

ELEKTRINĖS TRANSPORTO PRIEMONĖS

▼ ŠIAME LEIDINYJE

ĮVADAS

2

PAGRINDINIAI ELEKTRINIŲ TRANSPORTO PRIEMONIŲ VEIKSNIAI

2

EUROPOS PATVIRTINIMO DOKUMENTAI IR TEISĖS AKTAI

4

ELEKTRINIŲ TRANSPORTO PRIEMONIŲ BENDROJI ARCHITEKTŪRA

5

PAGRINDINIAI PAVAROS SISTEMOS KOMPONENTAI

6

REGENERACINĖ STABDŲ SISTEMA

15

KLIMATO VALDYMO SISTEMA

16

TECHNINĖ PRIEŽIŪRA

18

ĮVADAS

Bėgant metams automobilių sektoriuje pastebima didelė pažanga, tačiau nėra jokių abejonių, kad elektrinės transporto priemonės atsiradimas buvo vienas svarbiausių.

Pirmosios kartos elektrinės transporto priemonės, kurias pagamino Robert Anderson, atsirado 1839 m.. Šių transporto priemonių elektros šaltinis buvo neįkraunamos baterijos. 1880 m. išradus įkraunamas baterijas, elektrinės transporto priemonės pradėtos masiškai gaminti anksčiau nei transporto priemonės su vidaus degimo varikliais.

1899 m. greičio rekordą pagerino „La Jamais Contente“ (liet. „Niekuomet nepatenkinta“) pavadinta elektrinė transporto priemonė, kuri pasiekė 105 km/h greitį dėka Tomo Edisono NiFe baterijų. Pasiekę viršūnę, elektrinių automobilių pardavimai sudarė 90%.

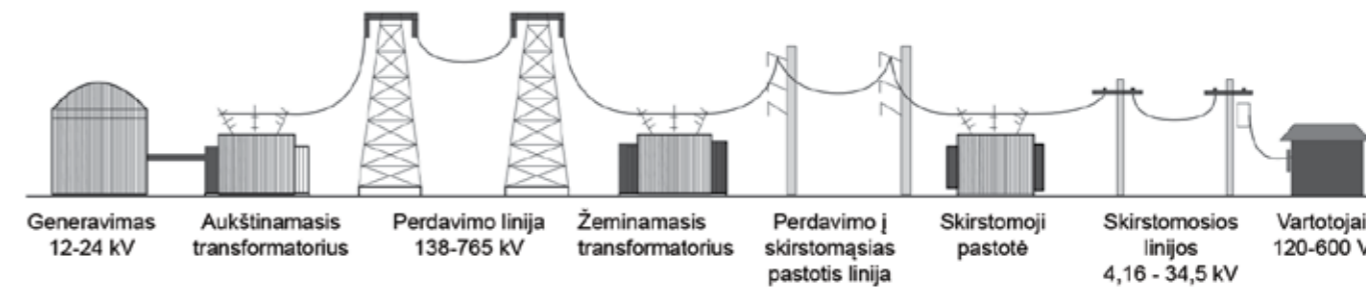
Nepaisant to, šių transporto priemonių gamyba sustojo, nes jų rida buvo palyginti maža, o eksploataavimo charakteristikos prastos. Kita vertus, transporto priemonės su vidaus degimo varikliu iš esmės vystėsi sparčiau dėl lėktuvų variklių tobulinimo. Šiais laikais dėka izoliuotos užtūros

dvipolių tranzistorių (IGBT) ir didesnės talpos baterijų, daug gamintojų vis labiau skatinami investuoti į elektrines transporto priemones. Pagrindinis tikslas – efektyviau naudoti energiją ir mažinti iš iškastinio kuro susidarantių kenksmingų medžiagų kieki.

Artimiausiu metu baterijų įkrovimo infrastruktūra nesudaro sąlygų elektrinėms transporto priemonėms pakeisti transporto priemonių su vidaus degimo varikliais. Daugelio modelių trūkumas – akumuliatoriaus eksploatavimas ir jo įkrovimo trukmė. Šie veiksniai stabdo jų visišką įdiegimą.

Nepaisant to, daugumai elektrinių transporto priemonių šiuo metu tenka nuvažiuoti mažiau nei 60 km per dieną, dažniausiai miestų zonose. Tokius atstumus didelė dalis šių transporto priemonių galėtų įveikti visiškai be jokių problemų.

Be to, spartesnių (nuolatinės srovės) įkrovimo sistemų ir naujos kartos ličio jonų įkraunamos baterijos sukūrimas prognozuoja kur kas sėkmingesnę elektrinių transporto priemonių ateitį.



Energijos naudingumo koeficientas

Lyginant transporto priemonės su vidaus degimo varikliu naudingumo koeficientą nuo degalų bako iki ratų ir dabartinių elektrinių transporto priemonių naudingumo koeficientą – nuo baterijų iki ratų, nesunku pamatyti, kad elektrinės transporto priemonės naudingumo koeficientas yra gerokai

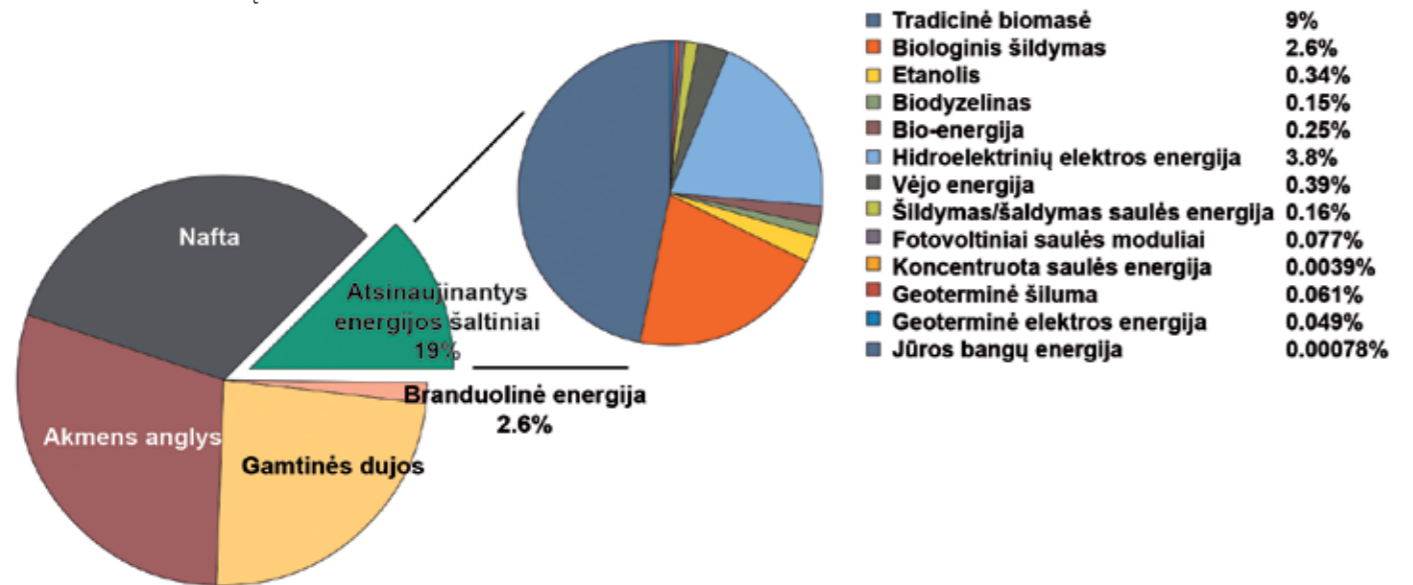
didesnis nei vidaus degimo variklio (su dyzelinių variklių Start-Stop sistema, Euro V, regeneraciniu stabdymu ir kitomis efektyvumo didinimo priemonėmis).

PAGRINDINIAI ELEKTRINIŲ TRANSPORTO PRIEMONIŲ VEIKSNIAI

Energijos tiekimo sistema

Šiandienos visuomenė, neatsižvelgiant į gerovės lygį, negali veikti arba išgyventi be pakankamo ir nuolatinio energijos tiekimo. Visas energetinio ciklo procesas (išgavimas, perdirbimas ir tiekimas) sudaro didelę pasaulio ekonomikos sistemos dalį.

Šioje 2013 metų diagramoje pateikta pasauliniu lygiu suvartojamos energijos šaltinių klasifikacija. Iš visų žinomų energijos šaltinių vieni labiau teršia aplinką ir yra ekonomiškėsi nei kiti.



Norint pasinaudoti elektros energijos tvarumo privalumais, jos šaltinis turi būti ne branduolio dalijimosi įrenginiai arba elektrinės, bet atsinaujinantys energijos šaltiniai ir branduolių sintezės elektrinės.

Ateities prognozės numato energijos poreikio padidėjimą, kuris galėtų pakenkti dabartinės energetikos sistemos tvarumui. Dėl šios priežasties bandoma imtis priemonių: vystomi atsinaujinančios energijos šaltiniai, didinamas energijos paskirstymo efektyvumas.

Siekiant užtikrinti platų elektrinių transporto priemonių prieinamumą, priklausomai nuo šalies, teks iš esmės keisti dabartinę energetikos sistemą nuo gamybos iki galutinės paskirstymo grandinės pakopos.

Galiausiai, didelė dalis energijos būtų suvartojama jos gamybos vietoje.

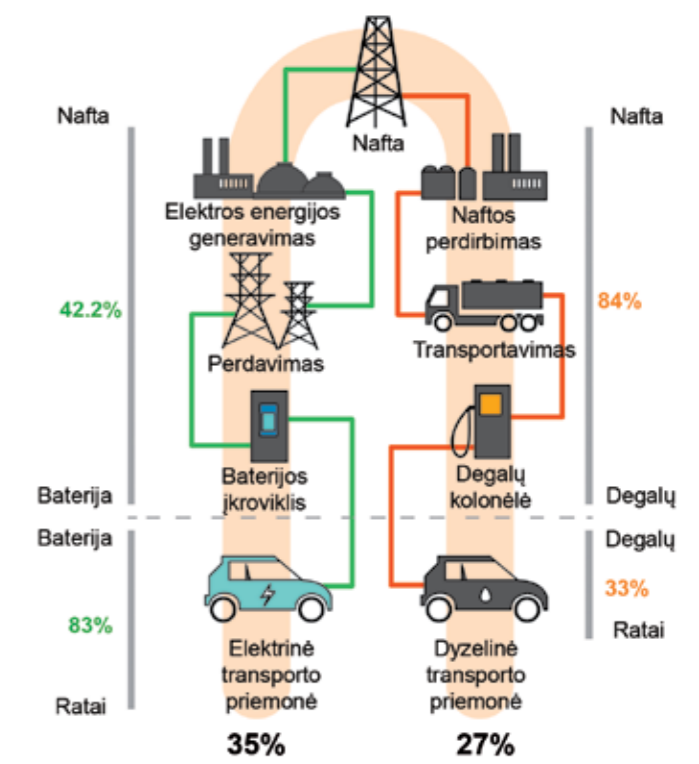


83%

33%

Tačiau, jei lyginant naudingumo koeficientus būtų atsižvelgta į tai, kad elektros energija gaminama iš naftos ir tyrimas būtų atliekamas nuo naftos gręžinio iki ratų, elektrinės transporto priemonės koeficientas būtų ne ką didesnis nei dyzelinių transporto priemonių.

Todėl elektros energija neturi būti gaminama iš angliavandenilių šaltinių. Be to, kiek tai įmanoma, elektros energiją reikėtų gaminti vartojimo vietoje.



Poveikis aplinkai

Pagrindinis elektrinių transporto priemonių privalumas, kad nepriklausomai nuo eksploatacinių sąlygų, nesudaro jokių dujinių teršalų. Atlikti tyrimai rodo, kad mieste atsiras 1 000 elektrinių transporto priemonių, per metus nebūtų išmesta 30 000 kg dujinių teršalų ir daugiau nei dvi tonos CO₂.

Kitas didelis elektrinių transporto priemonių privalumas yra tai, kad jos

beveik nekelti triukšmo; elektrinių variklių spinduliuojamas triukšmas decibelais yra labai mažas. Tylios transporto priemonės, kurios variklis nekelti vidaus degimo varikliui būdingos vibracijos, vairavimas yra labai teigiamas reiškinys.

Kita vertus, tyla kelyje daro įtakos pėsčiųjų ir dviratininkų saugumui.

EUROPOS PATVIRTINIMO DOKUMENTAI IR TEISĖS AKTAI

Keliuose eksploatuojama elektrinė transporto priemonė turi atitikti teisės aktus, kuriuose nustatyti specifiniai saugos ir aplinkos reikalavimai. Europoje galioja **ECE Reglamentas 100**, kuriame pateikti elektrinėms transporto priemonėms keliami specifiniai reikalavimai dėl jų gamybos ir eksploatacinių saugos. 2010 m. gruodžio 4 d. įsigaliojo ir po dvejų metų tapo privaloma šio reglamento keitinių serija 01.

ECE Reglamentas 100.00: taikomas tik elektrinėms transporto priemonėms, bet netaikomas hibridiniams automobiliams ir M bei N kategorijos transporto priemonėms, kurių maksimalus greitis didesnis kaip 25 km/h. Šiame reglamente nustatomi konstrukcijos reikalavimai (apsauga nuo sąlyčio su įtampingosiomis dalimis, izoliacijos ir apkrovos varža), eksploatacinių charakteristikų reikalavimai ir reikalavimai dėl kenksmingų medžiagų (vandenilio išlakų).

ECE Reglamentas 100.01: yra pirmesnio reglamento išplėtoji versija. Į šio reglamento taikymo sritį įtrauktos hibridinės transporto priemonės. Taip pat papildyti arba modifikuoti kiti reglamento punktai, pvz., aukštos įtampos nuolatinė srovė yra iš naujo apibrėžta kaip įtampa nuo 60 V iki 1500 V, o kintamoji srovė – nuo 30 V iki 1000 V. Be kitų saugos reikalavimų punktų, nustatyti jungtims keliami saugos reikalavimai. Aukštos įtampos kabelio izoliacija turi būti oranžinės spalvos, modifikuotos matavimo procedūros nuolatinės ir kintamosios srovės grandinėms atskirti.

Toliau pateikiami kiti bendrieji straipsniai, specialiai skirti elektrinėms transporto priemonėms:

- **R10:** apibrėžiamas transporto priemonių **elektromagnetinis suderinamumas** dėl elektromagnetinių bangų spinduliavimo ir atsparumo jų trikdžiams.
- **R13 ir R13H:** **keleivinių ir krovinių transporto priemonių stabdžių sistemų** reglamentai, kuriuose taip pat atsižvelgiama į elektrinių transporto priemonių regeneracinę stabdžių sistemą.
- **R79:** apibrėžiamos **vairo sistemų** konstrukcijos charakteristikos, šiuos mechanizmus veikiančios didžiausios jėgos ir kitos transporto priemonių elektroninio valdymo sistemas reglamentuojančios taisyklės.

- **R85:** apibrėžiama **variklių galia**. Į vieną iš priedų įtrauktas elektros pavaros variklių galios skaičiavimas atliekant galios matavimą ant veleno bandymą ir kitą – 30 min trukmės bandymą esant maksimaliai galiai.
- **R94 ir R95:** aprašoma keleivių apsauga transporto priemonės priekinio ir galinio susidūrimo atveju.
- **R101:** Aprašoma apie išmetamąsias **CO₂** dujas ir degalų suvartojimą vidaus degimo ar hibridiniuose varikliuose. Taip pat apie elektrinių transporto priemonių energijos suvartojimą bei ridą.

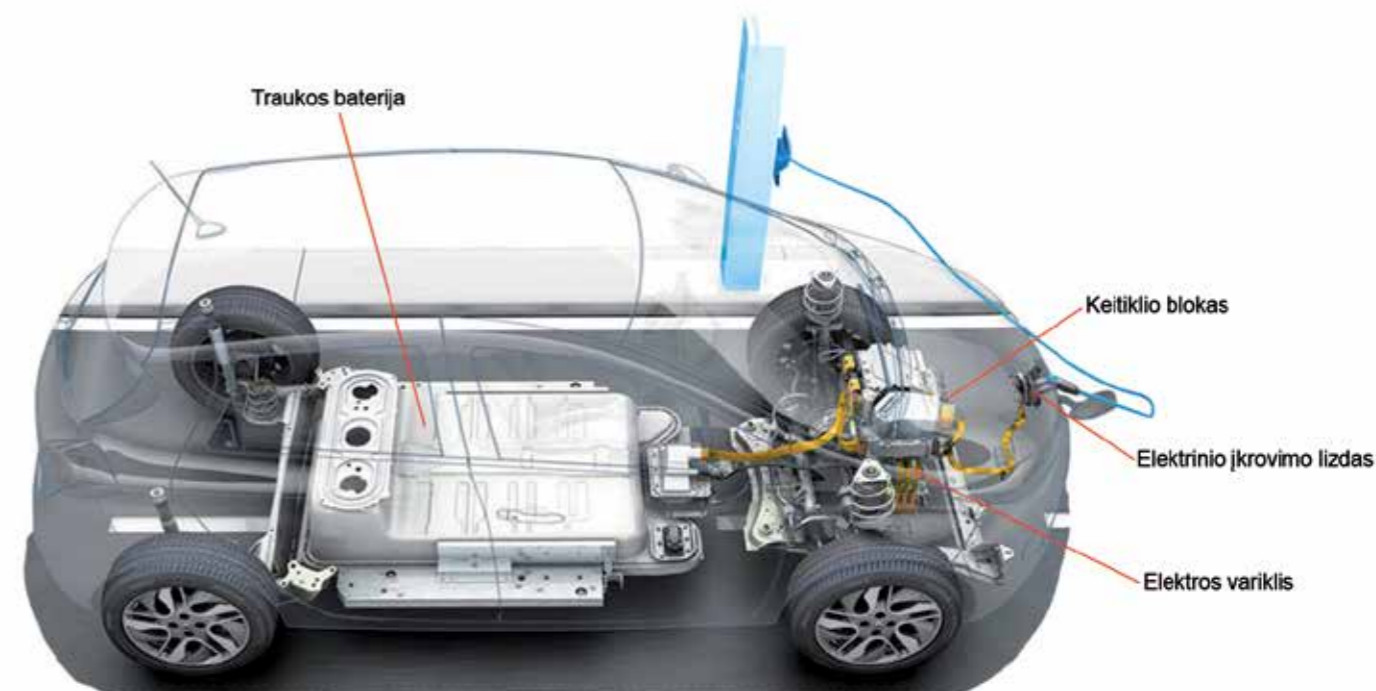
Direktyvoje 2000/53 apibrėžiamos eksploatuoti netinkamos transporto priemonės, o **direktyvoje 2005/64** apibrėžiamas motorinių transporto priemonių tipo patvirtinimas ir galimybė jas pakartotinai naudoti, perdirbti ir įkainuoti. Elektrinėms transporto priemonėms šie teisės aktai yra svarbūs, nes jos turi būti suprojektuotos ir pagamintos atsižvelgiant į baterijų poveikį aplinkai jų gamybos, naudojimo ir perdirbimo metu.

Už Europos ribų galioja **kiti teisės aktai**, specialiai skirti elektrinėms transporto priemonėms, pvz., JAV „Federaliniai motorinių transporto priemonių saugos standartai“ ir Japonijos „Priedai 110 ir 111“. Šios valstybės yra tokių transporto priemonių projektavimo ir gamybos pionieriai.

Europos lygmeniu kiekvienas gamintojas apmoko savo darbuotojus atlikti darbus su elektrinių transporto priemonių aukštosios įtampos įranga. Europos teisės aktai (standartai) **EN 50110-1** ir **EN 50110-2** reglamentuoja darbus su aukštosios įtampos įranga. Jie aprėpia kelis skyrius, pvz., **Direktyva 89/391/EEB** dėl priemonių darbuotojų saugai ir sveikatos apsaugai darbe gerinti nustatymo.

ELEKTRINIŲ TRANSPORTO PRIEMONIŲ BENDROJI ARCHITEKTŪRA

Daugumoje elektrinių transporto priemonių naudojami panašūs komponentai jų veikimui užtikrinti. Toliau pavaizduoti pagrindiniai Renault ZOE elektriniai komponentai.



Tinklo tipas

Paprastai elektrinės transporto priemonės turi 12 voltų tinklą, multiplexinių tinklų grupę ryšiu tarp skirtingų valdymo blokų ir aukštosios įtampos nuo 150 iki 400 voltų tinklą.

12 voltų tinklas. Šio tinklo funkcija yra tokia pati kaip ir įprastinėje transporto priemonėje. Ji naudoja visas saugos sistemas (aktyviosios ir pasyviosios), 12 V baterijos įkrovimo, apšvietimo, komforto, elektroninių blokų maitinimo ir kt. sistemas.

Multipleksiniai tinklai. Visas elektrinių transporto priemonių sistemas, įskaitant aukštos įtampos sistemą, valdo valdymo įtaisai, kurie turi palaikyti tarpusavio ryšį. Kaip ir įprastinėse transporto priemonėse, ryšį tarp blokų užtikrina multipleksinė sistema.

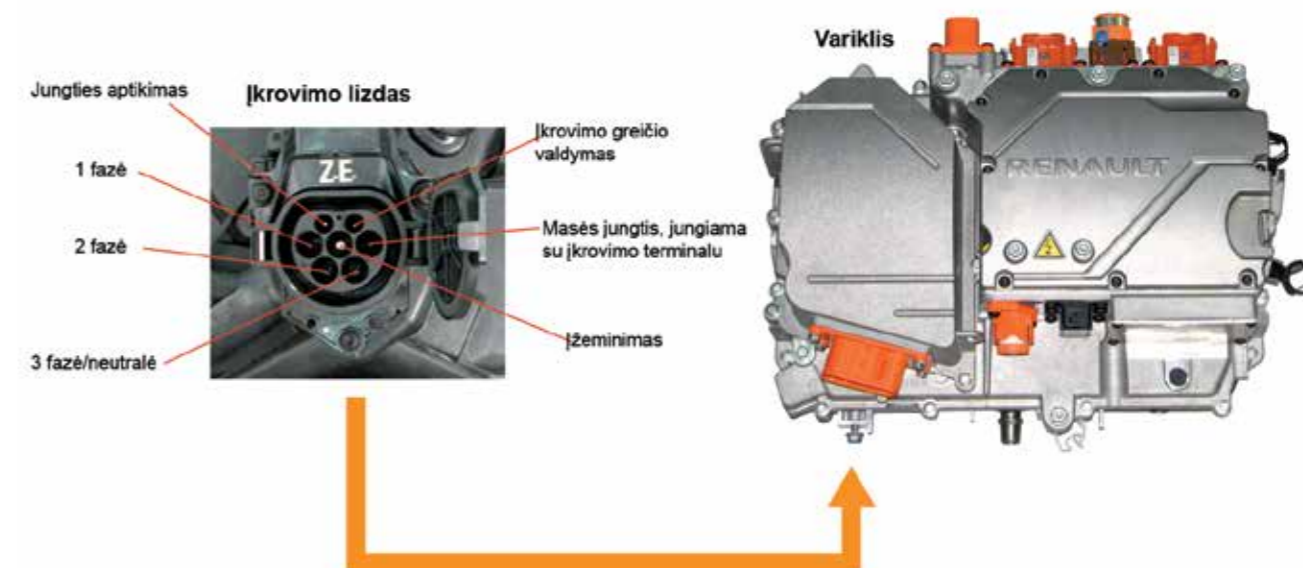
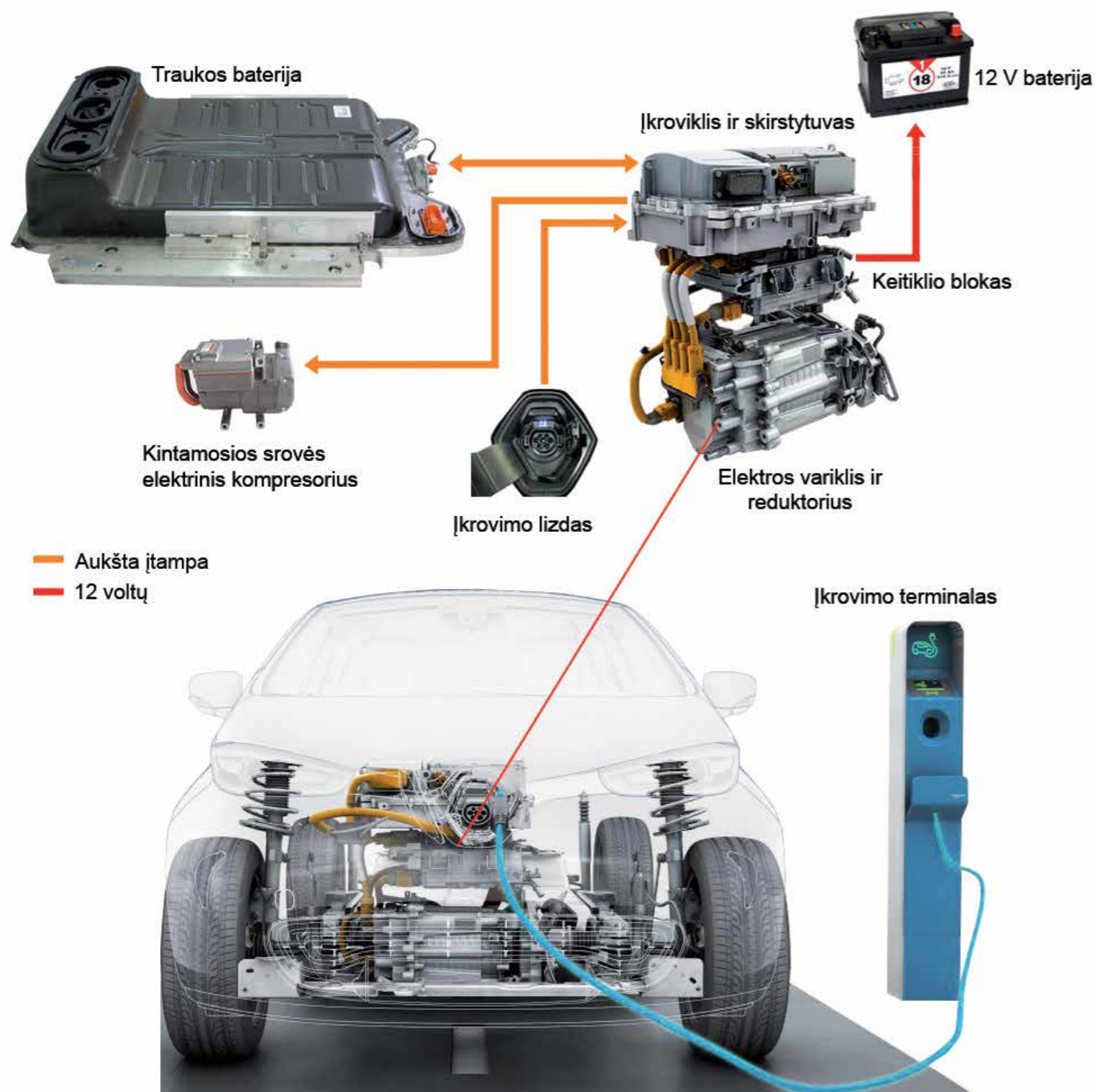
Bendrieji elektros pavaros sistemos veikimo principai

Šios transporto priemonės yra maitinamos buitinio elektros tinklo, miesto greitojo įkrovimo stotelių ir regeneracinio stabdymo srove.

Elektros pavaros sistemos naudojama energija kaupiama didelės talpos baterijoje, kuri vadinama traukos baterija. Baterija tiekia nuolatinę srovę per skirstytuvą į keitiklio bloką, kuris šią srovę paverčia kintamąja

Aukštosios įtampos tinklas. Norint valdyti elektros pavaros sistemą, būtina turėti specialią komponentų grupę. Paprastai tai būtų įkrovimo lizdas, traukos baterija, keitiklio blokas ir stabdžių sistema, kuri suderina elektrinį regeneracinę stabdymo sistemos stabdį su mechaniniu stabdžiu. Taip pat ją sudaro traukos baterijos ir salono klimato valdymo sistema. Kiti transporto priemonės komponentai yra panašūs į įprastinių transporto priemonių komponentus.

srove. Kintamąja srove maitinamas elektros variklis, kuris sukuria sukamąjį judesį. Sukamojo judesio greitį sumažina reduktoriaus sąranka, kad būtų gautas reikiamas varančiųjų ratų sukimosi greitis.



Šių įkroviklių trūkumas yra tas, kad jie užima vietą ir padidina transporto priemonės masę.

Įkrovimo būdai

Kiekvieno tipo bateriją reikia įkrauti specialiu būdu. Tai reiškia, kad rinkoje yra daug skirtingų įkroviklių, todėl su gamintoju reikėtų pasitarti dėl tinkamiausio.

Kuo didesnė turima elektrinė galia, tuo trumpiau reikės įkrauti bateriją. Priklausomai nuo turimos elektros srovės galios ir tipo yra trys įkrovimo būdai:

- **Įprastinis įkrovimas.** Naudoja buitinio vienos fazės elektros tinklo stiprį ir įprastinę įtampos srovę (priklausomai nuo sutartinės galios: 3,7–11 kW, 230 voltų).

- **Pusiau greitas įkrovimas.** Naudojamas miesto ir garažo įkrovimo terminaluose, kurie paprastai naudoja trijų fazių kintamąją srovę. Gaunama didesnė galia palyginti su buitinais tinklais, todėl gerokai sumažėja įkrovimo trukmė (1 valanda)
- **Greitasis įkrovimas.** Greitieji įkrovikliai tiekia 125 A ir 500 voltų srovę, kuri užtikrina apie 60 kW atiduodamąją galia. Į šį įkrovimo būdą reikia žiūrėti kaip į ridos papildinimo ar patogų įkrovimą. Baterijos įkrovimo trukmė yra gerokai mažesnė palyginti su kitais įkrovimo būdais.

Įkrovimo protokolai ir jungtys

Elektrinių transporto priemonių gamintojai nustatė savus ryšio protokolus, kurie sudaro baterijos įkrovimo proceso dalį. Šie protokolai pateikia duomenis apie baterijos būseną, įkrovos lygį, apsaugą įkrovimo metu ir apie patį įkrovimo procesą. Dėl nesuderinamumo tarp skirtingų

protokolų jungčių, kaip dėl ryšio, taip ir dėl jungties konstrukcijos, gamintojams sunkiai sekasi standartizuoti savo įkrovimo sistemas.

Atsižvelgiant į skirtingas rinkas, yra įvairūs standartizuoti įkrovimo protokolai:

- **Mennekes jungtis:** tai yra pagrindinis Europos standartas. Jis pagrįstas tarptautiniu standartu IEC 62196 (Tarptautinė elektrotechnikos komisija).



Kintamoji srovė	Vienos ir trijų fazių iki 16-63 A
Įtampa	100-500 V
Galia	Iki 43,8 kW
Ryšio protokolas	PLC (ryšys per elektros tinklą)

PAGRINDINIAI PAVAROS SISTEMOS KOMPONENTAI

Įkrovimo lizdas ir įkroviklis

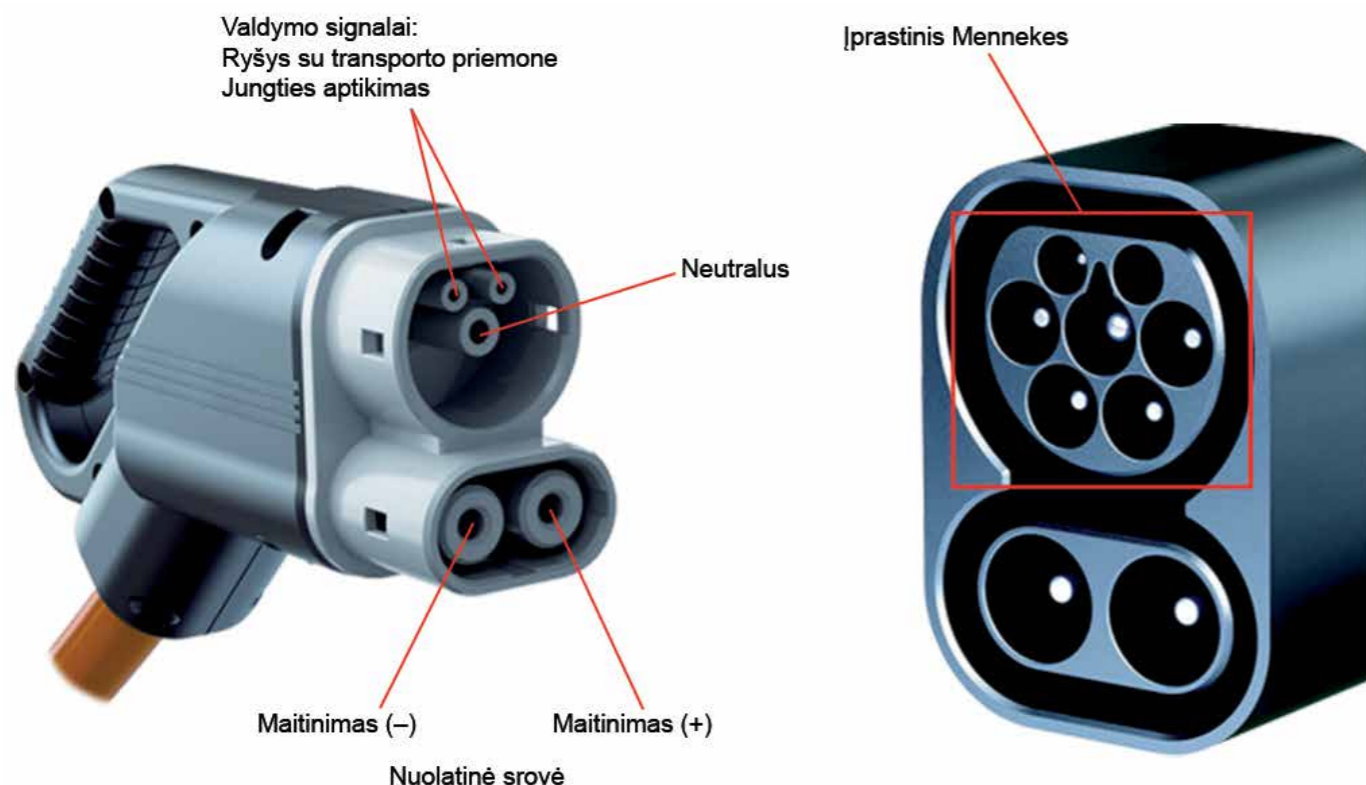
Nusipirkus elektrinę transporto priemonę, reikia turėti įkrovimo terminalą, prie kurio transporto priemonę būtų galima prijungti ir įkrauti jos bateriją. Transporto priemonė jungiama per įkrovimo lizdą, prie kurio galima prijungti skirtingus maitinimo šaltinius, priklausomai nuo to, ar įkrovimo šaltinis yra vienos ar trijų fazių.

Buityje naudojama kintamoji srovė. Dėl jos prigimties jos negalima kaupti baterijoje. Visų tipų baterijos kaupia ir tiekia nuolatinę srovę. To-

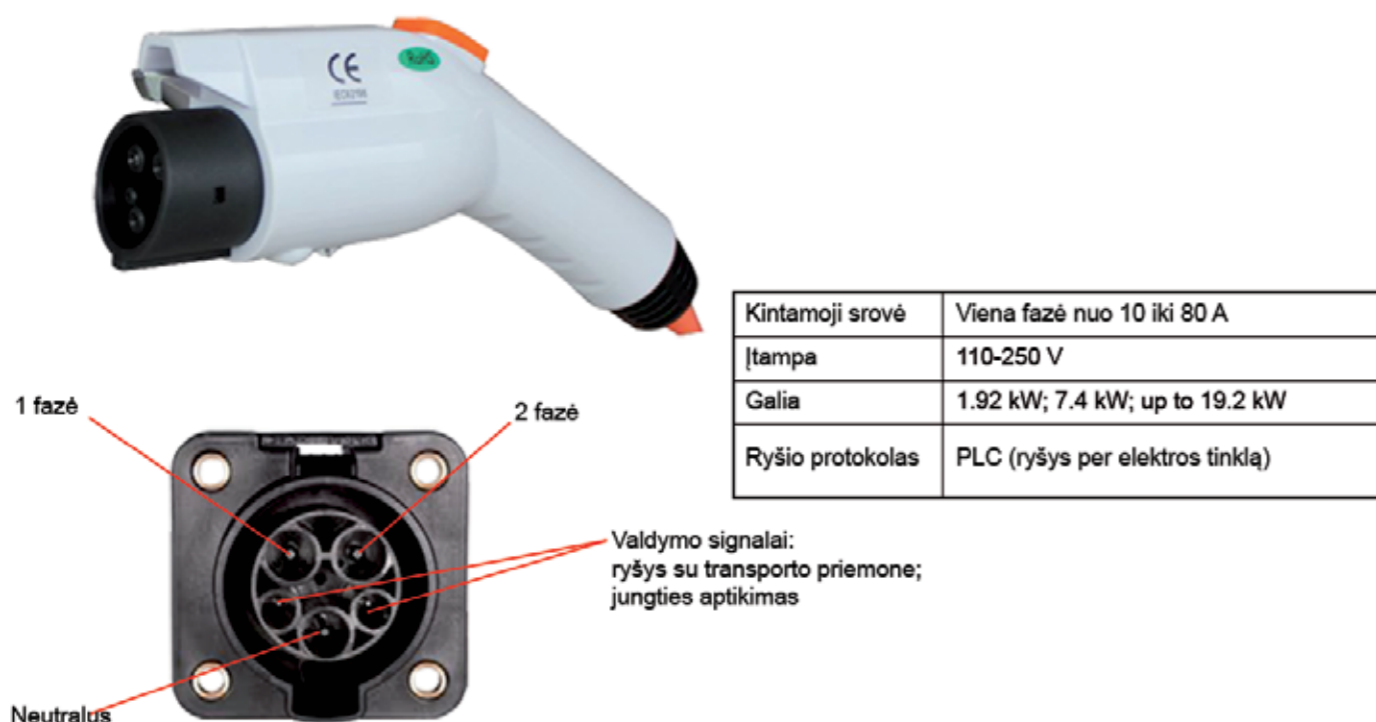
dėl būtina naudoti keitiklį buitinei kintamajai srovei paversti baterijos nuolatinę srovę.

Siekdami užtikrinti didesnę patogumą ir galimybę tiesiogiai prisijungti prie 220 V tinklo, dauguma gamintojų pasirenka tiekti įkroviklį kartu su pačia transporto priemone. Šis įkroviklis valdo įkrovimo procesą ir paverčia kintamąją srovę į traukos baterijai reikalingą nuolatinę srovę. Be to, įkroviklis sujungiamas su įkrovimo terminalu.

Yra mišrusis įkrovimo nuolatinė srovė Mennekes variantas. Jis vadinamas Mennekes CCS Combined Charging System (Sudėtinė įkrovimo sistema) ir turi du papildomus kontaktus, skirtus nuolatinės srovės + ir -. Taip galima greitai įkrauti esant ne didesnei nei 100 kW galiai.

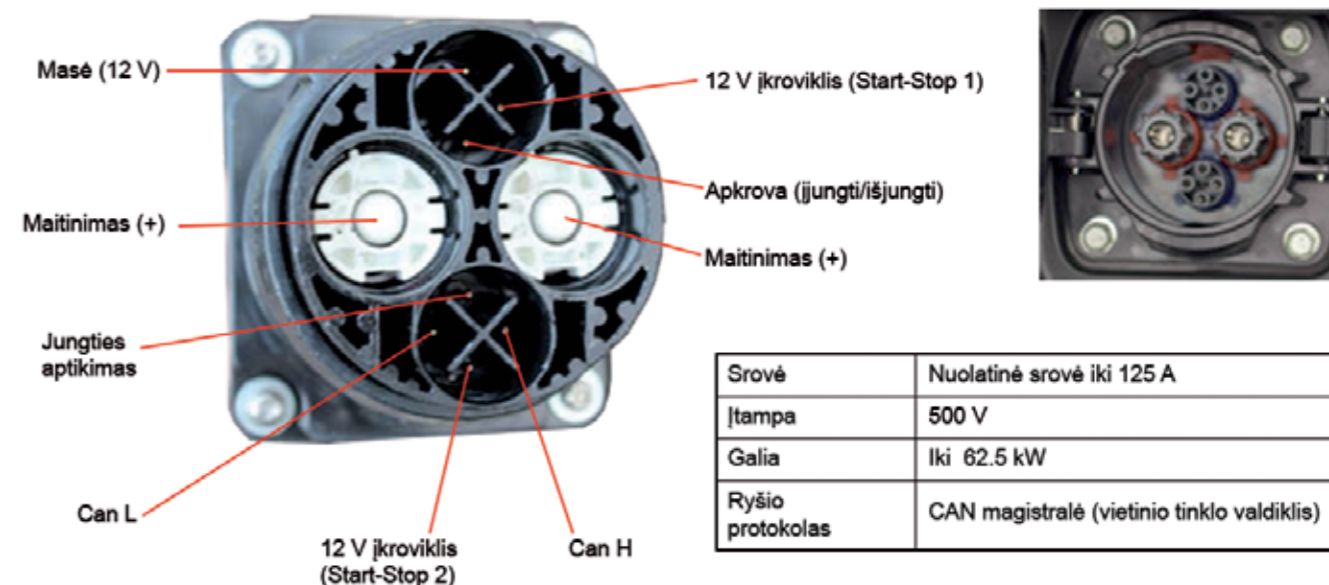


• **SAE J1772 arba Yazaki:** Jis sukurtas JAV. Tik JAV skirtas standartas.



Yra mišrusis įkrovimo nuolatinė srovė SAE J1772 variantas. Jis vadinamas SAE CCS Combined Coupler System (Sudėtinio sietuvo sistema) ir turi du papildomus kontaktus, skirtus nuolatinės srovės + ir -. Taip galima greitai įkrauti esant ne didesnei nei 90 kW galiai.

• **CHAdEMO jungtis:** CHARge de MOve (įkrauk, kad galėtum judėti) iš japonų kalbos „išgerkime kavos“. Tai yra Japonijos greitojo įkrovimo standartas. Jis yra skirtas tik nuolatinėi srovei, o fiksavimo sistema yra rankinė.



Dėl jungčių įvairovės savo transporto priemonėse kai kurie gamintojai įrengia daugiau nei vieno tipo jungtį (viena – įprastinio įkrovimo namie, o kita – greitojo įkrovimo).



Traukos baterija

Tai yra elementas, sukaupęs cheminę energiją, kuri virsta elektros energija ir atlieka darbą, bateriją įjungus į elektrinę grandinę. Ji paprastai įrengiama po transporto priemonės dugnu, kad būtų galima subalansuoti masę tarp transporto priemonės priekinės bei galinės dalies ir turėti žemą masės centro padėtį. Tai užtikrina optimalią trauką ir suteikia transporto priemonei stabilumą.

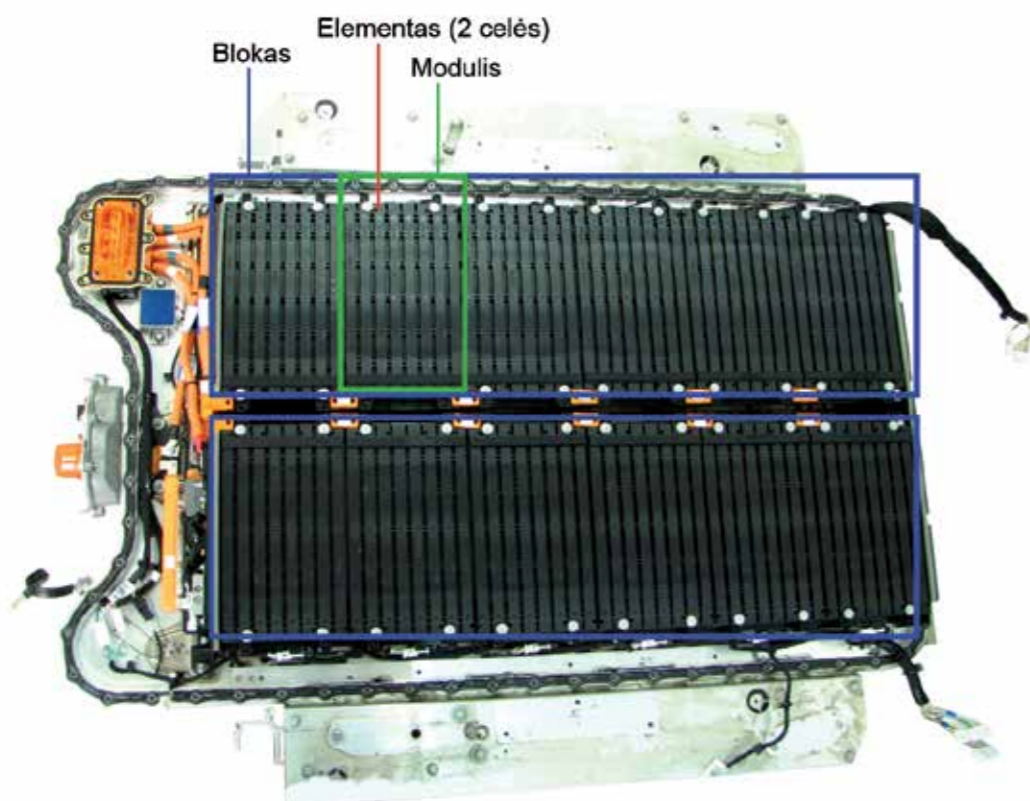
Yra įvairių tipų baterijų, kurių pagrindinis skirtumas be atiduodamos galios ir elektrovaros iš esmės yra teigiamo ir neigiamo elektrodų medžiaga. Labiausiai paplitusios baterijos:

Baterijos tipas	Švino rūgštinė	Nikelio-kadmio	Nikelio-metalų hidridų	Natrio-nikelio (Zebra)	Ličio jonų
Neigiamojo elektrodo medžiaga	Švinas	Kadmis	Metalų hidridai	Natris	Grafitai, nitridai ir ličio lydiniai
Teigiamojo elektrodo medžiaga	Švino oksidas	Nikelio hidroksidas	Nikelio hidroksidas	Nikelis	Ličio kobalto oksidas, vanadžio oksidas...
Elektrolitas	Sieros rūgštis	Kalio hidroksidas	Kalio hidroksidas	Natrio-nikelio-chloridas	Organinis tirpiklis ir ličio druska
Savitoji energija (Wh/kg)	30 - 50	48 - 80	60 - 120	120	110 - 160
Vieno elemento elektrovara (V)	2	1.25	1.25	2.6	3.70
Eksplotavimo trukmė (įkrovimo ir iškrovimo ciklų skaičius)	1000	500	1000	1000-2000	4000
Įkrovimo trukmė (h)	8 - 16	10 - 14	2 - 4	-	2 - 4
Savaiminis išsikrovimas per mėnesį (% visos įkrovos)	5	30	20	-	25
Įkrovimo našumas	82.5	72.5	70	92.5	90

Ličio jonų baterijos yra pačios naujausios. Naujų medžiagų, pvz., ličio, naudojimas sudarė sąlygas gauti didelį energijos tankį, didelį našumą pašalinant atminties reiškinį, atsisakyti techninės priežiūros ir palengvinti perdirbimą.

Šio tipo bateriją sudaro didelis skaičius į modulius suskirstytų ir į blokus

padalintų celių. Toliau pateiktame paveiksle yra pavaizduota traukos baterija iš nuosekliai sujungtų 192 celių, suskirstytų į 96 elementus. Konkrečiai šios baterijos vardinė įtampa yra 360 V ir ji gali būti eksploatuojama esant didžiausiai 400 voltų įtampai. Jos energijos talpa yra apie 22 kWh, o rida – apie 150 km.



Pastaba. Kai kurių sudėtingesnių transporto priemonių, pvz., Tesla Model S bateriją sudaro daugiau kaip 8 000 celių. Gaunama 100 kWh talpa ir vieno įkrovimo rida yra didesnė kaip 500 km.

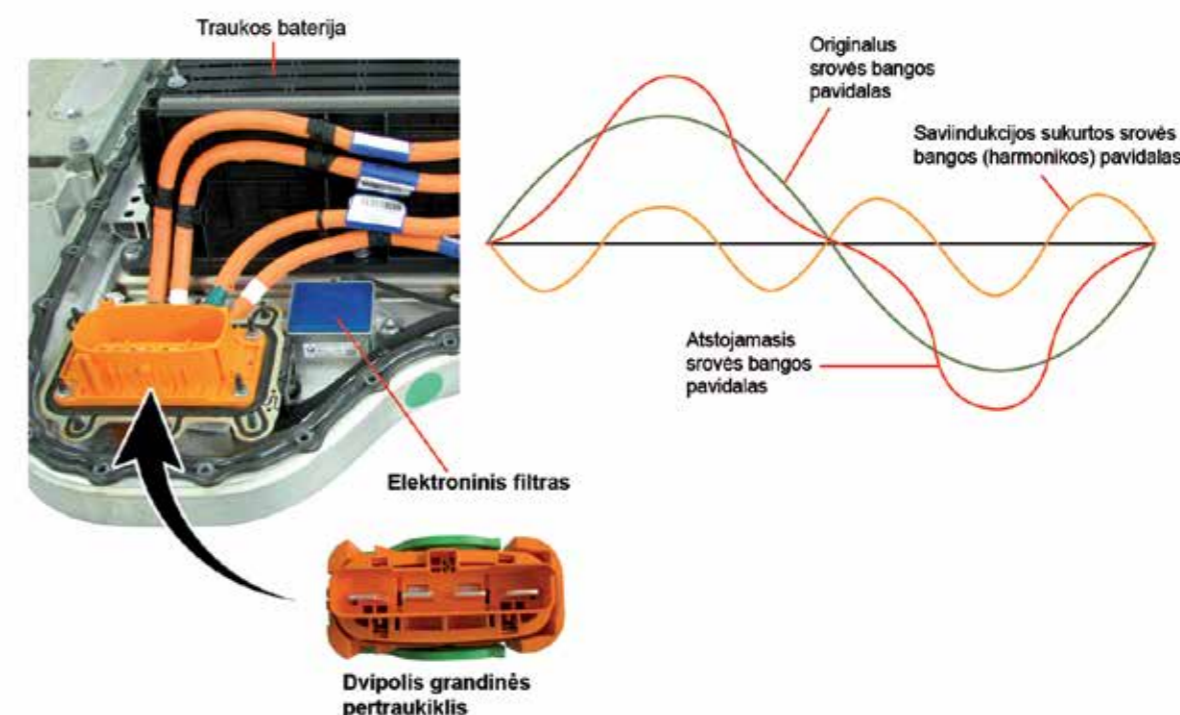
Norint padidinti energijos naudingumo koeficientą, šios baterijos turi autonominę aušinimo sistemą, kuri užtikrina optimalią celių darbinę temperatūrą. Šiuo atveju naudojamas oro kondicionavimo sistemos aušalas, kuris garintuve virsta garais ir vėsina oro srautą, orapūtės pučiamą per visus baterijos modulius.

Šių traukos baterijų celės įkrovimo ir iškrovimo įtampa turėtų atitikti gamintojo nustatytas ribas. Tai daroma į grandinę įjungiant elektroninę valdymo sistemą, kuri kontroliuoja ir subalansuoja įkrovimo bei iškrovimo ciklus ir jų tinkamą eigą. Šios valdymo sistemos būtinieji komponentai

tai yra, pvz., temperatūros jutikliai, srovės jutikliai, saugikliai, varžai ir kt.

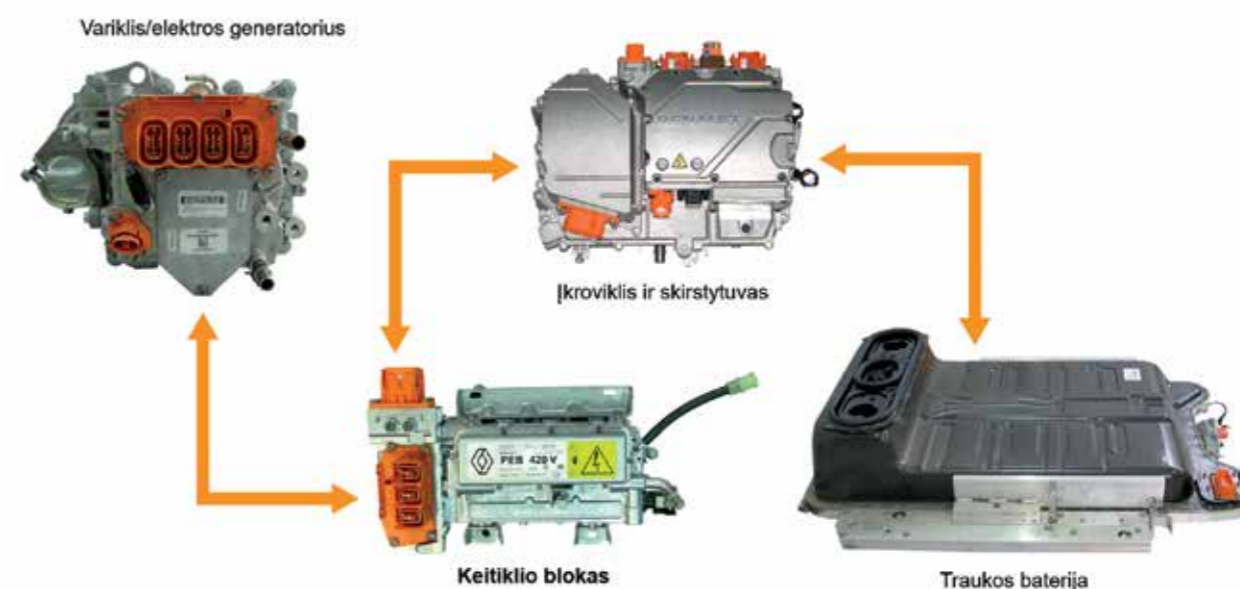
Šių baterijų saugai užtikrinti naudojamas dvipolis grandinės pertraukiklis, kuriuo teigiami ir neigiami traukos baterijos gnybtai atjungiami nuo kitos transporto priemonės įrangos. Tai yra saugos sistema, kuri apsaugo nuo pavojingos srovės per kitas elektros įrangos dalis ir aukštos įtampos komponentus.

Kitas būtinas komponentas, kuris užtikrintų ilgalaikį traukos baterijos patvarumą ir tinkamą veikimą, yra prie neigiamo gnybto prijungtas elektroninis filtras. Šis filtras sugeria į jį įtekančios ir iš jo ištekančios srovės harmonikas.



Keitiklio blokas

Bloko paskirtis – paversti traukos baterijos nuolatinę srovę į trifazę kintamąją srovę, kuri maitintų didelės galios variklį. Be to, kai greitis mažėja, blokas paverčia variklio elektros energiją atgal į nuolatinę srovę, kuri įkrauna bateriją



Ryšiai tarp keitiklio bloko ir elektros variklio naudojami specialūs laidai. Visos aukštos įtampos laidai yra ekranuoti, kad jie kiek įmanoma geriau būtų apsaugoti nuo trukdžių.

Savo ruožtu, keitiklis valdo statoriaus fazių įjungimą priklausomai nuo rotoriaus padėties, galios poreikio, regeneracinio stabdymo ir

Svarbu. Šių elektrinių transporto priemonių 12 voltų sistemos negalima naudoti kitoms įprastinėms transporto priemonėms užvesti. Žemos įtampos sistemos tiekiamą galią nėra skirta užtikrinti vidaus degimo transporto priemonės starterio variklio vartojamą galią. Norint apsaugoti galios pavaros komponentus (keitiklio bloką, įkro-

nuo transporto priemonės judėjimo krypties.

Be to, keitiklis sumažina traukos baterijos įtampą iki žemos įtampos, kad srovę būtų galima tiekti 12 voltų įtampa maitinamiems įrenginiams ir įkrauti mažą 12 voltų bateriją.

viklį, elektros variklį, reduktoriaus sąranką ir kt.) nuo perkaitimo, yra įrengta aušinimo vandeniu sistema. Aušinimo sistemos temperatūra svyruoja apie 50 °C, todėl naudojant temperatūros jutiklį šiluminė relė nėra būtina.

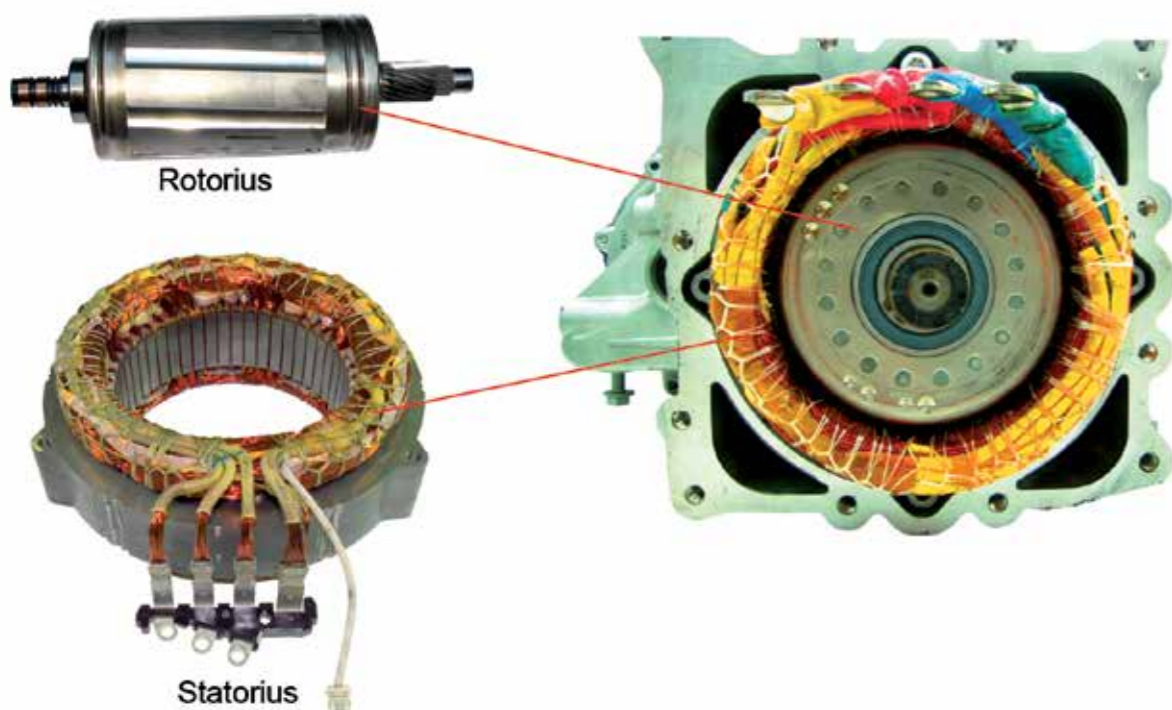
Elektros pavaros variklis ir reduktoriaus sąranka

Pavaros variklis yra svarbus elektrinės transporto priemonės architektūros komponentas. Jis paverčia elektros energiją į ratams perduodamą mechaninę energiją.

Elektros variklis veikia indukcijos principu, kai statoriaus sukurtas magnetinis laukas sąveikauja su rotorijoje sukurtu magnetiniu lauku. Dėl šios abiejų laukų sąveikos arba „susidūrimo“ elektros variklio velenas pradeda sukintis. Kai transporto priemonės greitis mažėja, toks variklis

dar gali veikti kaip kintamosios srovės generatorius; šią srovę (keitiklis) išlygina į baterijai įkrauti naudojamą nuolatinę srovę.

Šių įrenginių pagrindinė dalis yra nejudantis statorius, kuriame išdėstytos iš varinio laido pagamintos induktyvumo ritės, sudarančios paveikslą pavaizduotas apvijas, bei rotorius – magnetinė šerdis, kuri sukdamasi perduoda judesį reduktoriaus sąrankai.



Variklio tipas

Elektros varikliai iš esmės gali būti skirstomi į dviejų tipų variklius: sinchroninius ir asinchroninius. Jie skiriasi veikimo principu.

Sinchroninių variklių rotoriaus sukimosi greitis yra lygus statoriaus magnetinio lauko sukimosi greičiui. O asinchroninių arba indukcinių va-

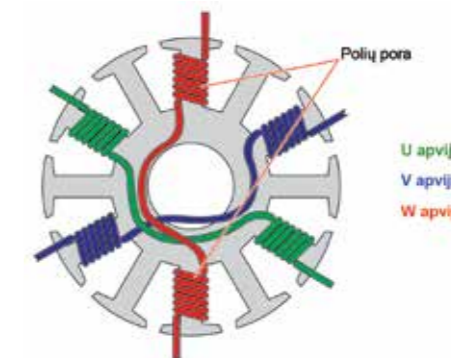
riklių rotoriaus sukimosi greitis visuomet yra mažesnis nei statoriaus magnetinio lauko sukimosi greitis.

Pavyzdžiui, Renault ZOE ir Nissan Leaf naudojami sinchroniniai varikliai, o Tesla – asinchroniniai varikliai.

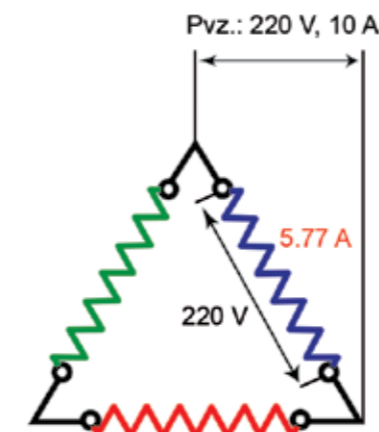
Statorius

Ši sinchroninių ir asinchroninių variklių dalis yra beveik vienoda. Paprastai statorius yra trifazis ir turi tris apvijas, tolygiai išdėstytas aplink korpusą. Dažniausiai šios apvijos žymimos U, V ir W.

Priklausomai nuo to, kaip apvijos yra pasiskirsčiusios aplink statoriaus korpusą, gaunamas didesnis ar mažesnis magnetinių polių skaičius.

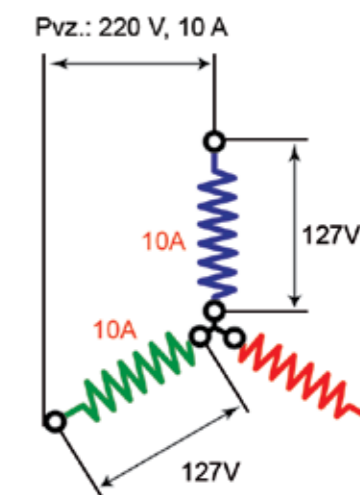


Jungimas trikampi



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

Jungimas žvaigžde



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

Šios apvijos gali būti sujungiamos žvaigžde (visų apvijų galai sujungiami viename taške) arba trikampi (visų trijų fazių apvijų galai sujungiami nuosekliai, maitinimą sistemai tiekiant sujungimo taškuose). Toliau pateiktame paveiksle pavaizduoti šie du sujungimo tipai ir maitinimas 220 V 10 A srove, kai jų grandinėmis teka skirtingo stiprio ir įtampos srovė.

mo momentas yra mažesni palyginti su šiais žvaigžde sujungtų fazių parametrais, o variklio sukimosi greitis ir įtampa yra didesni. Kita vertus, kai fazės yra sujungtos žvaigžde, greitis ir įtampa yra mažesni palyginti su trikampio konfigūracija, o srovės stipris ir variklio sukimo momentas yra didesni. Todėl elektrinėse transporto priemonėse naudojami varikliai paprastai jungiami žvaigžde, kad būtų gautas didžiausias variklio sukimo momentas.

Žvaigžde arba trikampi sujungto variklio sukamoji galia yra vienoda. Tačiau, kai fazės yra sujungtos trikampi, srovės stipris ir variklio suki-

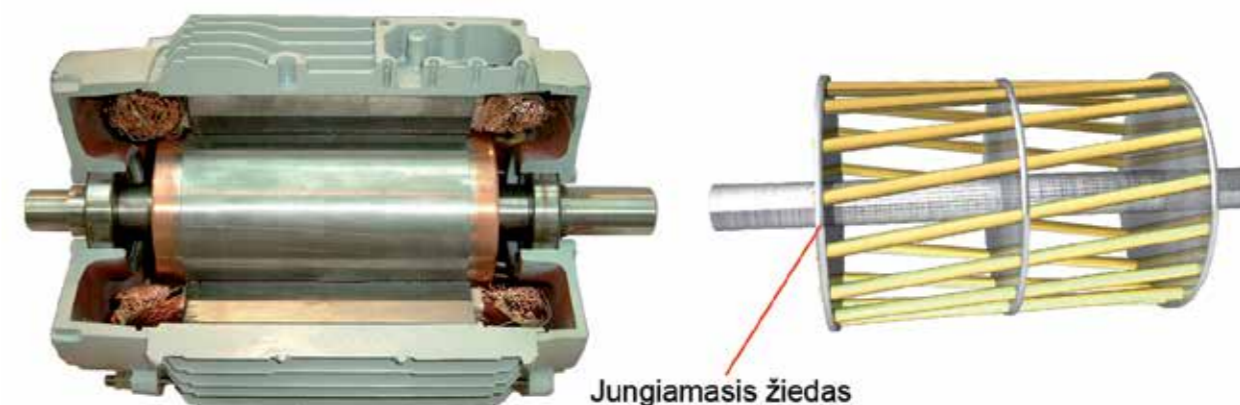
Rotorius

Priklausomai nuo to, ar variklis yra sinchroninis ar asinchroninis, jis gali turėti vienokį arba kitokį rotorį. Asinchroniniai varikliai turi trumpai

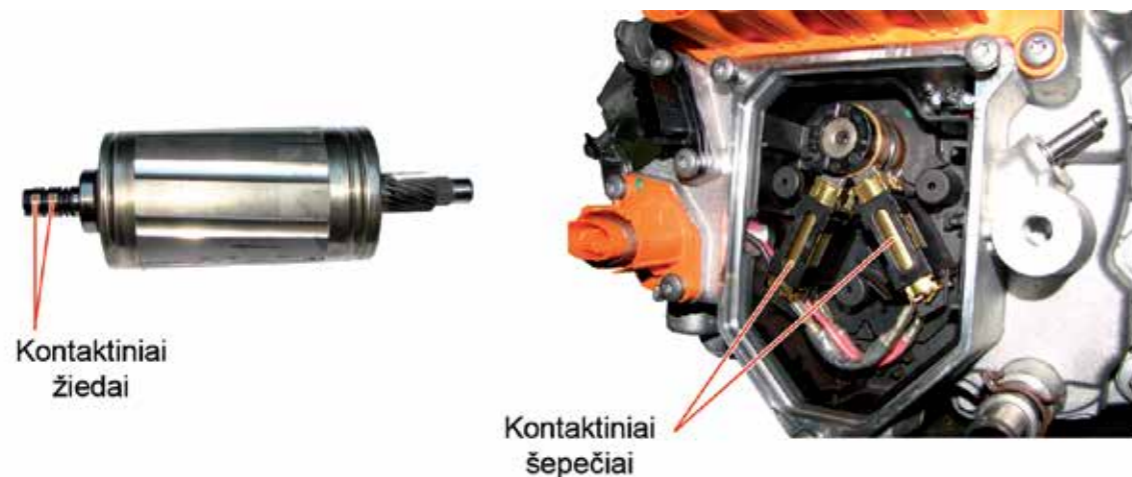
sujungtą rotorį. Sinchroniniai varikliai paprastai turi nuolatinio magneto rotorius.

- **Trumpai sujungtą rotorį** sudaro keli laidai, išdėstyti apie rotoriaus kraštus (paprastai variniai). Šių laidų galai jungiami trumpai jungiamuoju žiedu, jei neįmanoma sujungti rotoriaus apvijų iš išorės.

Statoriaus magnetinis laukas sužadina rotoriaus srovę, sukurdamią rotoriaus magnetinį lauką, kuris yra būtinas, kad velenas pradėtų sukintis.



- **Fazinį rotorių** sudaro rotoriaus viduje suvyniota varinė apvija, kuri sujungiama su išore dviem kontaktiniais žiedais, įtaisytais ant to paties veleno. Šie žiedai gauna per kelis šepetčius pastovų maitinimą rotoriaus apvijai maitinti, kad joje būtų sukurtas magnetinis laukas.



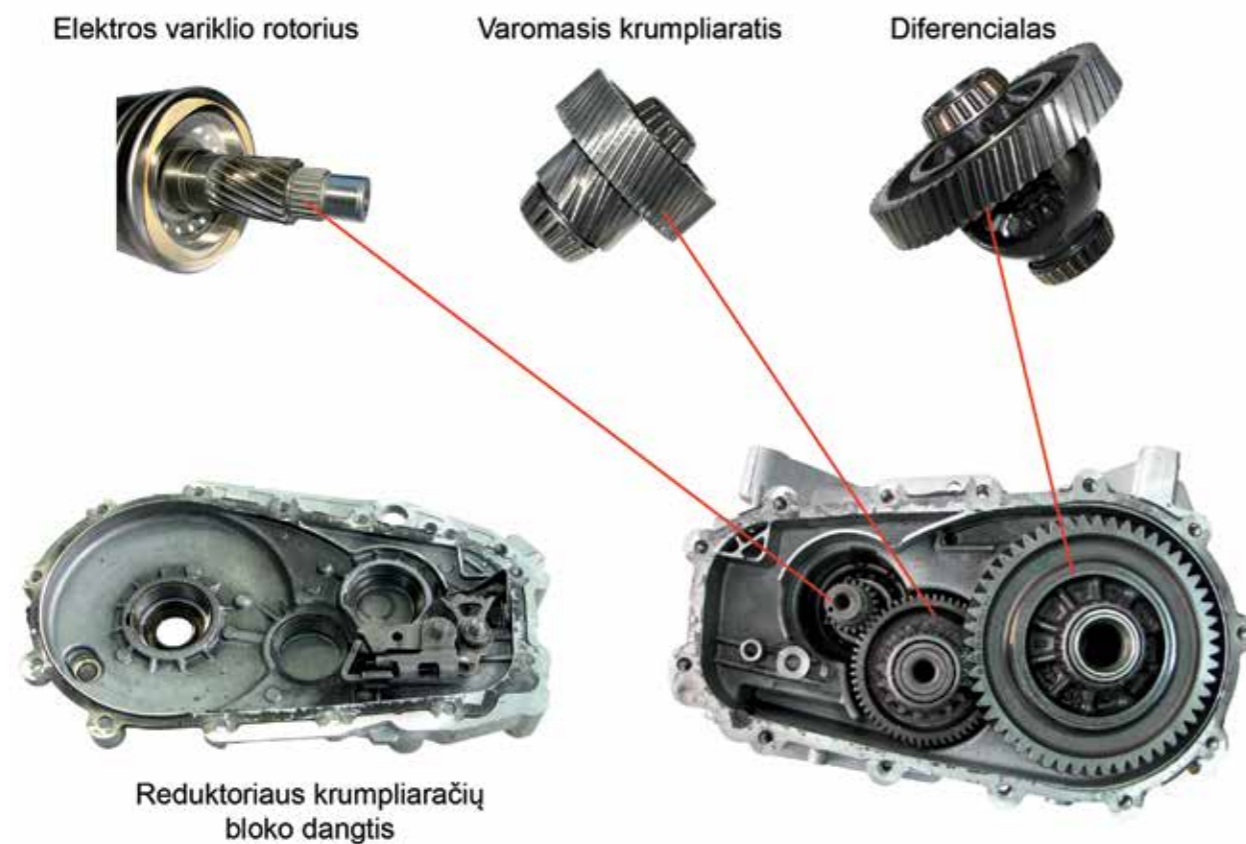
- **Nuolatinio magneto rotorius** neturi „sukurti“ magnetinio lauko, gaudamas srovę iš maitinimo šaltinio, nes patys magnetai sukuria šį magnetinį lauką. Šio tipo magnetui gaminti dažnai naudojamas neodimis.

Reduktoriaus sąranka

Didelis elektros variklio apsisukimų skaičius (12 000 rpm) ir didelis sukimo momentas reiškia, kad elektrinėms transporto priemonėms nereikalinga pavarų dėžė. Kadangi tokiu pat būdu elektros variklis gali tiekti galią nuo nulinio laiko momento (tuščiosios eigos nėra), sankabos sistema taip pat nereikalinga.

Tačiau būtina įrengti reduktoriaus sistemą (reduktoriaus sąranką) didiam elektros variklio apsisukimų skaičiui paversti stabdymo sukimo momentu.

Reduktorių sudaro elektros variklio velenas (rotorius), varomasis krumpliaratis ir įprastinis diferencialas.



Nereikia įjungti tarpinio krumpliaratėlio, kad būtų galima važiuoti atbuline eiga, pakanka pakeisti elektros variklio sukimosi kryptį.

REGENERACINĖ STABDŽIŲ SISTEMA

Nieko neįprasto, kad elektrinė transporto priemonė turi skirtingas stabdymo sistemas, tačiau atsižvelgiant į vairuotoją, stabdžių sistema turi veikti taip, kad būtų viena stabdymo jėga. Stabdymo įrangą sudaro klasikinė hidraulinė sistema ir regeneracinė stabdžių sistema, kurios dalis yra traukos elektros variklis (kai jis veikia kaip srovės generatorius).

Hidraulinė stabdymo sistema paprastai turi stabdžių stiprintuvą, kuriam veikti būtinas vakuumas. Įprastinėje transporto priemonėje vakuumas susidaro įsiurbimo kolektoriuje (benzininis variklis) arba jį sukuria stabdžių pedalas (dyzelinis variklis). Apskritai, elektrinės transporto priemonės atveju šį vakuumą galima sukurti tik dviem būdais:

- Elektriniu vakuuminio siurbliu, kuris įsijungia gavęs signalą iš slėgio jutiklio, įrengtą ant paties stabdžių stiprintuvo.
- Arba ABS sistemos naudojamas elektros variklis sukuria hidraulinį slėgį, kuris būtų naudojamas hidraulinėje grandinėje.

Šių tipų transporto priemonių regeneracinis stabdymas pradeda veikti, kai atleidžiamas akseleratoriaus pedalas. Tuo momentu elektros variklis nustoja sukli ratus, kad jo funkcija galėtų pasikeisti į generatoriaus. Rotorius sukasi iš inercijos ir sukelia elektromagnetinę indukciją statoriaus apvijose – tokiu būdu generuojama kintamoji srovė. Šią srovę keitiklio blokas išlygina į nuolatinę srovę, kuria įkraunama traukos baterija. Kuo labiau spaudžiamas stabdžių pedalas ir didėja jo spaudimo jėga, tuo daugiau energijos baterija gauna iš generatoriaus, dėl ko stabdoma stipriau.

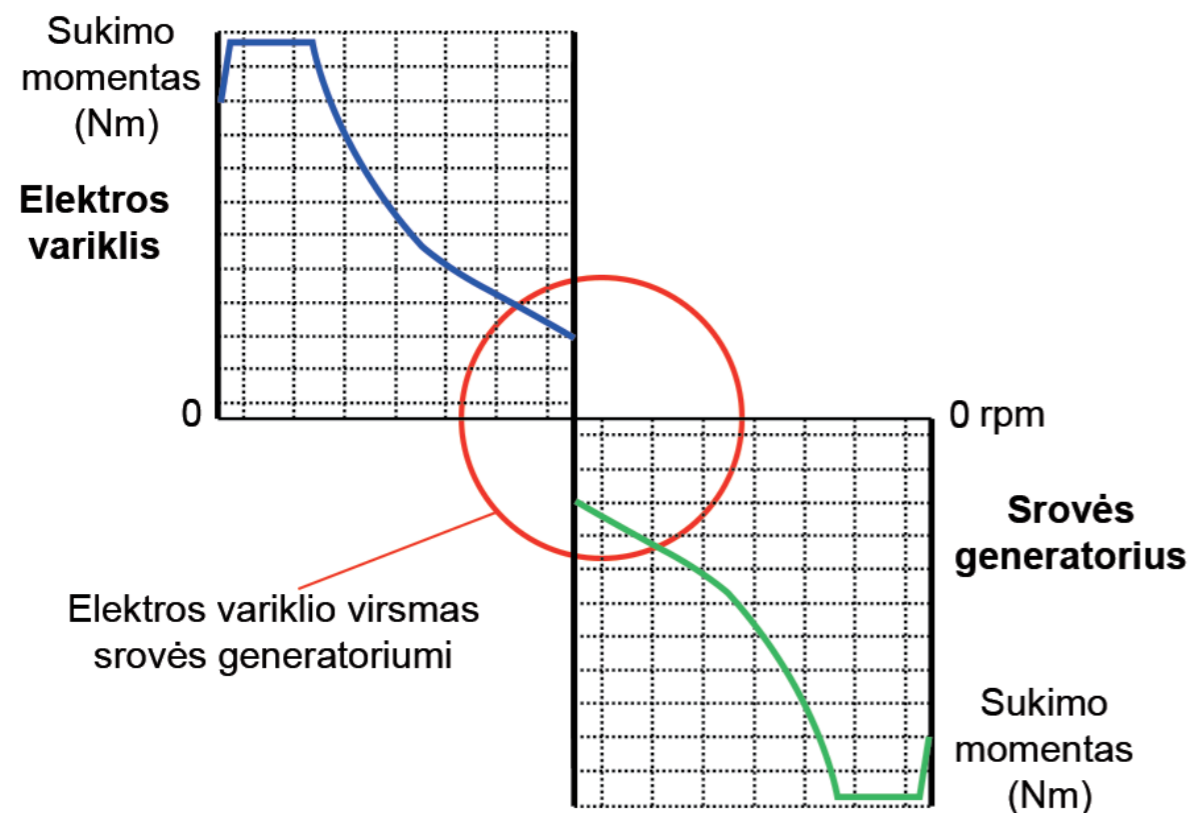
Transporto priemonių rida gerokai padidėja naudojant regeneracinį stabdymą, ypač miesto sąlygomis. Kartu mažėja stabdžių dėvėjimasis. Norint užtikrinti efektyvų elektrinės transporto priemonės stabdymą ir gauti kuo daugiau naudos iš regeneracinio stabdymo traukos baterijai įkrauti, reikia turėti stabdžių sistemą, kuri nuolat derintų abi stabdžių sistemas.



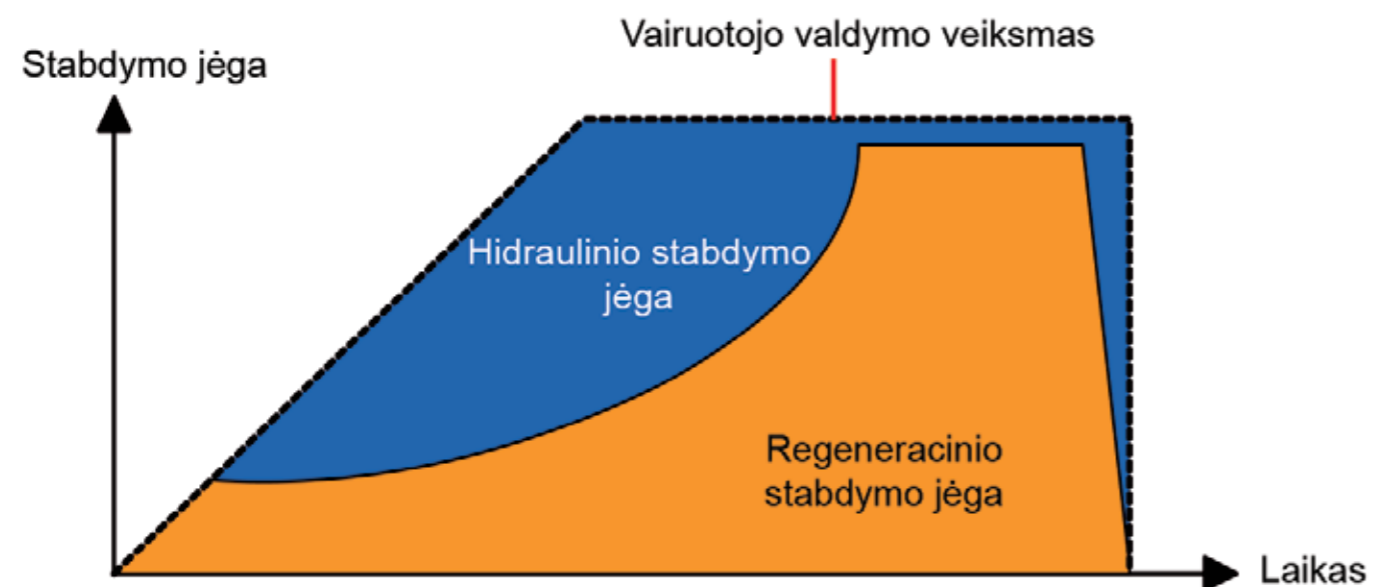
Generatoriaus pasipriešinimo momentas iš dalies priklauso nuo jo apsisukimų skaičiaus. Virsmo iš elektros variklio į srovės generatorių metu, trumpą laiką nėra jokio tipo sukimo momento, kai stabdymas visu 100 % turi būti hidraulinis. Kai tik pasipriešinimo momentas atsiranda vėl, stabdymo sistema gali sumažinti arba netgi atjungti hidraulinį stabdy-

mą, kad būtų galima pasinaudoti regeneraciniu stabdymu. Mažėjant generatoriaus sukimosi greičiui, pasipriešinimo momentas neišmanomas. Tuo momentu vėl turi pradėti veikti hidraulinis stabdymas.

Variklio sukimo momento / generatoriaus kreivė



Todėl elektrinės transporto priemonės stabdymo sistema atjungia slėgį, kuriuo vairuotojas veikia stabdžių stiprintuvo siurbį, kad būtų galima derinti hidraulinį ir regeneracinį stabdymą, atsižvelgiant į stabdymo sąlygų reikalavimus.



KLIMATO VALDYMO SISTEMA

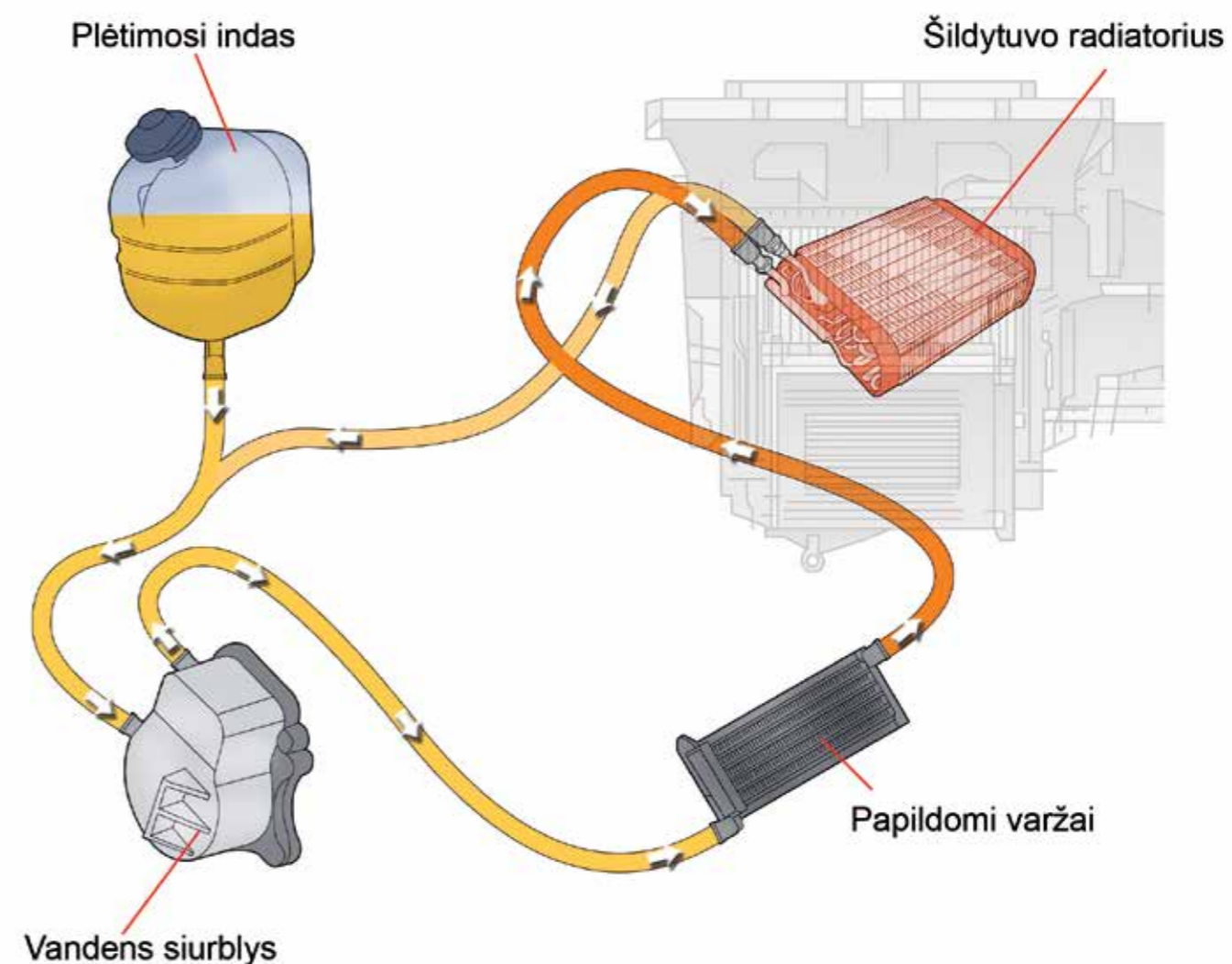
Kadangi nėra vidaus degimo variklio, elektrinės transporto priemonės gamintojai turi atsakyti į du klausimus:

- Kaip maitinti oro kondicionavimo sistemos kompresorių;
- Kas turėtų būti šildymo sistemos šilumos šaltiniu;

Kalbant apie šilumos šaltinį, pirmosiose elektrinėse transporto priemonėse buvo įrengtas stacionarus šildymo įrenginys, kuris veikė naudojant mažą degalų (benzino ar dyzelino) baką; tai šiek tiek panašu į namų šildymą.

Kitas, labiau šiuolaikinis variantas yra papildomi varžai, kurie maitinami traukos baterijos įtampa. Sistemą sudaro šie komponentai:

Papildomi varžai šildo skystį, kuris cirkuliuoja šildymo kontūru. Jie įsijungia, kai transporto priemonė važiuoja ir reikia aktyvinti šildymo funkciją.



Papildomi varžai šildo skystį, kuris cirkuliuoja šildymo kontūru. Jie įsijungia, kai transporto priemonė važiuoja ir reikia aktyvinti šildymo funkciją.

Šaldymo kontūre naudojami tie patys komponentai, kurie naudojami įprastinėse transporto priemonėse. Tik oro kondicionavimo kompresorius yra varomas jo viduje įrengtu elektriniu varikliu.

Šie kompresoriai paprastai yra spiralinio kompresoriaus tipo ir, kaip įprastinių transporto priemonių kompresoriai, jie yra įrengti variklio skyriuje.

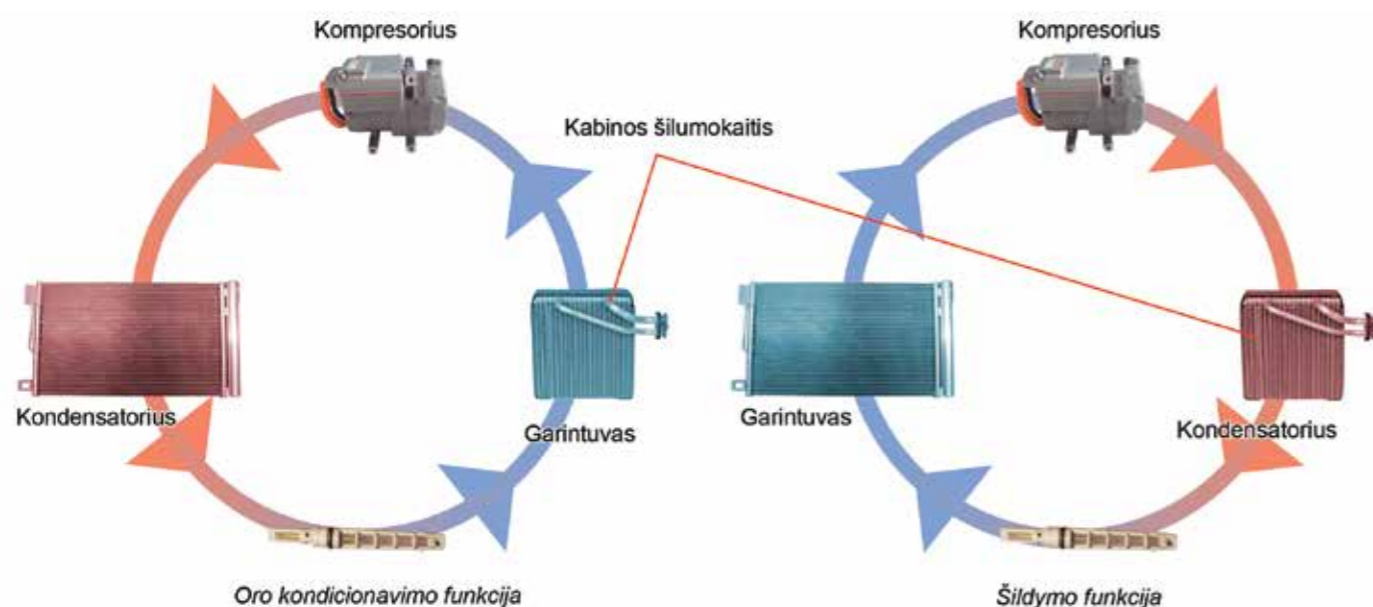
Naudojamų dujų tipas priklauso nuo transporto priemonės pagaminimo metų. Dažniausiai naudojamos dujos yra R-134a ir 1234-yf.



Siekiant padidinti ridą, daugelyje elektrinių transporto priemonių naudojama programa, kuri gali numatyti salono šildymą ar vėsimą, kai kraunama transporto priemonės baterija. Šiuo atveju tokiam procesui reikiama energija imama iš buitinio elektros tinklo, o ne iš transporto priemonės baterijos.

Savo ruožtu, transporto priemonės klimato valdymo įranga naudojama traukos baterijai aušinti.

Kitos transporto priemonės, pvz., Renault ZOE, naudoja grįžtamąją klimato valdymo sistemą; taip vadinama sistema kuri gali šildyti ir vėsinti orą. Salone šilumokaitis veikia kaip kondensatorius, kuris atiduoda šilumą, arba kaip garintuvas, kuris gaivina orą. Abiejų šilumokaičių funkcijai apgręžti naudojamas elektra valdomų vožtuvų rinkinys.



TECHNINĖ PRIEŽIŪRA

Elektrinių transporto priemonių techninė priežiūra taip pat reikalinga kaip ir vidaus degimo variklius turinčioms transporto priemonėms. Dauguma bendrosios techninės priežiūros dirbtuvių atlieka šiuos svarbius patikrinimus ir apžiūras:

- Aušinimo skysčio keitimą kas 5 metus arba kas 150 000 km. Tai turėtų būti atliekama atsižvelgiant į gamintojo specifikacijas;
- Stabdžių skysčio keitimą, kurį pagal gamintojų rekomendacijas reikėtų atlikti kas 120 000 km arba kas 4 metus. Kartu reikėtų atkreipti dėmesį į tai, kad šių transporto priemonių stabdžių trinkelės paprastai tarnauja ilgiau nei įprastinių transporto priemonių, nes dėl elektrinių transporto priemonių regeneracinio stabdymo mažėja stabdžių trinkelėlių susidėvėjimas;
- Reduktoriaus sąrankoje naudojama alyva pavaros krumpliaračiams tepti. Alyvos lygį rekomenduojama tikrinti kas 30 000 km (šis skaičius yra pagrįstas transporto priemonės apžiūra);
- Kaip atsargumo priemonę, kai kurie gamintojai rekomenduoja keisti šių elektrinių transporto priemonių 12 V bateriją kas 3 metus;
- Salono filtrą rekomenduojama keisti kas 30 000 km;
- Oro kondicionieriaus džiovinimo filtrą rekomenduojama keisti kas 2 metus.

Kai reikia atidaryti oro kondicionavimo sistemą, svarbu atsižvelgti į kompresoriaus alyvos specifikaciją, nes ši alyva turi būti POE tipo. Tai yra specialių elektros izoliacinių savybių alyva, kuri apsaugo kompresorių nuo variklio sukkelto elektros smūgio.

Kaip ir įprastinių transporto priemonių atveju, būtina reguliariai tikrinti padangas, priekinio stiklo plovimo skysčio kiekį, valytuvus, lempas, taip pat prižiūrėti ir, jei reikia, pakeisti, pvz.:

- hidraulinių stabdžių dalis;
- rutulinius lankstus;
- guolius;
- vairo mechanizmo ir pakabos dalis.



Kalbant apie daugelyje elektrinių transporto priemonių naudojamas padangas, reikėtų pažymėti, kad jos yra specialaus tipo.

Dėl didelio šių transporto priemonių sukimo momento, buvo suprojektuotos didelį trinties koeficientą turinčios padangos. Kai kurie gamintojai naudoja didesnį skersmenį, bet mažesnio profilio padangas, kurios užtikrina mažą pasipriešinimą riedėjimui, kad būtų didesnė transporto priemonių rida (padidėja 10 % priklausomai nuo transporto priemonės). Padangų naudojimo trukmė priklauso nuo susidėvėjimo.



Automobilių technologijų įžvalgos

„Eure!TechFlash“ naujienlaiškis papildo ADI mokymo programą „Eure!Car“ ir turi aiškų tikslą: pateikti automobilių techninių inovacijų naujausias apžvalgas.

Su AD techninio centro pagalba (Ispanija ir Airija) ir padedant pirmaujantiems detalių gamintojams, „Eure!TechFlash“ siekia demistifikuoti naujas technologijas ir padaryti jas prieinamesnes, kad profesionalūs remonto darbuotojai spėtų koja kojon su technologijomis ir būtų motyvuoti nuolat investuoti į savo techninį išsilavinimą.

„Eure!TechFlash“ leidžiamas nuo 3 iki 4 kartų per metus.

Eure!Car
CERTIFIED MASTERCLASSES

Mechaniko techninės kompetencijos lygis yra svarbus, o ateityje gali būti lemiamas profesinei karjerai.

„Eure!Car“ programą sudaro išsamūs aukšto lygio techniniai mokymai profesionaliems remonto darbuotojams, kuriuos veda nacionalinės AD organizacijos ir jų detalių platintojai 39 šalyse.

Norėdami sužinoti daugiau informacijos ar susipažinti su mokymo kursais, apsilankykite www.eurecar.org.

„Eure!Car“ yra „Autodistribution International“ remiama iniciatyva (pagrindinė būstinė Kortenberg, Belgija) (www.ad-europe.com).

Pramoniniai partneriai, remiantys „Eure!Car“



Hybrid technology

HYBRID