizvodnju i operativnu sigurnost. Izmjene i dopune 01 navedene uredbe stupile su na snagu 4. prosinca 2010. te su dvije godine kasnije postale obvezujuće.

ECE pravilnik 100.00: Primjenjuje se samo na električna vozila i isključuje hibride i vozila kategorije M i N s maksimalnom brzinom iznad 25 km/h. Ovaj pravilnik određuje zahtjeve za izradu (zaštita od električnih kontakata, izolacija i otpornost na opterećenje), operativne zahtjeve i zahtjeve za emisiju vodika.

ECE pravilnik 100.01: Poboljšana verzija prethodnog pravilnika. Ovaj pravilnik uključuje hibridna vozila koja su obuhvaćena područjem primjene. Dodane su ili izmijenjene i druge odredbe pravilnika, kao što je redefiniranje visokog napona koji je prema ovom pravilniku između 60 V i 1500 V u istosmjernoj struji i između 30 V i 1000 V kada je riječ o izmjeničnoj struji. Što se tiče sigurnosti, postavljeni su zahtjevi za priključke, izolacija visokonaponskog kabela mora biti označena narančastom bojom, a postupci mjerenja koji odvajaju istosmjerni i izmjenični strujni krug, među ostalim, moraju se modificirati.

U nastavku se navode drugi opći članci koji se posebno odnose na električna vozila:

- **R10:** Definira **elektromagnetsku kompatibilnost** vozila za emisije elektromagnetskih valova i imunitet na njih.
- **R13 i R13H:** Sastoji se od **kočenja putničkih i komercijalnih vozila**, gdje se također uzima u obzir sustav regeneracijskog kočenja električnih vozila.
- **R79:** Što se tiče **sustava upravljanja**, definiraju se konstrukcijske

karakteristike, maksimalne snage na tim mehanizmima i drugi propisi koji reguliraju elektroničke upravljačke sustave vozila.

- **R85:** Određuje **snagu motora**. U jedan prilog dodan je izračun snage elektromotornog pogona na testu neto snage, te izračun pri maksimalnoj snazi tijekom 30 minuta.
- **R94 i R95:** Odnosi se na zaštitu putnika u vozilu prilikom sudara s prednje i stražnje strane.
- **R101:** Sastoji se od emisija **CO₂ i potrošnje** goriva kod motora s unutarnjim izgaranjem ili hibridnih motora, te potrošnje i raspona električnih vozila.

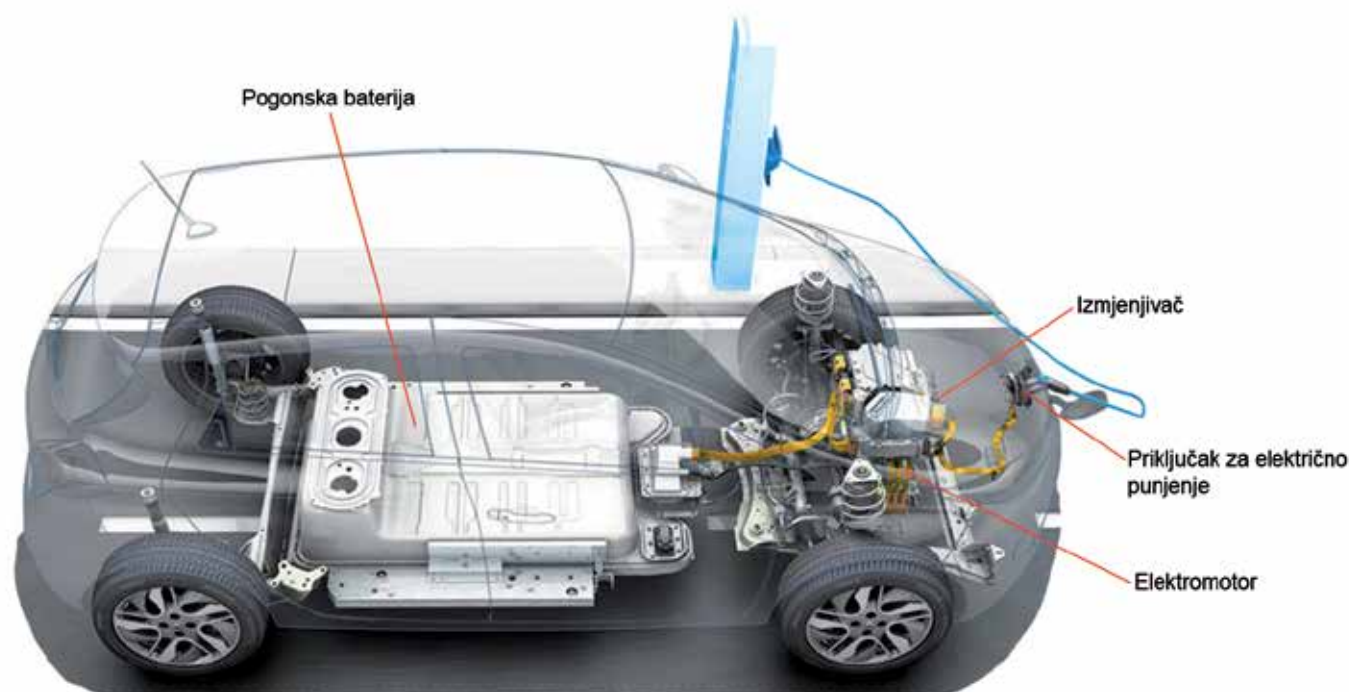
Direktiva 2000/53 definira kraj vijeka uporabe vozila, a **direktiva 2005/64** definira odobrenje vozila i njegovu sposobnost za ponovnu uporabu, recikliranje i vrijednost. Za električno vozilo ovi propisi su važni jer bi trebali biti osmišljeni i proizvedeni uzimajući u obzir utjecaj baterija na okoliš, u pogledu njihove proizvodnje, uporabe i recikliranja.

Izvan Europe postoje i **drugi pravilnici** koji su specifični za električna vozila, kao što su američki "Federalni standardi sigurnosti motornih vozila" i japanski "Prilog 110 i 111". Ove globalne sile su pioniri u dizajnu i proizvodnji navedenih vozila.

Na europskoj razini, svaki proizvođač obučava svoje operatore za obavljanje visokonaponskih radova na električnom vozilu. Europski pravilnici koji reguliraju rad pod visokim naponima su **EN 50110-1 i EN 50110-2**. Pokrivaju brojne odjeljke poput **direktive 89/391/CEE**, koja se odnosi na provedbu mjera za promicanje poboljšanja zdravlja i sigurnosti radnika.

OPĆA ARHITEKTURA ELEKTRIČNIH VOZILA

Općenito, većina električnih vozila koristi vrlo slične komponente za svoj rad. U nastavku možemo vidjeti najznačajnije električne komponente u vozilu marke Renault ZOE.



Vrsta mreže

Kao opće pravilo, električno vozilo se sastoji od 12 voltne mreže, skupine multipleksnih mreža za komunikaciju između različitih upravljačkih jedinica i mreže visokog napona od 150 do 400 volti.

12 V-mreža: Funkcija ove mreže je ista kao i za konvencionalno vozilo. Koristi se u svim sigurnosnim sustavima (aktivnim i pasivnim), 12 V punjenju baterija, osvjetljenju, udobnosti, napajanju elektroničkih jedinica itd.

Mreže s multipleksom: Svi sustavi u električnom vozilu, uključujući i onaj za upravljanje visokim naponom, kontroliraju se kontrolnim jedinicama koje moraju međusobno komunicirati. Kao u konvencionalnom vozilu, komunikacija između jedinica je preko multipleksiranog sustava.

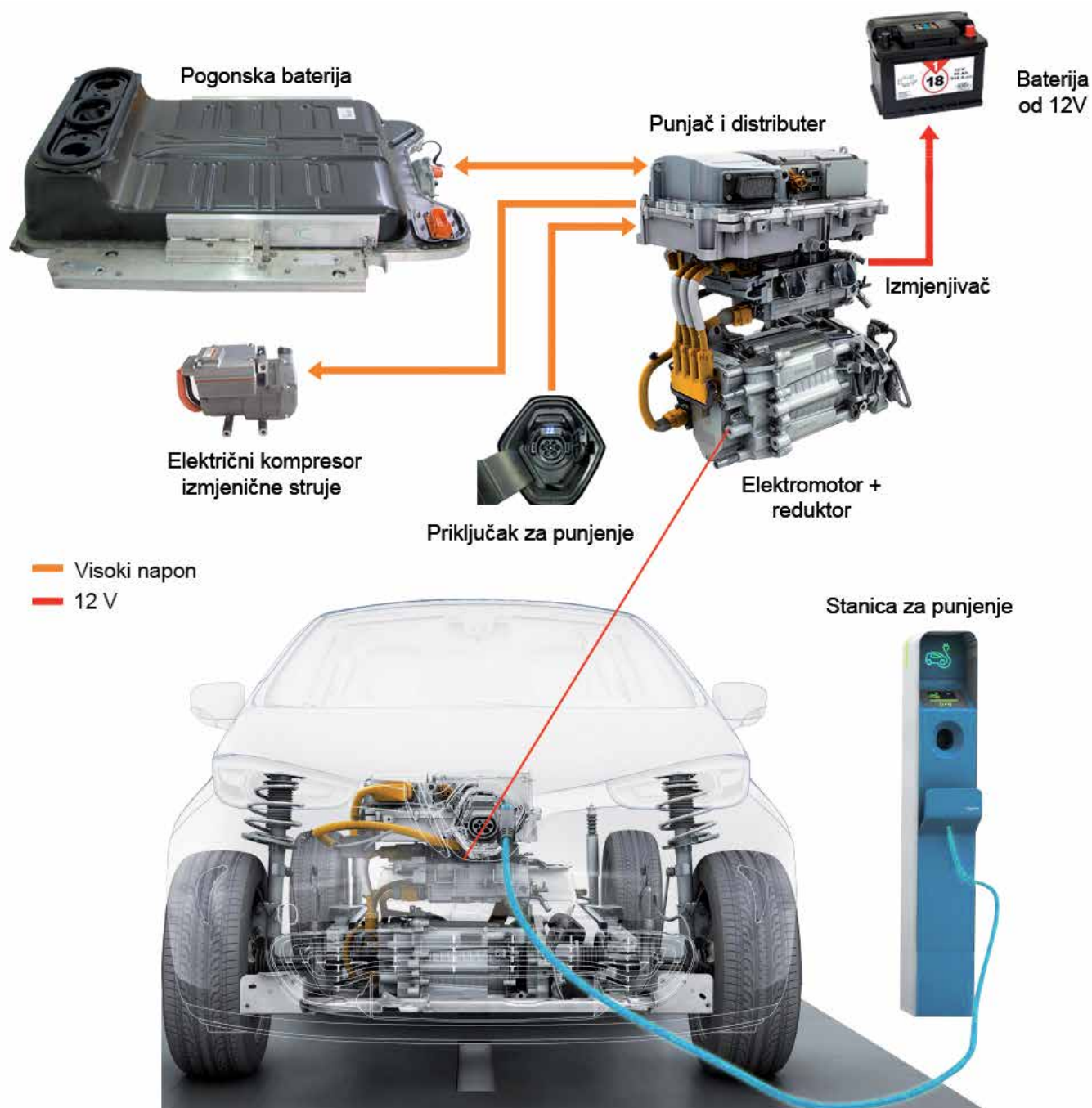
Mreža visokog napona: Da bi se upravljalo elektromotornim pogonskim sustavom potrebno je imati određenu skupinu komponenti. To su obično: priključak za električno punjenje, pogonska baterija, izmjenjivač i kočni sustav koji kombinira električnu regenerativnu kočnicu s mehaničkom kočnicom. Također uključuje sustav upravljanja klimom i za pogonsku bateriju i za kabinu. Preostale komponente vozila slične su onima u konvencionalnom vozilu.

Opći rad elektromotornog pogonskog sustava

Ta se vozila napajaju električnom strujom iz domaće električne mreže, iz urbane stanice za brzo punjenje te iz regenerativnog kočenja.

Snaga koju koristi elektromotorni pogonski sustav pohranjuje se u bateriju velikog kapaciteta koja se naziva pogonskom baterijom. Ta baterija dovodi istosmjernu struju do izmjenjivača preko distributera, gdje se ta

struja pretvara u izmjeničnu struju. Izmjenična struja napaja elektromotor tako da stvara rotirajuće kretanje. Rotirajuće kretanje pretvara se u redukcijski sklop kako bi se postigao pravilan rad pogonskih kotača.

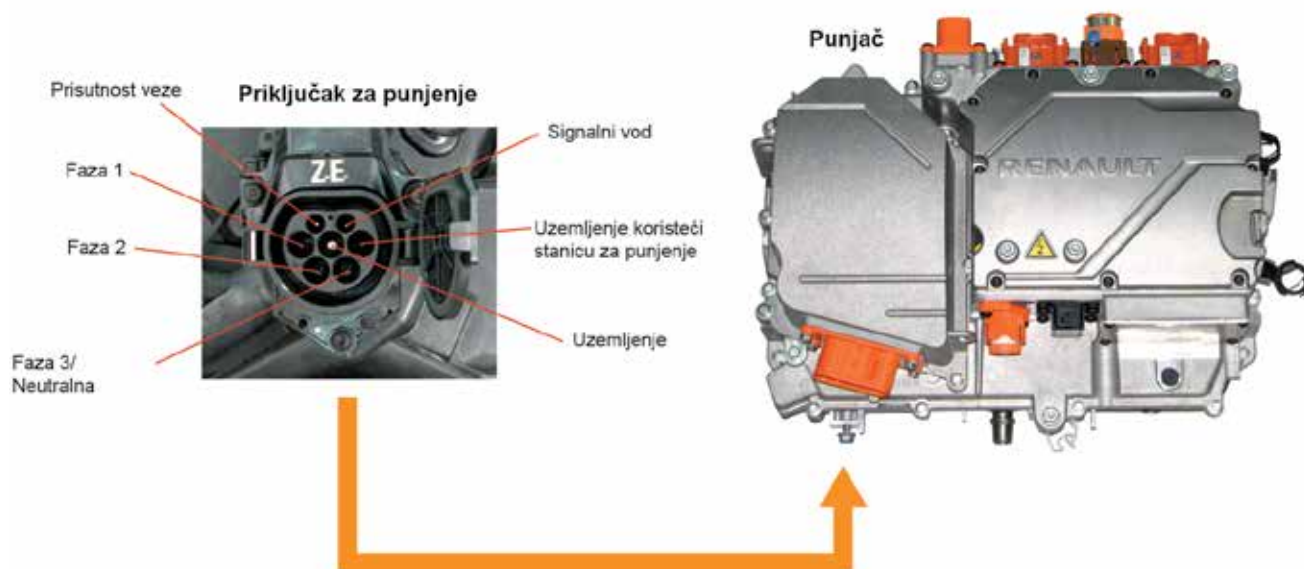


GLAVNE KOMPONENTE POGONSKOG SUSTAVA

Priključak za električno punjenje i punjač

Kad god se kupi električno vozilo, potrebna je stanica za punjenje na koju se vozilo može priključiti kako bi se napunila baterija. Povezivanje s vozilom vrši se pomoću priključka za punjenje koje može primiti različite snage struje ovisno o tome je li punjenje jednofazno ili trofazno. Kućna struja je izmjenična. Zbog svoje prirode ne može se pohraniti u bateriju. Struja pohranjena i osigurana baterijom bilo koje vrste je istosmjerna. Stoga je potreban transformator za pretvaranje izmjenične kućne struje u istosmjernu struju baterije.

Za veću udobnost i za izravno spajanje na 220 V, većina proizvođača isporučuje punjač sa samim vozilom. Ovaj punjač upravlja procesom punjenja i pretvara izmjeničnu struju u istosmjernu struju potrebnu za rad pogonske baterije. Osim toga, uspostavlja se komunikacija između ovog punjača i stanice za punjenje.



Nedostatak ovih punjača je što zauzimaju prostor i povećavaju težinu vozila.

Vrste punjenja

Svaka vrsta baterije zahtijeva punjenje na određeni način. To znači da na tržištu postoji velik broj različitih punjača, a treba se konzultirati s proizvođačem oko toga koji je najprikladniji.

Što više električne energije imate na raspolaganju, to će manje vremena biti potrebno za punjenje baterije. Ovisno o snazi i vrsti dostupne električne struje, postoje tri vrste punjenja:

- **Konvencionalno punjenje:** Koristi intenzitet i konvencionalni električni napon kuće s jednofaznom strujom (ovisno o ugovorenoj snazi: 3,7-11 kW, 230 V).

- **Polubrzo punjenje:** Koristi se u stanicama za punjenje u gradskim i garažnim prostorima koji uobičajeno koriste trofaznu izmjeničnu struju. Pruža veću snagu od domaćih mreža, značajno smanjujući vrijeme punjenja (1 sat).
- **Brzo punjenje :** Brzi punjači rade sa strujama od 125 amp i naponom od 500 volti, što osigurava izlaznu snagu od oko 60 kW. Ovo punjenje mora se promatrati kao produženje dosega ili praktično punjenje. Vrijeme punjenja baterije znatno je smanjeno u usporedbi s drugim vrstama punjenja.

Protokoli i konektori za punjenje

Proizvođači električnih vozila utvrdili su vlastite komunikacijske protokole koji čine dio procesa punjenja baterije. Ovi protokoli izvještavaju o statusu baterije, razini napunjenosti, zaštiti tijekom punjenja i samom procesu punjenja. Zbog nekompatibilnosti između različitih protokola i konektora, kako u komunikaciji tako i u konstrukciji konektora,

proizvođači pokušavaju standardizirati svoje sustave punjenja s određenim poteškoćama.

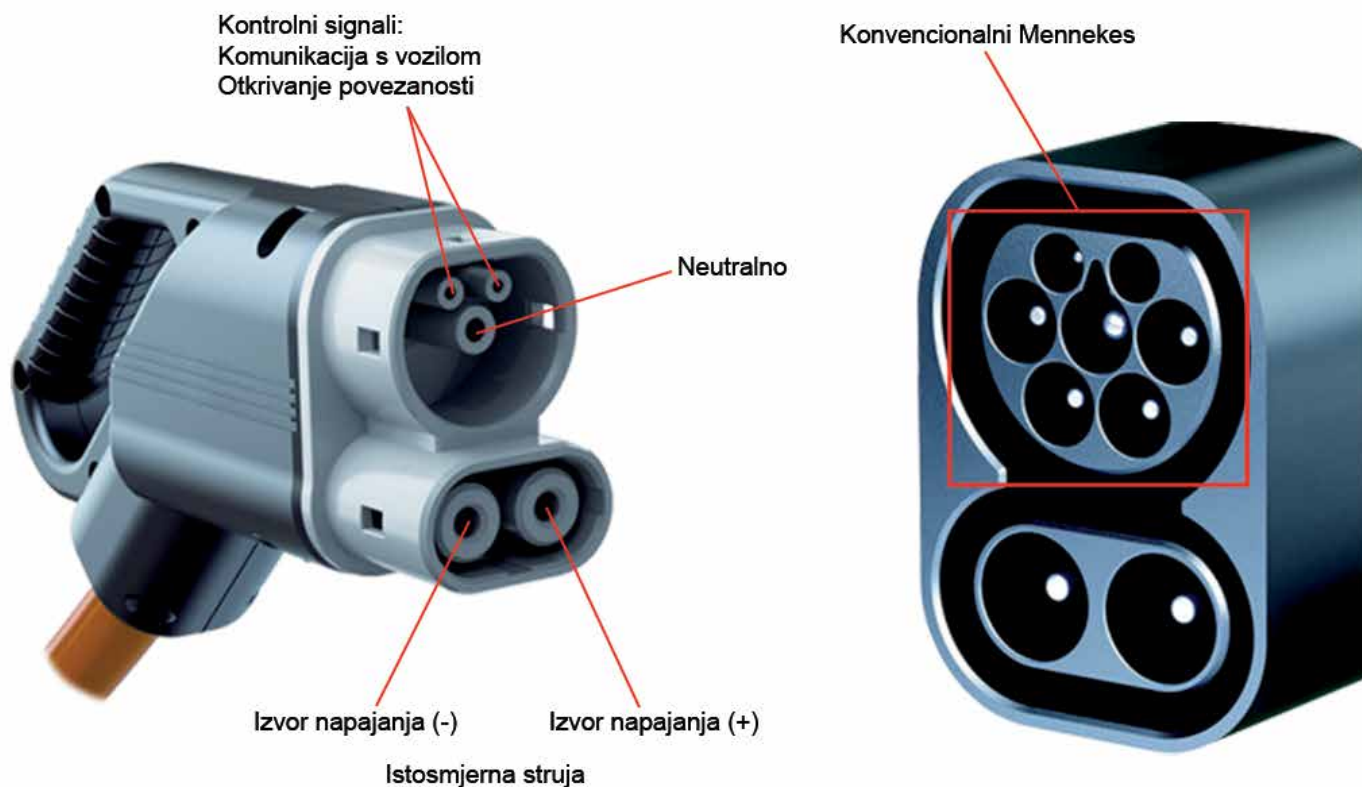
Ovisno o različitim tržištima možemo pronaći različite standardizirane protokole za punjenje:

- **Mennekes konektor:** Ovo je standardni konektor u Europi. Temelji se na međunarodnom standardu IEC 62196 (Međunarodno elektrotehničko povjerenstvo).



Izmjenična struja	jednofazna i trofazna do 16-63 A
Napon	100-500 V
Snaga	do 43.8 kW
Komunikacijski protokol	PLC (Power Line Communications)

Postoji mješovita varijanta iz Mennekesa za punjenje istosmjernom strujom. Zove se **Mennekes CCS** Kombinirani sustav punjenja, a sastoji se od još dva pina za + i - DC . To omogućuje brzo punjenje snage do **100 kW** .

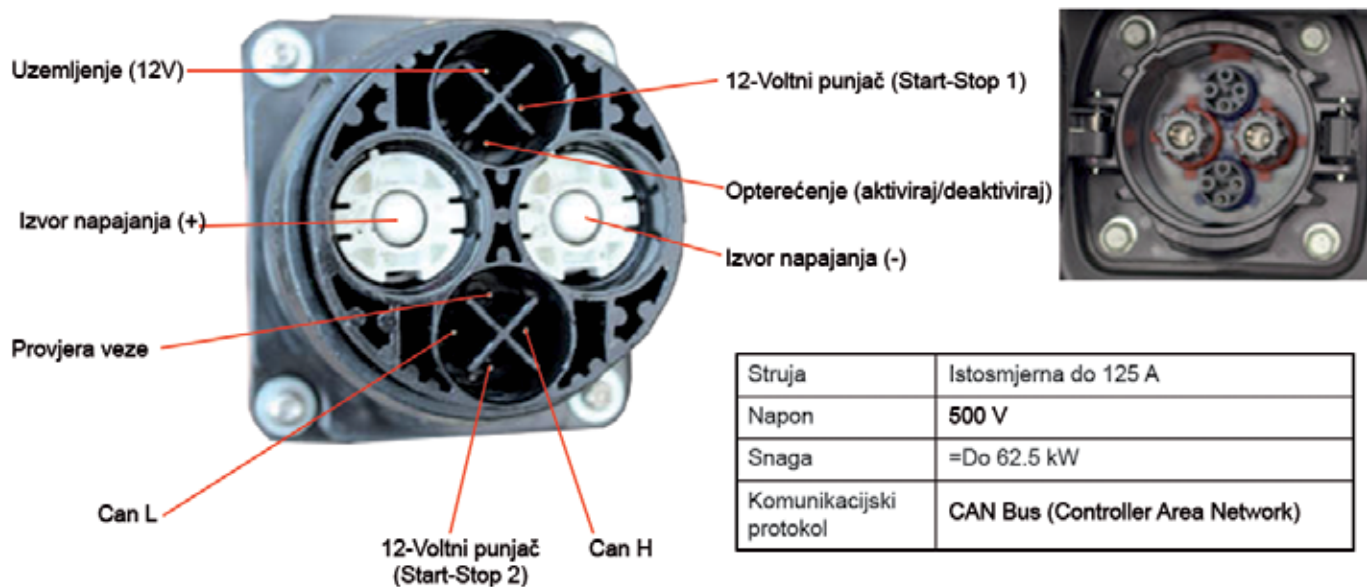


- **SAE J1772 ili Yazaki:** Razvijeno u SAD-u. Samo za američki standard.



Postoji mješovita varijanta SAE J1772 za punjenje istosmjernom strujom. Zove se **SAE CCS** Kombinirani sustav spojki, a sastoji se od još dva pina za + i - DC . To omogućuje brzo punjenje snage do **90 kW** .

- **CHAdeMO konektor:** CHArge de MOve (punjenje u pokretu) od Japanske fraze "Ajmo popiti kavu". Ovo je japanski standard za brzo punjenje. Dizajniran je isključivo za istosmjernu struju i ima ručni sustav zaključavanja.



Zbog velikog broja konektora, neki proizvođači odlučuju prilagoditi svoja vozila s više od jedne vrste konektora (jedan za konvencionalno punjenje kod kuće i drugi za brzo punjenje).



Pogonska baterija

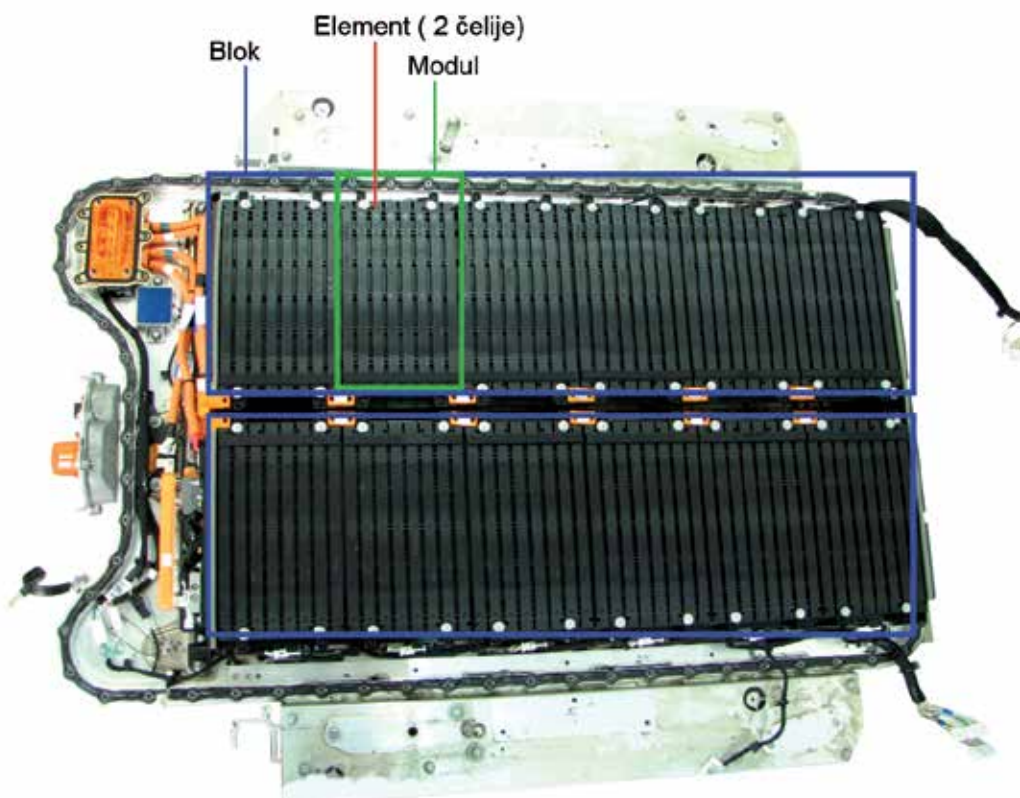
To je element koji pohranjuje energiju u kemijskom obliku koja se, kada se spoji na električni krug, pretvara u električnu energiju i obavlja rad. Obično se nalazi ispod poda vozila, što pomaže uravnotežiti težinu između prednjeg i stražnjeg dijela vozila i održavati nizak centar mase. To omogućuje optimalnu trakciju i daje vozilu izvrsnu stabilnost.

Postoje razne vrste; glavna razlika između baterija je snaga i napon koje isporučuju u osnovi leži u proizvodnom materijalu pozitivnih i negativnih elektroda. Najpoznatije baterije su:

Vrsta baterije	Olovno-kisela	Nikal-kadmij	Nikal-metal hidridna	Natrij-nikal (Zebra)	Litij-ionska
Materijal negativne elektrode	Olovo	Kadmij	Metalni hidridi	Natrij	Grafiti, nitridi i litijeve legure
Materijal pozitivne elektrode	Olovni oksid	Niklov hidroksid	Niklov hidroksid	Nikal	Litij-kobaltov oksid, Vanadijevi oksid...
Elektrolit	Sumporna kiselina	Kalijev hidroksid	Kalijev hidroksid	Natrij-nikal-klorid	Organsko otapalo + litijeva sol
Energija/težina (Wh/ kg)	30 - 50	48 - 80	60 - 120	120	110 - 160
Napon po elementu (V)	2	1.25	1.25	2.6	3.70
Trajanje (ciklusi punjenja / pražnjenja)	1000	500	1000	1000-2000	4000
Vrijeme punjenja (h)	8 - 16	10 - 14	2 - 4	-	2 - 4
Samopražnjenje po mjesecu (% od ukupnog broja)	5	30	20	-	25
Učinkovitost punjenja	82.5	72.5	70	92.5	90

Litij-ionske baterije su najnovije. Uporaba novih materijala kao što je litij omogućila je postizanje visoke gustoće energije, visoke učinkovitosti, uklonila efekt memorije, eliminirala potrebu za održavanjem i olakšala recikliranje.

Baterija ovog tipa sastoji se od velikog broja ćelija koje su grupirane u module i podijeljene u blokove. Sljedeća slika prikazuje primjer pogonske baterije s 192 ćelije podijeljene u 96 elemenata i spojene u serije. Naime, ova baterija ima nazivni napon od 360 V i može raditi pri maksimalnom naponu od 400 volti. Njen energetski kapacitet je oko 22 kWh i pruža domet od oko 150 km.



Napomena: Neka od sofisticiranijih vozila, kao što je Tesla Model S, sadrže više od 8.000 ćelija u bateriji. Kapacitet koji se nudi je 100 kWh i domet između punjenja je veći od 500 km.

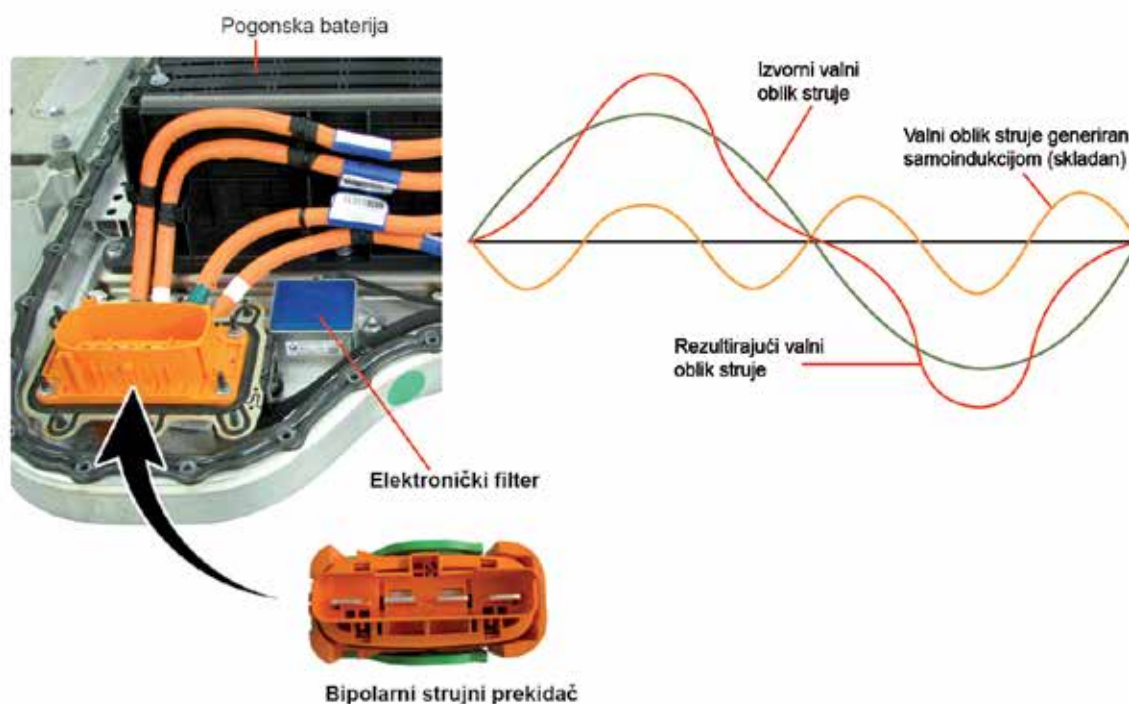
Da bi se poboljšala energetska učinkovitost, te baterije imaju autonomni sustav hlađenja koji održava stanice na optimalnoj radnoj temperaturi. U ovom slučaju koristi se rashladno sredstvo iz sustava klimatizacije, koje pomoću isparivača i puhala hladi protok zraka koji prolazi kroz sve module baterije.

Naponi punjenja i pražnjenja po ćeliji u ovim pogonskim baterijama trebaju biti uključeni u granice koje je propisao proizvođač. To se postiže uključivanjem sustava elektroničkog upravljanja koji nadzire i uravnotežuje cikluse punjenja/pražnjenja i njihov ispravan rad. Ovaj sustav

upravljanja zahtijeva komponente kao što su temperaturni senzori, strujni senzori, osigurači, otpornici itd.

Radi sigurnosti bipolarni strujni prekidač uključen je u ove baterije. Taj prekidač omogućava da se pozitivni i negativni priključci pogonske baterije odvoje od ostatka instalacije vozila. To je sigurnosni sustav koji sprječava opasne struje u ostatku ožičenja i komponentama visokog napona.

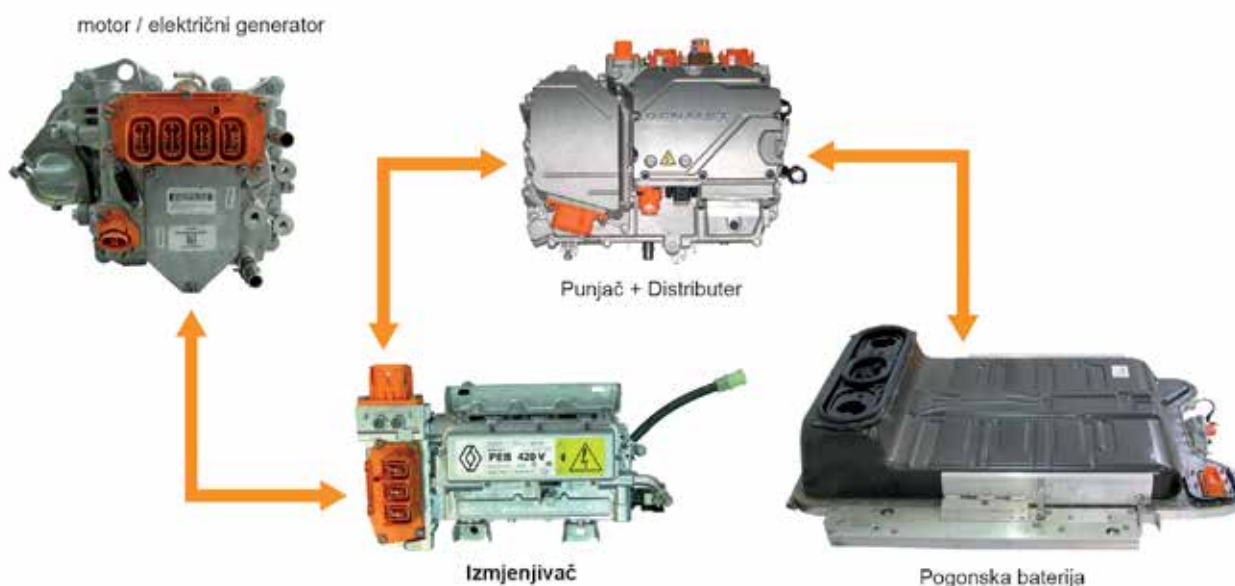
Još jedna neophodna komponenta koja osigurava trajnost i ispravan rad pogonske baterije je uključivanje elektroničkog filtera priključenog na negativni priključak. Ovaj filter upija harmonike u struji koja ulazi i izlazi iz njega.



Izmjenjivač

Ovo je za pretvaranje istosmjerne struje pogonske baterije u trofaznu izmjeničnu struju tako da motor visokih performansi može raditi. Osim toga, pri usporavanju pretvara električnu energiju koju gene-

rira motor natrag u istosmjernu struju kako bi se vratila u bateriju gdje se pohranjuje.



Komunikacija između izmjenjivača i elektromotora odvija se putem posebnog ožičenja. Svi visokonaponski kablovi zaštićeni su kako bi se spriječili „paraziti“ koliko je to moguće.

S druge strane, izmjenjivač upravlja uključivanjem faza statora, ovisno o položaju rotora, potrošnji energije, regenerativnom kočenju i

kreće li se vozilo naprijed ili natrag.

Nadalje, izmjenjivač smanjuje napon pogonske baterije na niski napon kako bi opskrbljivao potrošače od 12 volti te punio malu 12-voltnu bateriju.

Važno: U tim električnim vozilima nemojte koristiti 12-voltni sustav za pokretanje bilo kojeg drugog konvencionalnog vozila. Električna energija koja se dobiva od sustava niskog napona nije dizajnirana da podrži zahtijevanu potrošnju energije koja je potrebna elektropokretaču vozila s unutarnjim izgaranjem.

Kako bi se spriječilo pregrijavanje dijelova pogonskog sklopa (izmjenjivač, punjač, elektromotor, redukcijски sklop, itd.), instaliran je sustav za hlađenje vode. Temperatura u ovom rashladnom sustavu oscilira oko 50 °C, a korištenjem senzora temperature nije potreban termostat.

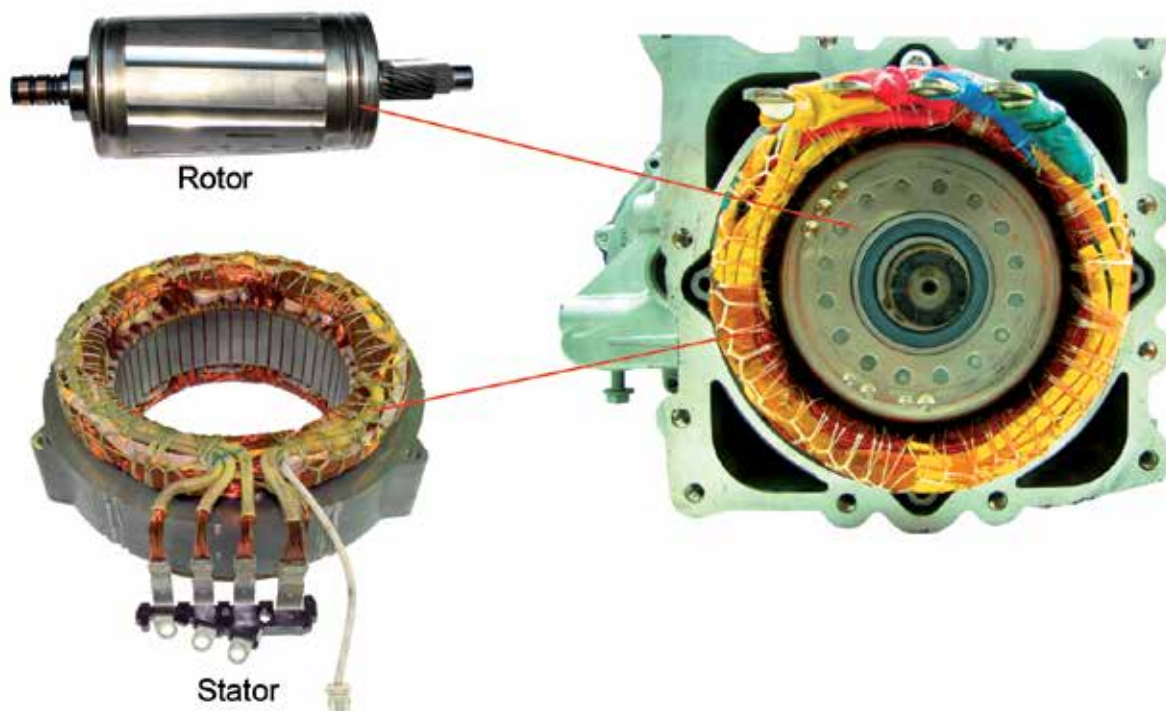
Elektromotorni pogon + redukcijски sklop

Pogonski motor je važna komponenta unutar arhitekture električnog vozila. Pretvara električnu energiju u mehaničku energiju koja se primjenjuje na kotače.

Princip rada elektromotora sastoji se od induciranja magnetskog polja koje generira stator koji pak djeluje s magnetskim poljem generiranim u rotoru. Ova interakcija ili „sukob“ između oba polja uzrokuje okretanje osovine elektromotora. Ovi motori također mogu raditi kao generator kada vozilo usporava, osiguravajući izmjeničnu struju koja se zatim

pretvara u istosmjernu struju (u izmjenjivaču) koja se pohranjuje u bateriji.

Glavne komponente ovih uređaja su stator, koji ostaje nepokretan, gdje su smješteni induktivni svitci i koji tvore namote od bakra prikazane na slici. Te rotor, koji je magnetska jezgra koja, pri okretanju, prenosi pokret na redukcijски sklop.



Tip motora

Elektromotori se u osnovi mogu svrstati u dva tipa: sinkroni i asinkroni. Razlika između njih leži u načinu rada.

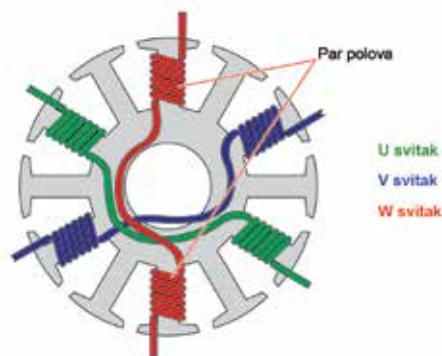
Kod sinkronih motora brzina vrtnje rotora je jednaka brzini vrtnje magnetskog polja statora. Kod asinkronih ili indukcijskih motora brzina rotora je uvijek niža od brzine vrtnje magnetskog polja statora.

Na primjer, Renault ZOE i Nissan Leaf koriste sinkrone motore, a Tesla koristi asinkrone motore.

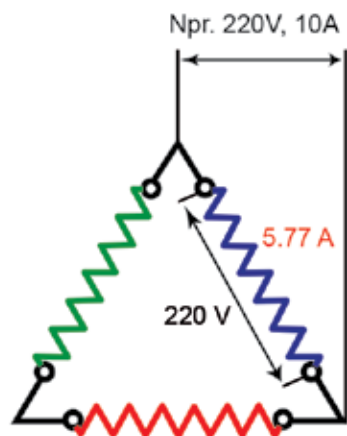
Stator

Ova je komponenta praktički ista u sinkronim i asinkronim motorima. Obično je stator trofazni i sastoji se od tri svitaka koji su ravnomjerno raspoređeni oko kućišta. Naziv svitaka je obično U, V i W.

Ovisno o tome kako su svitci raspoređeni oko njegovog kućišta, dobiva se veći ili manji broj magnetskih polova.



-Veza u obliku delta kruga-

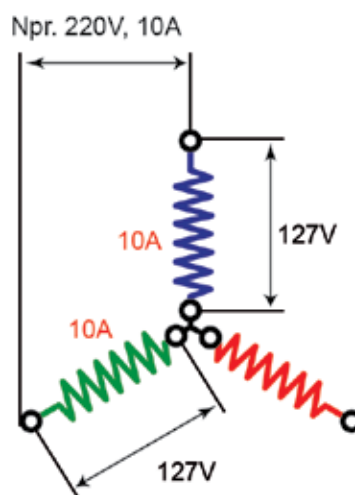


$$I_{\text{faza}} = \frac{I_{\text{linija}}}{\sqrt{3}} \quad V_{\text{faza}} = V_{\text{linija}}$$

Ovi svitci mogu biti spojeni u zvijezdu (svi priključci svitaka spojeni su na zajedničku točku) ili u delta krug (spajanje na kraju svake faze u seriji s načelom napajanja sustava kroz spojne točke). Sljedeća slika prikazuje ta dva tipa spajanja koji, kada se napajaju na 220 V, 10 A, imaju različite intenzitete i napone u svojim linijama.

Rotacijska snaga motora spojenog u zvijezdu ili u delta krug je ista. Međutim, kada su faze spojene u delta krug, intenzitet i okretni moment

-Veza u obliku zvijezde-



$$V_{\text{faza}} = \frac{V_{\text{linija}}}{\sqrt{3}} \quad I_{\text{faza}} = I_{\text{linija}}$$

motora niži su u usporedbi s onim spojenim u zvijezdu, dok su njegova brzina vrtnje i napon veći. S druge strane, kada su faze povezane u zvijezdu, brzina i napon su niži u usporedbi s delta konfiguracijom, dok su intenzitet i okretni moment motora veći. Tako se motori koji se koriste u električnim vozilima obično povezuju u zvijezdu kako bi se postigao maksimalni okretni moment motora.

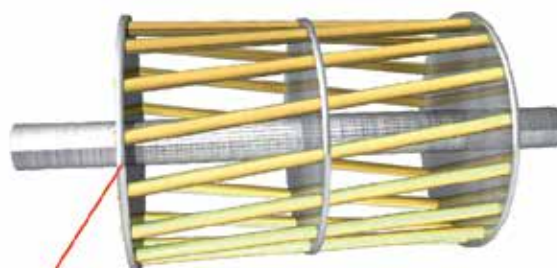
Rotor

Ovisno o tome je li motor sinkroni ili asinkroni, on može imati jedan ili drugi rotor. Asinhroni motori uključuju kavezni rotor. Dok sinkroni motori

- **Kavezni rotor** sastoji od nekoliko žica raspoređenih oko rubova rotora (obično je bakren). Krajevi tih žica su kratko spojeni kroz prstenasti držač, osim u slučaju kada je moguće spojiti namot rotora na

obično koriste rotor s trajnim magnetima.

vanjski dio. Magnetsko polje statora inducira struju u rotoru koja se zatim transformira u magnetskom polju koje je potrebno za okretanje osovine.



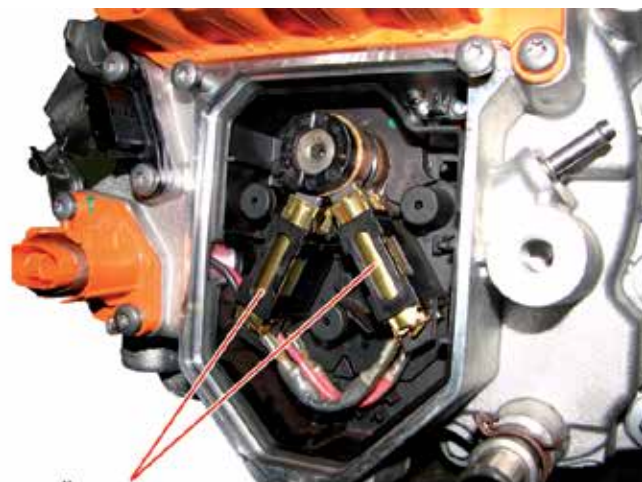
Prstenasti držač

- **Namotan Rotor** uključuje namot od bakra koji je omotan unutra i koji je spojen s vanjskim dijelom preko dva klizna prstena montirana na istoj osovini. Ovi prstenovi dobivaju konstantnu snagu preko čet-

kica kako bi pokrenuli namot rotora čija je svrha generirati magnetsko polje u potonjem.



Klizni prsteni



Četkice

- Rotor s **trajnim magnetima** ne mora "stvarati" magnetsko polje apsorbiranjem struje iz izvora energije, jer sami magneti već gene-

riraju magnetsko polje. Neodimij je materijal koji se često koristi za ovu vrstu magneta.

Redukcijski sklop

Zbog velikog broja okretaja elektromotora (12.000 okretaja u minuti) i visokog okretnog momenta, električna vozila ne trebaju nikakav mjenjač. Isto tako, budući da elektromotor može isporučiti energiju od 0 trenutka (prazan hod nije potreban), to također uklanja potrebu za sustavom kvačila.

Međutim, potrebno je montirati redukcijski sustav (redukcijski sklop) za pretvaranje velikog broja okretaja elektromotora u moment otpora.

Reduktor se sastoji od osovine elektromotora (rotora), redukcijskog zupčanika i konvencionalne diferencijale.

Rotor elektromotora

Zupčana poluga

Diferencijala



Poklopac redukcijskog zupčanika

Za obrnuti rad također nije potrebno spajanje trećeg zupčanika, jer je to dovoljno da se preokrene rotacija elektromotora.

SUSTAV REGENERACIJSKOG KOČENJA

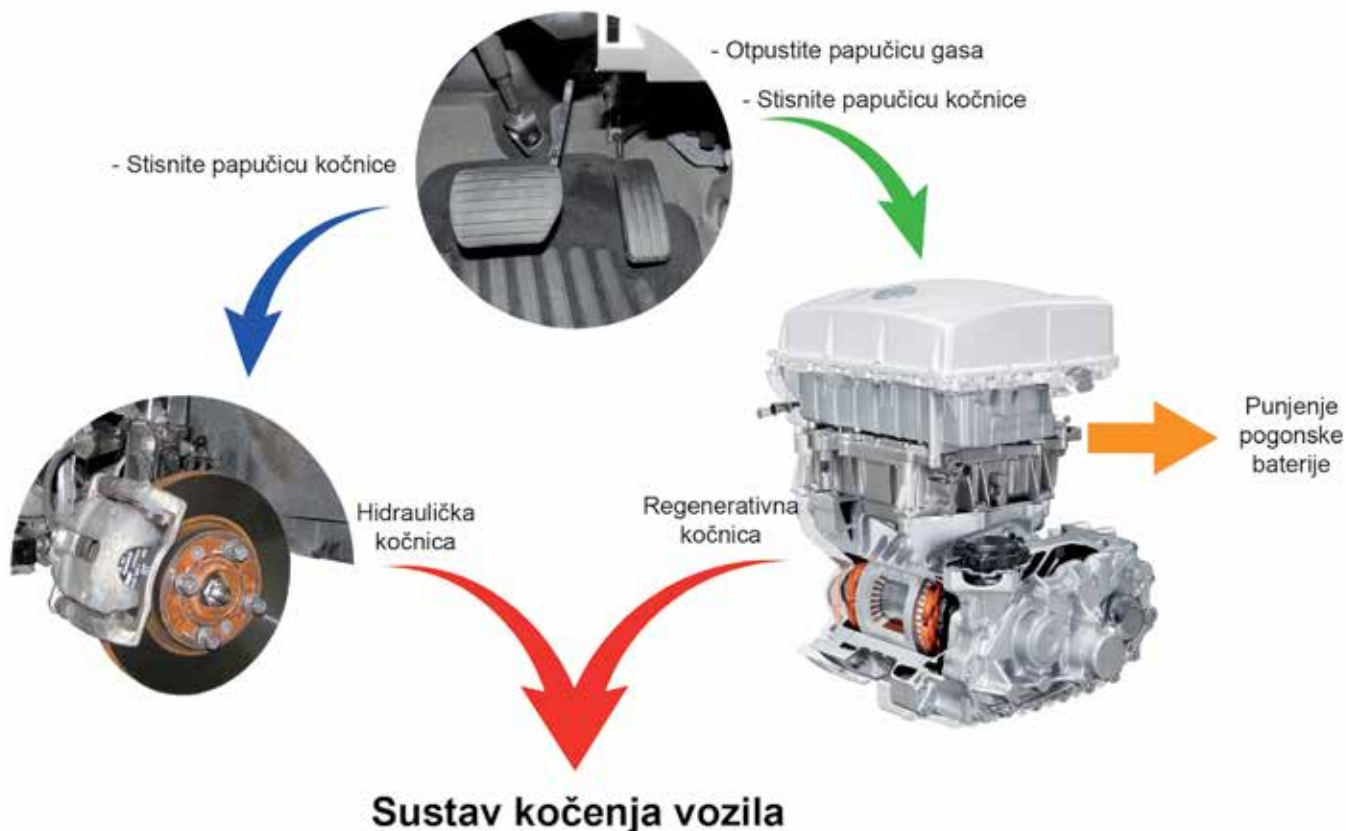
Normalno je pronaći različite sustave kočenja u električnom vozilu, ali za potrebe vozača, kočni sustav mora raditi kao da je jedinstvena sila kočenja. Kočna oprema sastoji se od klasičnog hidrauličkog sustava i sustava regeneracijskog kočenja, pri čemu interwenira pogonski elektromotor (kada radi kao generator struje).

Konvencionalni sustav kočenja (hidraulički) obično ima pojačivač sile kočenja koji radi u vakuumu. U konvencionalnom vozilu, vakuum dolazi iz usisnog razvodnika (benzinski motor) ili papučice kočnice (dizelski motor). U slučaju električnog vozila, ovaj vakuum se može stvoriti, općenito govoreći, na dva načina:

- S električnom vakuumskom pumpom, gdje se vakuum aktivira prema signalu senzora tlaka montiranog na samom pojačivaču sile kočnice.
- Ili, elektromotor koji se koristi za ABS sustav generira hidraulički tlak koji se koristi u hidrauličkom krugu.

Regenerativno kočenje kod ovog tipa vozila počinje raditi kada se otpusti papučica gasa. U tom trenutku, elektromotor prestaje davati brzinu kotačima kako bi počeo obavljati funkciju generatora. Inercija rotora uzrokuje elektromagnetsku indukciju u svitcima statora, stvarajući na taj način izmjeničnu struju. Ova izmjenična struja se pretvara u istosmjernu struju pomoću izmjenjivača koja se kasnije skladišti u pogonskoj bateriji. Što se više pritisne papučica kočnice i povećava tlak na njoj, to baterija više apsorbira energiju preko generatora, što dovodi do više zadržavanja.

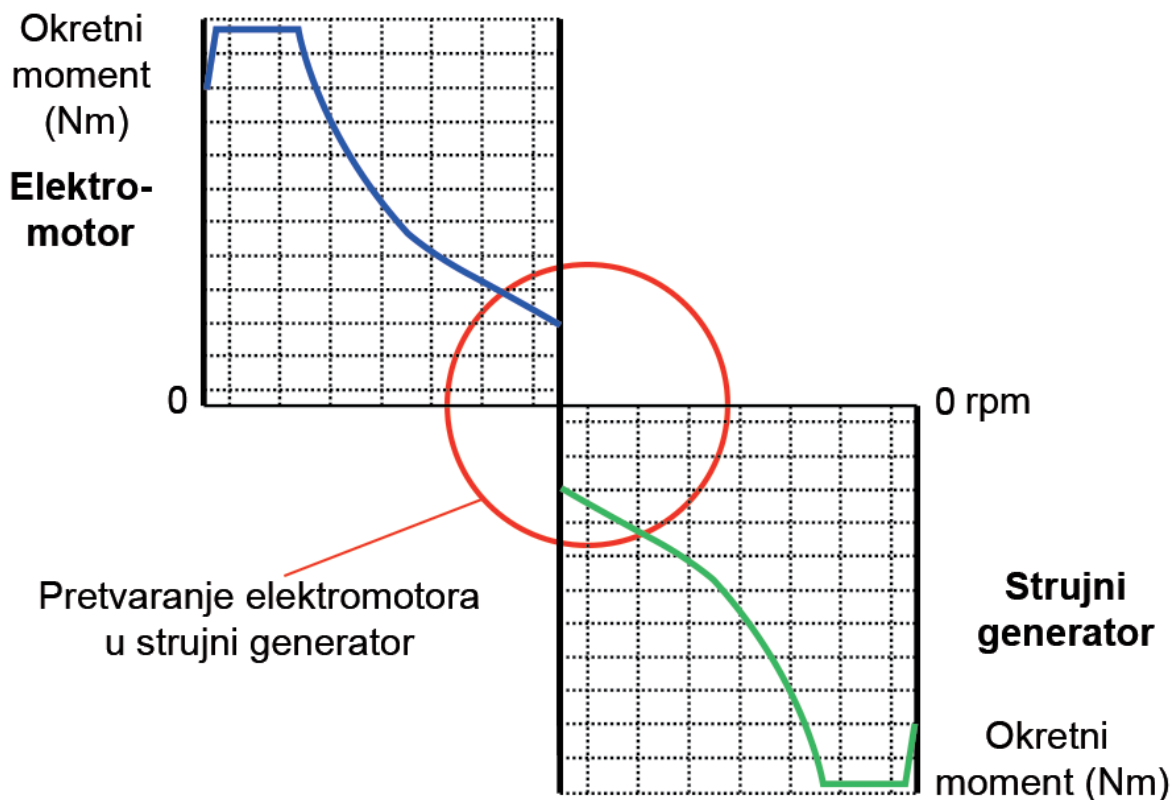
Kod regenerativnog kočenja, raspon vozila se značajno povećava, posebno kada vozite u gradu. Istovremeno se smanjuje i trošenje kočnica. Kako bi električno vozilo učinkovito kočilo i zauzvrat dobilo najviše koristi od regenerativnog kočenja za punjenje pogonske baterije, potreban je kočni sustav koji kontinuirano kombinira oba kočna sustava.



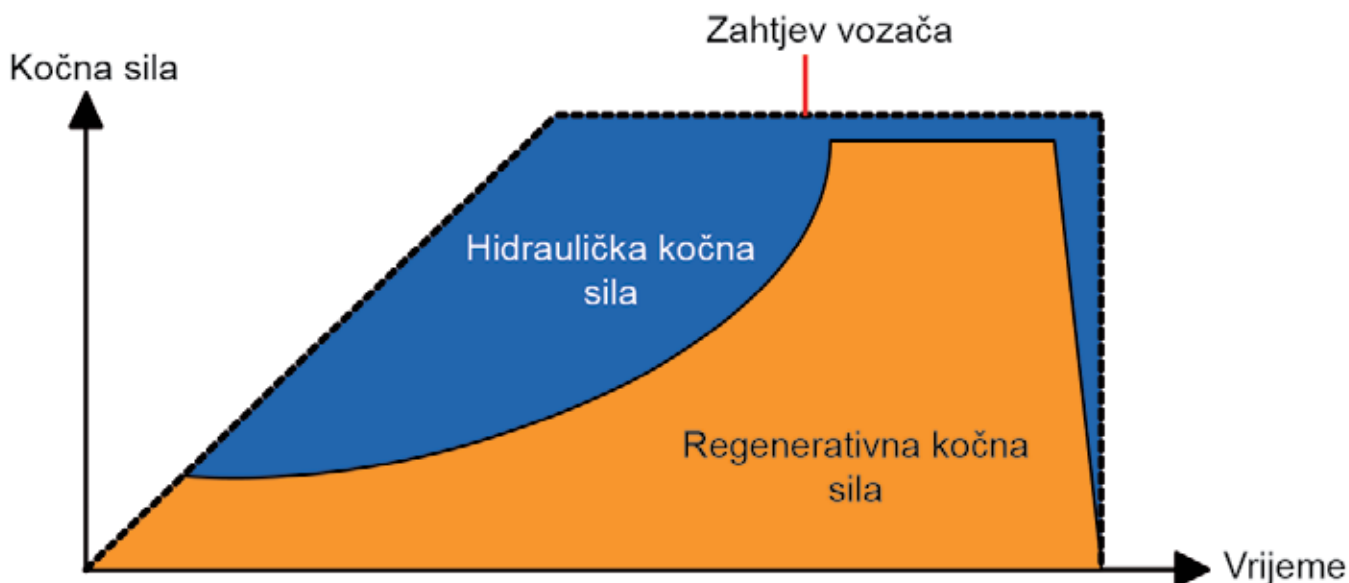
Otporni moment generatora ovisi, djelomično, o tome na kojem broju okretaja se okreće. Kod prelaska s elektromotora na strujni generator, postoji kratko vrijeme u kojem nema raspoloživog okretnog momenta, kada kočenje mora biti 100% hidraulično. Čim je otporni moment ponovno dostupan, kočioni sustav može smanjiti ili čak eliminirati hidrauli-

ličko kočenje kako bi iskoristio regenerativno kočenje. Sa smanjenjem brzine vrtnje generatora, otporni moment nije moguć. U tom trenutku ponovno se mora primijeniti hidrauličko kočenje.

Zakretni moment motora



Stoga kočni sustav električnog vozila isključuje tlak koji stvara vozač na pumpi kočnice kako bi se spojilo hidrauličko i regenerativno kočenje ovisno o zahtjevima za kočenjem.



SUSTAV UPRAVLJANJA KLIMOM

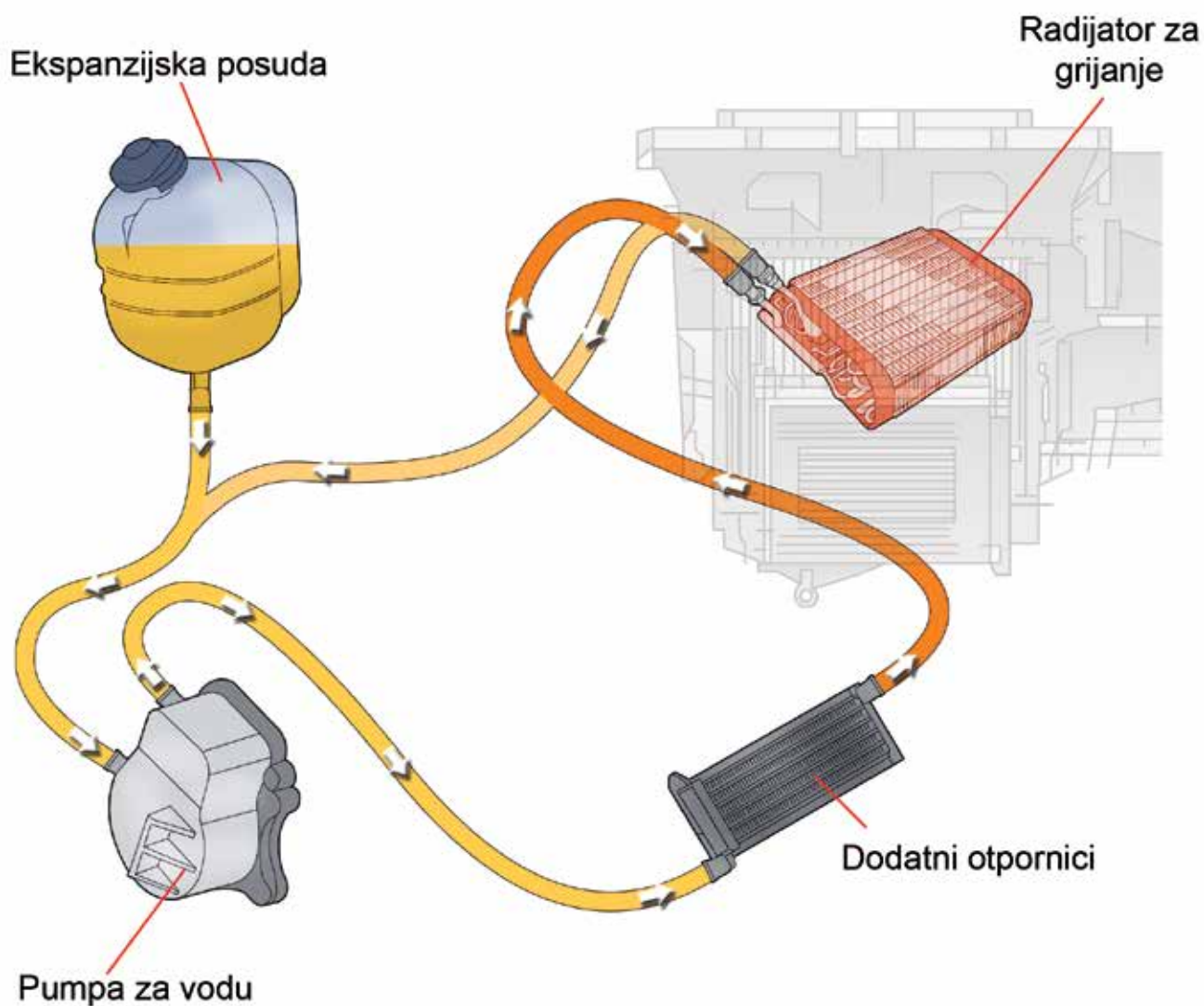
Budući da električno vozilo nema motor s unutarnjim izgaranjem, proizvođači takvih vozila postavili su dva pitanja:

- Kako koristiti A/C kompresor.
- I kako imati izvor topline za grijanje.

Što se tiče izvora topline za grijanje, prva električna vozila bila su opremljena stacionarnim grijanjem koje je radilo preko malog spremnika gorivom (benzin ili dizel); nešto slično kao kućno grijanje.

Još jedna modernija opcija koja je usvojena je upotreba dodatnih otpornika koji rade na naponu pogonske baterije. Sustav također sadrži sljedeće komponente:

Dodatni otpornici zagrijavaju tekućinu koja cirkulira kroz krug. Oni rade kad god vozilo radi i kada se uključi funkcija grijanja.



U hladnoj petlji koriste se iste komponente kao u konvencionalnom vozilu, jedina razlika je u tome što kompresor klima uređaja radi pomoću elektromotora ugrađenog u njegovu unutrašnjost.

Ovi tipovi kompresora su obično tipa Scroll i njihov položaj je isti kao kod konvencionalnog vozila, tj. u prostoru motora.

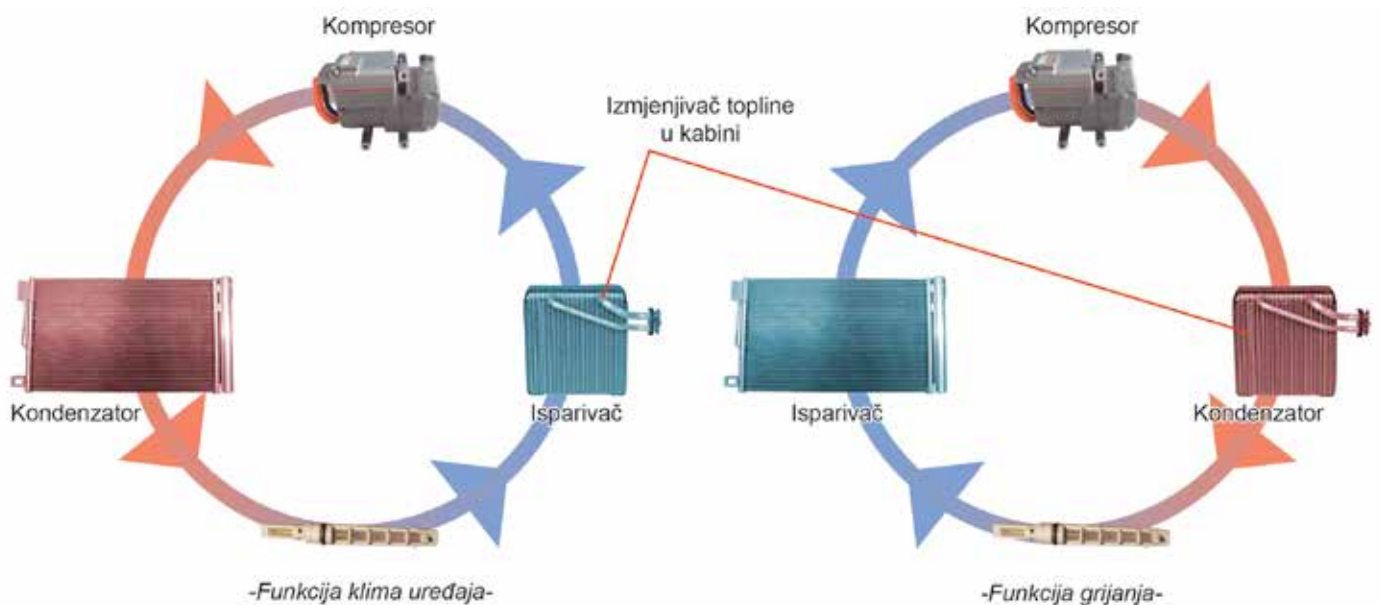
Plin koji se koristi ovisi o godini proizvodnje vozila. Najčešći su R-134a i 1234-yf.



U svrhu povećanja dometa, mnoga električna vozila imaju program koji može predvidjeti grijanje ili hlađenje kabine dok se akumulator vozila puni. U tom slučaju, energija potrebna za ovaj proces dolazi iz kućnog električnog sustava umjesto iz baterije vozila.

S druge strane, uređaj za klimatizaciju zraka vozila također interwenira u hlađenju pogonske baterije.

Druga vozila, kao što je Renault ZOE, koriste reverzibilni sustav kontrole klime koji se odnosi na sustav koji omogućuje grijanje i hlađenje zraka. Izmjenjivač topline u kabini radi kao kondenzator za oslobađanje topline ili kao isparivač za ispuštanje svježeg zraka. Skup električnih ventila služi za preokretanje funkcije oba izmjenjivača topline.



ODRŽAVANJE

Kao i u vozilima s unutarnjim izgaranjem, električna vozila imaju vlastito održavanje. Sljedeće provjere i pregledi nude se u većini usluga održavanja:

- Zamjena tekućine za hlađenje svakih 5 godina ili svakih 150.000 km. To treba učiniti u skladu s proizvođačevim specifikacijama.
- Zamjena kočione tekućine, proizvođači preporučuju da se to provodi svakih 120.000 km ili 4 godine. Istovremeno treba naglasiti da kočione obloge u tim vozilima obično traju duže nego u konvencionalnim vozilima, jer regenerativno kočenje u električnim vozilima smanjuje trošenje kočionih obloga.
- Redukcijski sklop koristi ulje za mijenjač. Preporučuje se provjera razine ulja na svakih 30.000 km (ove brojke se temelje na pregledu vozila).
- Neki proizvođači preporučuju da se baterija od 12 V u tim električnim vozilima zamijeni svake 3 godine kao mjera opreza.
- Preporučuje se da se filter kabine zamijeni svakih 30.000 km.
- Preporuča se da se filter za dehidraciju klima uređaja mijenja svake 2 godine.

Što se tiče guma koje se koriste u mnogim električnim vozilima, treba napomenuti da su one posebne vrste.

Zbog velikog okretnog momenta ovih vozila, gume su konstruirane s visokim koeficijentom trenja. Neki proizvođači se odlučuju za upotrebu guma većih promjera, ali s uskom širinom profila, koje osiguravaju nizak otpor kotrljanja kako bi se povećao domet vozila (povećanje od 10% ovisno o vozilu). Njihov period zamjene ovisi o tome koliko se troše.

- Kod otvaranja kruga klimatizacije važno je imati na umu specifikacije ulja kompresora, jer to ulje mora biti tipa POE. Ulje mora imati specifična električna izolacijska svojstva koja štite kompresor od električnog udara koji proizvodi motor.

Kao i u konvencionalnom vozilu, također je potrebno redovito provjeravati gume, tekućinu za pranje vjetrobrana, brisače, žarulje te održavati i mijenjati, ako je potrebno, pokretne komponente kao što su:

- dijelovi hidraulične kočnice
- kuglasti zglobovi
- ležajevi
- dijelovi upravljača i ovjesa





EureTek Flash ima za cilj demistificirati nove tehnologije i napraviti ih transparentnim, kako bi stimulirali profesionalne servisere da pokušaju držati korak s tehnologijom.

Dodatno ovom časopisu, EureTechBlog pruža na tjednoj bazi tehničke postove o automobilskim temama, pitanjima i inovacijama.

Posjetite i pretplatite se na EureTechBlog
www.euretechblog.com

Eure!Car
CERTIFIED MASTERCLASSES

Sjedište tehničke kompetencije u Kortenbergu, Belgija (www.ad-europe.com).

Eure! Car je inicijativa Auto distribucije International, s industrijskim partnerima koji podržavaju Eure! Car.

Wisit www.eurecar.org za više informacija ili za pregled tečajeva.

Razina znanja mehaničara je od vitalne važnosti, Eure! Car program sadrži sveobuhvatan niz visokih profila edukacija i u budućnosti mogu biti nacionalni AD organizatori i njihovi distributeri dijelova u 40 zemalja.

industrijski partneri koji podupiru Eure!Car



Hibridna tehnologija



Odricanje od odgovornosti: informacije sadržane u ovom priručniku nisu iscrpne i pružaju se samo u informativne svrhe. Informacije ne podliježu odgovornosti autora.