



AŽURIRANI TEHNIČKI UVID U INOVACIJE U AUTOMOBILU

Visokonaponske baterije



U OVOM IZDANJU

UVOD	2	HEMIJSKO SKLADIŠTENJE	4	STRUKTURALNA OSNOVA	8
SKLADIŠTENJE ELEKTRIČNE ENERGIJE	3	LITIJUM-JONSKA BATERIJA	8	STRUKTURA VISOKONAPONSKE BATERIJE	15

Download all
EureTechFlash
editions at
www.eurecar.org

Find us on
Facebook

BESPLATNI INFO TELEFON
0800 51 053



info@automilovanovic.com



EureTechFlash je
AD International
objavljivanje
(www.ad-europe.com)

EureTechFLASH

UVOD

Hibridna i električna vozila oslanjaju se na struju kao primarni izvor energije. Njihove pogonske sisteme napajaju visokonaponske punjive baterije, koje ih snabdijevaju strujom potrebnom za rad elektromotora tokom vožnje.

Te baterije su zapravo komplet elemenata integriranih u strukturalnu jedinicu koja doseže prosječnu težinu od 350 kg u slučaju električnih vozila i između 80 i 150 kg u slučaju hibrida.

Unutar njih se nalaze razne elektrohemijske ćelije, senzori, aktuatori, ožičenje, elementi za hlađenje ili grijanje, te čak i vlastita upravljačka jedinica.

Ovu težinu nije jednostavno rasporediti u vozilu, a zbog njihovih dimenzija uobičajena praksa je da se postavljaju u donji dio vozila. To se radi kako bi se postigla odgovarajuća raspodjela težine i pogodovalo nižem težištu. Velika težina baterija je zapravo jedan od glavnih nedostataka električnih vozila u poređenju sa vozilima s motorima s unutrašnjim sagorijevanjem, čiji je sistem za skladištenje energije mnogo lakši. Gorivo je lako i postepeno se troši tokom vožnje, čime se smanjuje težina prenesene energije, dok baterije, bilo napunjene ili prazne, održavaju konstantnu težinu. Ovo je posebno štetno u vazduhoplovnom inženjerstvu, gdje je težina letjelice ključna i pri polijetanju i pri slijetanju.

Prosječna težina hibridnog ili električnog vlastitog automobila iznosi između 1700 i 2000 kg. Čak i kompaktni automobili obično imaju značajnu težinu od približno 1500 kg. Energija uskladištena u bateriji mora vozilu omogućiti neometano ubrzavanje ili savladavanje velikih nagiba, a da istovremeno bude dovoljna da omogući postizanje odgovarajućeg dometa.

Materijali koji se danas koriste u proizvodnji baterija uglavnom su metali, čija težina podrazumijeva nisku gustinu energije u poređenju s fosilnim gorivima na bazi nafte. Ovaj faktor ograničava domet električnih vozila, zbog čega zahtijevaju češće punjenje baterija u poređenju s punjenjem tečnog goriva. Vrijeme punjenja takođe je relativno duže, a infrastruktura za punjenje još nije razvijena u dovoljnoj mjeri.

Na kraju, mora se uzeti u obzir to da proizvodnja elektrifikovanih vozila, a posebno njihovih baterija, uključuje korištenje velikih količina elemenata i materijala kojih na planeti nema u izobilju ili ih je skupo nabaviti.



SKLADIŠTENJE ELEKTRIČNE ENERGIJE

Električna energija kao takva ne može se skladištiti jer se elektroni slobodno i prirodno raspodjeljuju kroz materiju neutrališući potencijalne razlike. Elektroenergetske mreže distribuišu električnu energiju u obliku naizmjenične struje, koja ciklički mijenja polaritet i iz istog se razloga proizvodi u skladu sa potražnjom. Naizmjenična struja može se proizvesti, ali ju je nemoguće skladištiti.

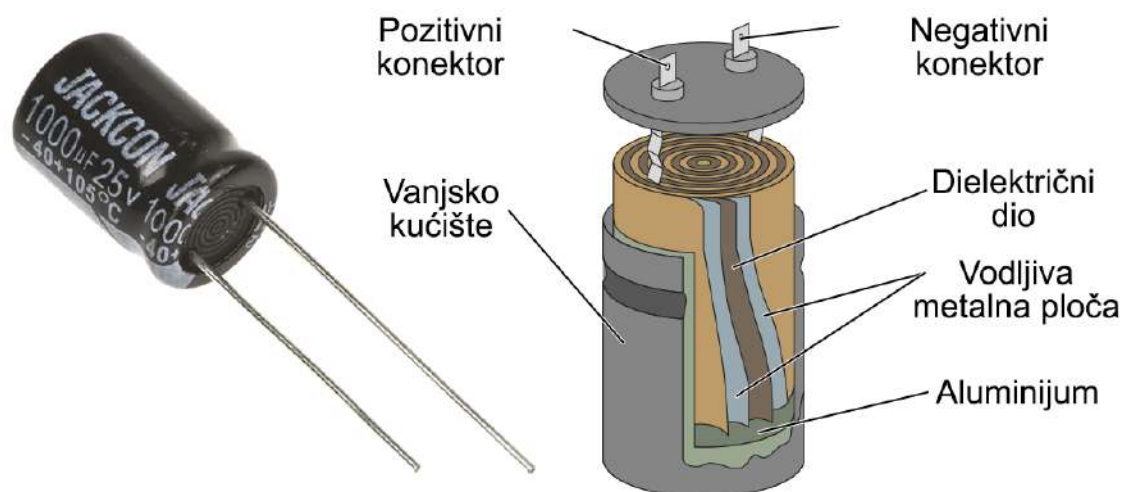
Jedini način skladištenja električne energije je da se ista pretvori u druge oblike energije, poput mehaničke energije, hemijske energije ili elektromagnetnih polja.

U automobilskoj industriji, skladištenje električne energije provodi se na dva načina i u dva temeljna elementa koja su u automobilima prisutni još od njihovih početaka prije više od jednog vijeka.

SKLADIŠTENJE NA TEMELJU PRIVLAČENJA I ODBIJANJA ELEKTRONA

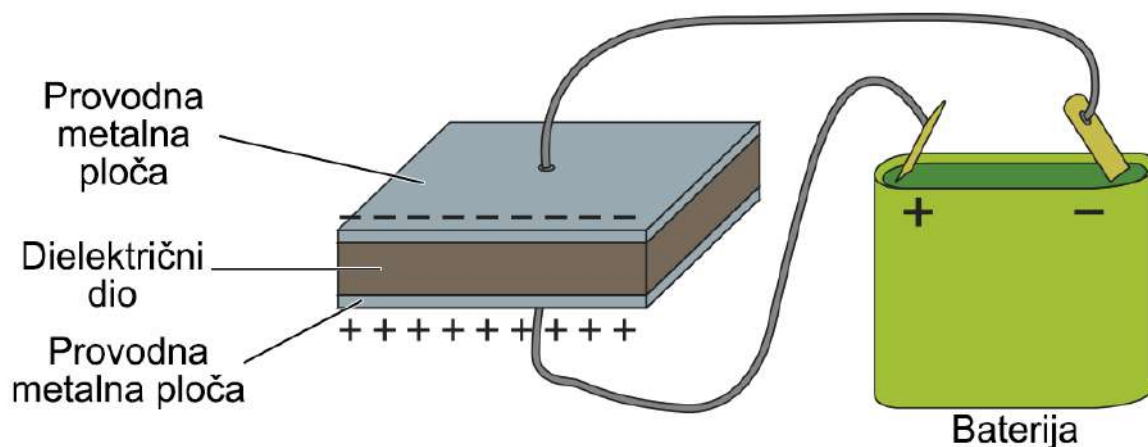
Kondenzatori su elementi dizajnirani da u potpunosti iskoriste odbojne sile između električnih naboja istog polariteta. Najčešći su pločasti kondenzatori, kod kojih jedna ploča prihvata elektrone, a

druga ih predaje, tako da mogu održati ili skladištiti razliku električnog potencijala.



Njegova temeljna struktura se sastoji od dvije ploče od provodljivog materijala koje su međusobno odvojene izolacijskim materijalom. Sloj dielektričnog materijala sprečava električni tok između ploča, ali ne

sprečava djelovanje odbojnih sila između elektrona. Ako jedna ploča ima električni naboj, suprotna ploča šalje isti broj naboja. Posljedično, jedna od njih ima elektronegativan, a druga elektropozitivan potencijal.



Količina naboja koju kondenzator može skladištiti zavisi od razlike primijenjenog napona i površine ploča međusobno okrenutih jedna prema drugoj, a obrnuto je proporcionalna razmaku između ploča. Kondenzatore karakteriše skorotrenutna brzina punjenja i pražnjenja, bez ograničenja struje, gubitaka energije ili pogoršanja stanja komponente, sve dok se poštuje maksimalni radni napon koji dopušta njihova izolacija. Kapacitet skladištenja uobičajenih kondenzatora u odnosu na njihovu veličinu/volumen vrlo je nizak, zbog čega su **nedavno**

razvijeni superkondenzatori koji imaju mogućnost isporučiti izrazito visoku snagu, čak i na vrlo kratke vremenske periode. Superkondenzatori se pojavljuju kao idealna rješenja za rješavanje potreba za vršnom snagom ili kratkim prekidima napajanja. Međutim, uprkos svim trenutnim tehnološkim naprecima, oni još uvijek ne mogu konkurirati energetske gustoći koju nude baterije.

PREDNOSTI:

- **Skladištenje energije:** Kondenzatori mogu brzo skladištiti i oslobađati energiju, što ih čini korisnim u strujnim kolima u kojima je potreban privremeni ili impulsni izvor napajanja.
- **Filtriranje i odspajanje:** Kondenzatori se koriste za filtriranje električnih signala i otklanjanje buke. Takođe se koriste za odspajanje faza u strujnom kolu, čime sprečavaju da kolebanje u jednom dijelu kola utiče na drugi dio.
- **Zapremina i težina:** Kondenzatori su uopšteno lakši u poređenju s drugim tehnologijama za skladištenje energije.

NEDOSTACI:

- **Maksimalni napon:** Kondenzatori imaju ograničenje u pogledu maksimalnog napona kojem se mogu podvrgnuti prije pojave oštećenja. Ovo ograničenje može biti nisko u poređenju s drugim uređajima za skladištenje energije i, kad se isto premaši, to uobičajeno rezultira uništenjem komponente i trajnim kratkim spojem.
- **Osjetljivost na temperaturu:** Kapacitet kondenzatora može se razlikovati zavisno od temperature, što može uticati na njegov radni učinak u okruženjima promjenljive toplote.
- **Ograničen kapacitet:** Kondenzatori imaju niži kapacitet u poređenju s drugim uređajima za skladištenje energije.

HEMIJSKO SKLADIŠTENJE

Hemijsko skladištenje temelji se na potencijalu određenih elemenata ili hemijskih spojeva da otpuštaju ili hvataju elektrone u ograničenom broju.

Primjeri ovih elemenata su litijum, nikl, natrijum, kadmijum i drugi.

Spajanjem ova dva elementa ili hemijska spoja suprotnog ponašanja ili električnog potencijala nastaje ono što je poznato kao elektrohemijska ćelija, čiji se terminali razlikuju u pogledu električnog potencijala i u mogućnosti su isporučiti ograničene količine električne energije.

Elektrohemijske ćelije uobičajeno se nazivaju baterije i kategorišu se u dvije vrste:

Primarne: To su one čiji se hemijski reagensi nepovratno iskorištavaju na način da se troše i prestaju proizvoditi energiju, te ih je potrebno zamijeniti.

Sekundarne: One dobijaju energiju pretvaranjem svojih hemijskih komponenata, a po završetku tog pretvaranja prestaju isporučivati energiju. Ako se napajaju električnom energijom iz drugog izvora, to rezultira suprotnom hemijskom reakcijom, pri čemu se hemijske komponente vraćaju u svoje prvobitno stanje i baterija se ponovo puni.



Raspoređivanje nekoliko elektrohemijskih ćelija ili elementarnih baterija u jedan strukturalni element rezultira nastankom složenih baterija, koje su zapravo električna strujna kola dizajnirana da povećaju kapacitet skladištenja energije, napon opskrbe struje ili oboje.

Hemijsko skladištenje u baterijama, posebno u automobilima, ima sljedeće prednosti i nedostatke.

PREDNOSTI:

- **Funkcionalna stabilnost:** Upotreba elektrohemijskih akumulatora u automobilima datira unazad mnogo decenija, a njihov dizajn kontinuirano se poboljšava radi unapređenja njihove efikasnosti i karakteristika.
- **Stalna isporuka energije:** Unutrašnji hemijski sastav ćelija osigurava stalno napajanje električnom energijom efikasnim prilagođavanjem zahtjevima potrošača tokom ciklusa pražnjenja.
- **Recikliranje:** Proces recikliranja uključuje odvajanje i reciklažu metala kao što su kobalt, nikl ili aluminijum putem dobro poznatih i relativno jednostavnih postupaka koji olakšavaju ponovnu upotrebu.

NEDOSTACI:

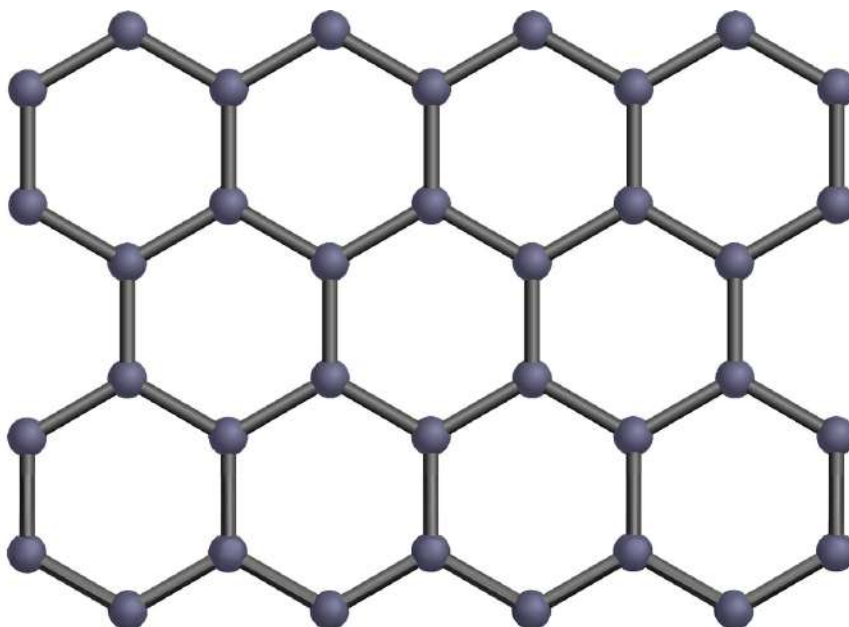
- **Ograničeni domet:** Sadašnje baterije, koje se uglavnom temelje na litijumu, dostigle su svoju maksimalnu gustinu energije. Stoga, ako se želi povećati domet kretanja vozila, potrebno je suočiti se sa izazovom povećanja dimenzija baterije, što podrazumijeva i povećanje težine. U nekim slučajevima ovo rješenje možda neće biti izvodljivo.
- **Vrijeme ponovnog punjenja:** Iako je u međuvremenu poboljšano, vrijeme punjenja baterije još uvijek je duže u poređenju s vremenom koje je potrebno za punjenje rezervoara goriva uobičajenog vozila.
- **Ograničen životni vijek:** Baterije imaju ograničen maksimalan broj ciklusa punjenja, a kada se ta granica dostigne, degradacija ima značajan uticaj na kapacitet skladištenja energije pri čemu ga značajno smanjuje.
- **Osjetljivost na temperaturu:** Ekstremne temperature, visoke ili niske, negativno utiču na unutrašnju hemiju baterija, što rezultira smanjenjem efikasnosti i mogućim oštećenjima.

Među navedenim nedostacima, ističe se ograničeni domet kao faktor zbog kojeg neki ljudi odbijaju da razmotre izvodljivost kupovine potpuno električnog vozila jer nije u skladu s njihovim potrebama ili stilom života.

U tom kontekstu, istražuje se mogućnost zamjene kolektora struje i metalnih terminala u visokonaponskim baterijama **grafenskim i ugljeničnim nanomaterijalima**.

Grafen, materijal **200 puta jači** od čelika i pet puta lakši od aluminijuma, skoro je proziran, fleksibilan, čvrst i izrazito otporan.

Zamjena metalnih komponenti baterije grafenom i drugim nanomaterijalima dobijenim od ugljenika smanjuje težinu i zapreminu, što rezultira povećanjem **gustine energije između 30 i 60%**. Osim toga, ovom izmjenom smanjuje se rizik od požara.



S ovim kompaktnijim, lakšim, snažnijim i sigurnijim baterijama, moguće je proizvesti sisteme za skladištenje energije koji mogu osigurati domet od približno **800 km** u prosječnom električnom vozilu, a njihov životni vijek je **četiri puta duži** od uobičajenih litijumskih baterija

KONCEPTI VISOKONAPONSKIH BATERIJA I VRIJEDNOSTI

Prije upuštanja u karakteristike i specifičnosti visokonaponskih automobilskih baterija, korisno je upoznati se s nekim pojmovima koji se odnose na karakteristike, radni učinak i konstrukciju visokonaponskih baterija:

ELEKTRIČNI NAPON

Odnosi se na razliku u električnom potencijalu prisutnom u bateriji između anodnog (-) i katodnog (+) terminala. Jedinica korištena za mjerenje napona je volt (V).

Ova veličina označava silu koja pogoni elektrone da se kreću kroz provodnik. Što je veća razlika u potencijalu (viši napon), to je veća sposobnost pokretanja struje, a zbog čega je, posljedično, trenutno dostupna i veća količina energije.

Jačina struje

Jačina struje označava količinu električnih naboja (elektrona) koji protiču kroz provodnik u jedinici vremena (1 sekunda). Mjeri se u amperima (A).

Električni otpor

Električni otpor odnosi se na sposobnost materijala da pruži otpor prolasku struje. Mjeri se u omima (Ω) i zavisi od svojstava materijala i od dužine i presjeka materijala kroz koji struja teče od negativnog do pozitivnog potencijala.

Električna snaga

Električna snaga predstavlja brzinu prenosa električne energije u električnom strujnom kolu. Mjeri se u vatima (W) i označava rad koji struja obavi u jedinici vremena. Direktno zavisi od napona dobijenog putem napajanja i jačine struje koju dopušta električni otpor strujnog kola potrošača.

Električni kapacitet

Odnosi se na ukupnu količinu energije koju predmet ili materijal mogu uskladištiti. Kapacitet se mjeri u amper-satima (Ah) ili kilovat-satima (kWh) i označava apsolutnu vrijednost električnog naboja koji baterija može isporučiti prije nego što se isprazni. Elektrifikovana vozila obično imaju baterije od 15 do 100 kWh.

Gustoća energije

Ovo je mjera koja povezuje količinu energije koju baterija može skladištiti s njenom težinom. Ovaj omjer je kritičan u motornom vozilu jer od njega zavise domet i radni učinak. Izražava se u vat-satima po kilogramu (Wh/kg), odnosno omjerom električnog rada (Wh) koji je moguće obaviti i težine (kg) baterije.

Intenzitet pražnjenja

Odnosi se na maksimalnu struju koju baterija može isporučiti vanjskom uređaju (potrošaču) po jedinici vremena. Struja pražnjenja obično se mjeri u amperima (A) i označava maksimalnu električnu snagu koju baterija može sigurno isporučiti bez pojave unutrašnjeg oštećenja. Za razliku od kondenzatora, struja u baterijama ograničena je brzinom odvijanja hemijskih reakcija unutar baterije.

Unutrašnji otpor

Unutrašnji otpor baterije ukazuje na otpor koji baterija pruža struji koja protiče kroz nju. To je intrinzično svojstvo baterija inherentno njihovim unutrašnjim komponentama, kao što su elektrode i elektrolit. Mjeri se u omima (Ω).

Radni učinak

Odnosi se na efikasnost kojom se uskladištena hemijska energija pretvara u električnu energiju tokom ciklusa punjenja i pražnjenja i obrnuto. Obično se izražava kao postotak. Gubici pri pretvaranju, odnosno neefikasnost, obično se izražavaju u obliku toplote/toplotne energije.

Ciklus punjenja

Odnosi se na kompletan postupak jednog kruga punjenja i pražnjenja baterije. Ciklus počinje kada je baterija potpuno napunjena i završava kada je potpuno ispražnjena ili obrnuto. Na životni vijek baterije utiče broj ciklusa koji ona može izdržati prije nego što se njen kapacitet skladištenja energije značajno smanji, uglavnom usljed unutarnje degradacije njenih ćelija.

Samopražnjenje

Samopražnjenje je postepeni gubitak napunjenosti baterije kada nije spojena na vanjski uređaj ili potrošača. Čak i kada se ne koristi, baterija će se polako prazniti zbog unutrašnjih hemijskih reakcija. Brzina samopražnjenja može se razlikovati zavisno od vrste baterije i uslova životne sredine.

Memorijski efekat

Memorijski efekat je pojava u kojoj se čini da punjiva baterija „pamti“ svoj maksimalni kapacitet punjenja i prerano se prazni ako se ponovo napuni prije nego što postigne svoj puni kapacitet. Ova pojava se uobičajeno povezivala uz nikel-kadmijevu (NiCd) ili nikel-metal-hidridne (Ni-MH) baterije, ali je rjeđa u litijum-jonskim (Li-ion) baterijama. Prolaskom vremena, memorijski efekat može smanjiti stvarni iskorišteni kapacitet baterije i negativno uticati na njen radni učinak.

Serijski spoj

Električni uređaji za skladištenje pružaju dvije mogućnosti spajanja: serijski ili paralelno. Vrsta priključka omogućuje promjenu napona dobavljene struje ili kapaciteta skladištenja/napajanja energijom.

U serijskom spoju, elementarne ćelije ili baterije spajaju se spajanjem pozitivnog pola jednog elementa s negativnim polom sljedećeg. U ovoj konfiguraciji, konačni napon (V) čini zbir pojedinačnih napona spojenih ćelija. Naboji koji se kreću između slobodnih terminala baterije u obliku struje pokretani su apsolutnom razlikom potencijala sklopa.

Električni kapacitet (Ah) sklopa je jednak onom njegovih pojedinačnih ćelija jer se naboji ne mogu kretati od anode do katode ćelije kroz njen unutrašnji dio.



$$\text{Konačni napon: } 3,7 \text{ V} + 3,7 \text{ V} + 3,7 \text{ V} + 3,7 \text{ V} = 11,1 \text{ V}$$

$$\text{Konačni kapacitet: } 3000 \text{ mAh}$$

PARALELAN SPOJ

Kod paralelnog spoja, spojeni su svi pozitivni polovi ćelija s jedne strane, a svi negativni polovi s druge strane. Kod ovakvog rasporeda, konačni električni kapacitet sklopa (Ah) čini zbir kapaciteta spojenih elemenata. Konačni rezultirajući napon (V) ostaje nepromijenjen i ekvivalentan je naponu svakog pojedinačnog elementa.



$$\text{Konačni napon: } 3,7 \text{ V}$$

$$\text{Konačni kapacitet: } 3000 \text{ mAh} + 3000 \text{ mAh} + 3000 \text{ mAh} = 9000 \text{ mAh}$$

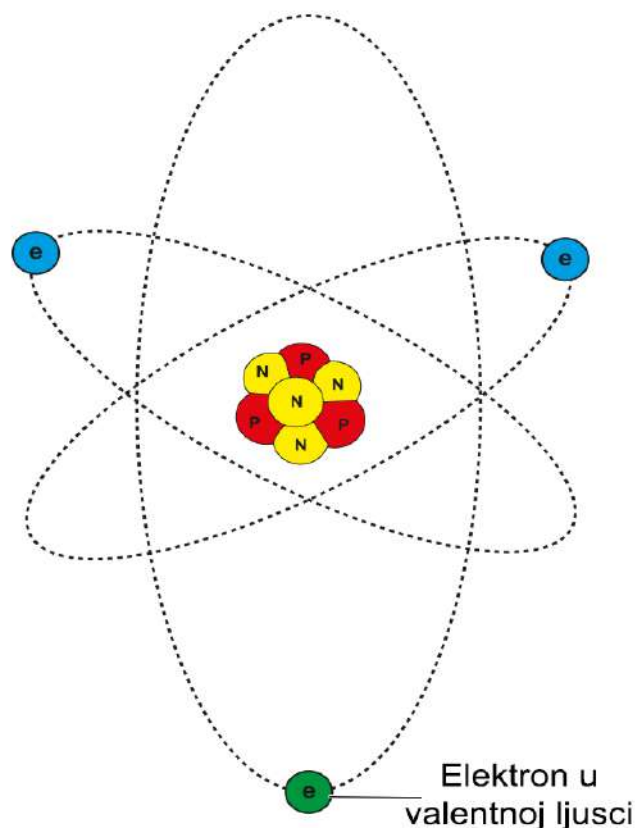
LITIJUM-JONSKA BATERIJA

Porast elektromobilnosti i rastući broj prenosnih električnih uređaja u posljednje dvije decenije uglavnom su posljedica značajne promjene u mineralima koji se koriste u proizvodnji baterija. Ova promjena je rezultat korištenja litijuma kao ključnog elementa za hemijsku akumulaciju električne energije.

LITIJUM

Pojam „litijum“ ima svoje korijene u grčkoj riječi „LITHOS“, što znači „kamen“. Ovaj metalni element se javlja u obliku srebrnasto-bijelog metala, ima visoku hemijsku reaktivnost, te se ističe kao najlakši metal i ima nisku tačku topljenja. U periodnom sistemu elemenata, prikazuje se kao „Li“, a njegova snažna elektropozitivnost daje mu izvanrednu sposobnost reakcije s različitim hemijskim agensima.

6.941	3
520.2 0.98	+1 -1
Li	
Litij	
[He] 2s1	



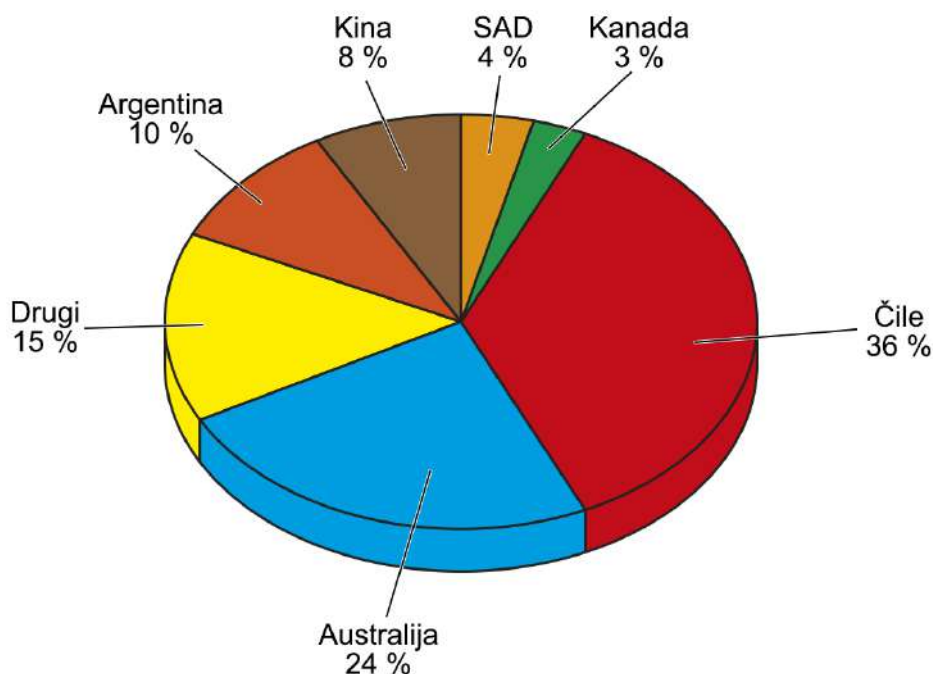
Sa samo tri protona, litijum ima minimalnu masu i **izraženu sklonost dijeljenju ili otpuštanju jednog elektrona** u svojoj valentnoj ljusci. Ova karakteristika ga čini hemijski nestabilnim i vrlo elektroaktivnim, što su idealni kvaliteti za hemijsko skladištenje električne energije.

Litijum je razvrstan među umjereno zastupljene elemente i sastavni je dio Zemljine kore s prisutnošću od **65 dijelova na milion (ppm)**.

U poređenju zastupljenosti s drugim elementima, litijum je u sredini poretka, nešto niže od bakra, niže od aluminijuma ili željeza, ali znatno više od srebra ili kadmijuma.

Litijum je obično koncentrisan u slanim otopinama, uključujući one prirodnog porijekla, one povezane s naftnim bušotinama i one iz geotermalnih polja.

U tom kontekstu, Argentina, Bolivija i Čile čine „litijumski trougao“, na koji otpada više od 53% svjetskih izvora litijuma. Litijum se rudari i ekstrahuje u slanim otopinama u Argentini, Boliviji, Čileu, Kini i Sjedinjenim Američkim Državama; ekstrahuje se kao kameni mineral u Australiji, Brazilu i Kini, između ostalog, i iz gline u Sjedinjenim Američkim Državama i Meksiku.



Postupak ekstrakcije na slanim poljima počinje dubokim bušenjem kako bi se izvadila slana otopina, koja onda prolazi različite faze isparavanja u velikim plitkim bazenima. Zatim se integrišu različiti hemijski elementi kako bi se presuli prisutni natrijum, kalijum, magnezijum i drugi spojevi, dok se ne postigne željena koncentracija litijuma.

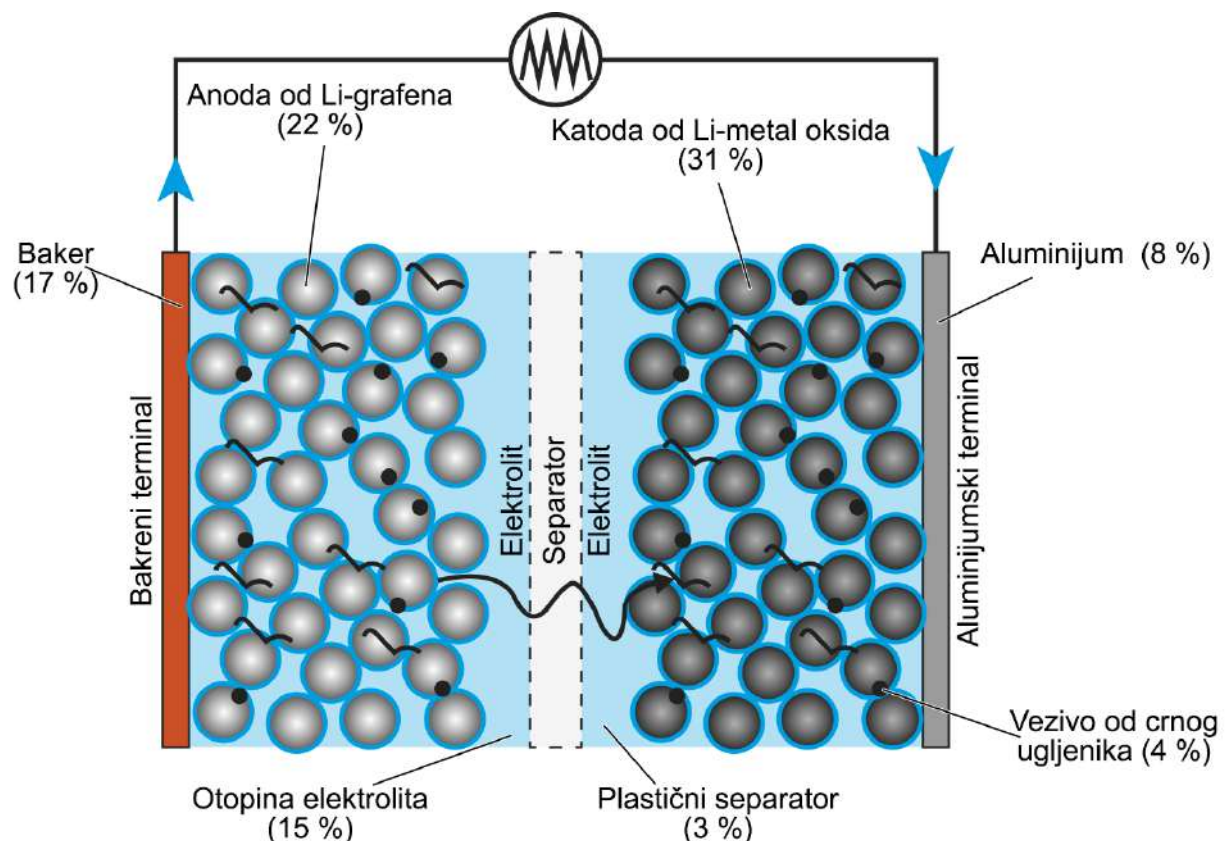
Voda u slanoj otopini sadrži približno **25% soli litijuma**. Za proizvodnju jedne tone litijumovog karbonata, potrebno je ispariti **120 000 litara (120 m³)** slane otopine.

Nakon što slana otopina postigne odgovarajuću koncentraciju, šalje se u industrijsko postrojenje gdje se podvrgava specifičnoj hemijskoj obradi. Rezultat ovog postupka je ono što je uobičajeno poznato kao litijumov karbonat, koji se pojavljuje u obliku kristala ili kompaktna za stavljanje na tržište u obliku granula.

S druge strane, čvrsta kamena ruda koja sadrži litijum dobija se rudarenjem u rudnicima s otvorenim kopom ili podzemnim rudnicima, primjenom uobičajenih tehnika rudarenja. Ruda se zatim, prije direktne upotrebe ili dalje prerade u spojeve litijuma, podvrgava obradi i koncentrisanju različitim metodama.

SASTAV LITIJUMOVIH ČELIJA

Litijum-jonske ćelije mogu se sastojati od različitih elemenata i spojeva. Različiti materijali koriste se zavisno od tog radi li se o elektrodama, elektrolitu, terminalima, separatoru ili kućištu koje obuhvata aktivni materijal ćelije.



Najvažniji tehnološki aspekt litijum-jonskih baterija leži u sastavu njihove katode, koja predstavlja 31% od ukupnog materijala ćelija. Katodu čini metalni oksid, čiji sastav može uključivati specifičan spoj sljedećih elemenata, navedenih u specifičnoj formuli:

- **LCO:** Litijum-kobalt-oksidi (LiCoO_2)
- **LNO:** Litijum-nikl-oksidi (LiNiO_2)
- **LMO:** Litijum-mangan-oksidi (LiMn_2O_4)
- **NMC:** Litijum-nikl-mangan-kobalt-oksidi ($\text{Li}(\text{NixMnyCo}_{1-x-y})\text{O}_2$) ((takođe pod nazivom NCM-ovi).
- **AQL:** Litijum-nikl-kobalt-aluminijum-oksidi [$\text{Li}(\text{NixCoyAl}_{1-x-y})\text{O}_2$].
- **LFP:** Litijum-željezo-fosfat (LiFePO_4)

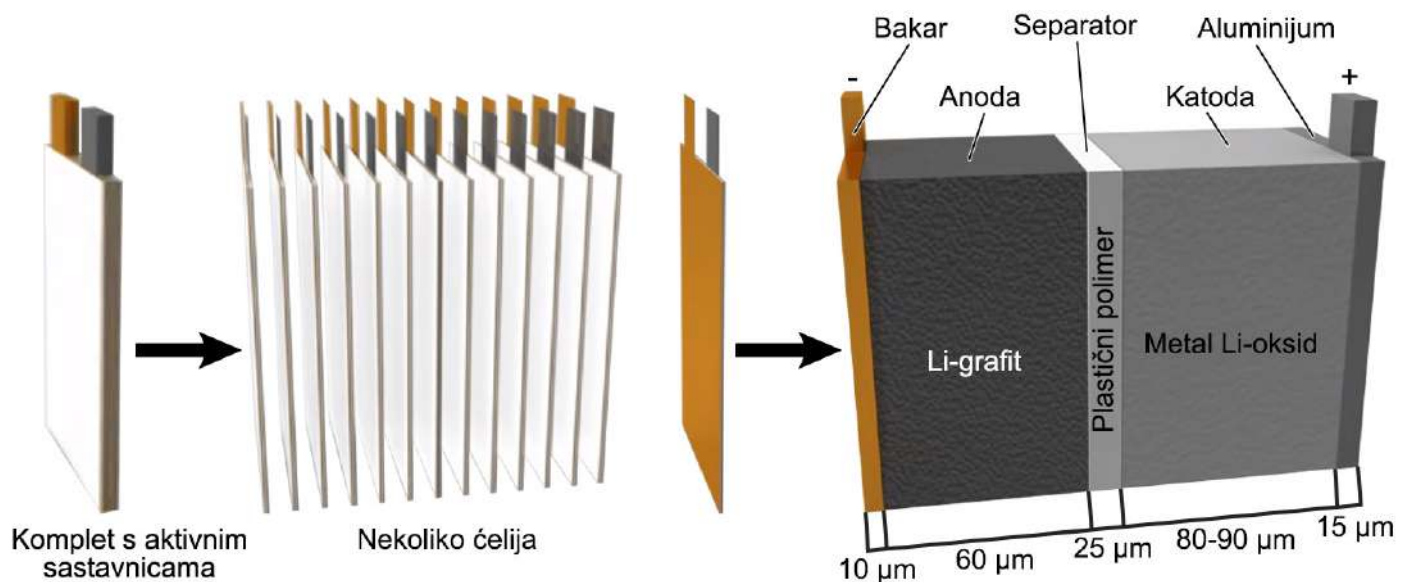
Obično je ukupni postotak litijuma koji je potreban u visokonaponskoj bateriji električnog vozila, u poređenju s ukupnim materijalima, manji od 7%. U prosjeku, baterija električnog automobila sadrži približno 160 g metalnog litijuma po kilovat-satu (kWh). Prema proračunu, za bateriju od 50 kWh s dometom od približno 400 km potrebno je ukupno približno 8 kg litijuma.

STRUKTURALNA OSNOVA

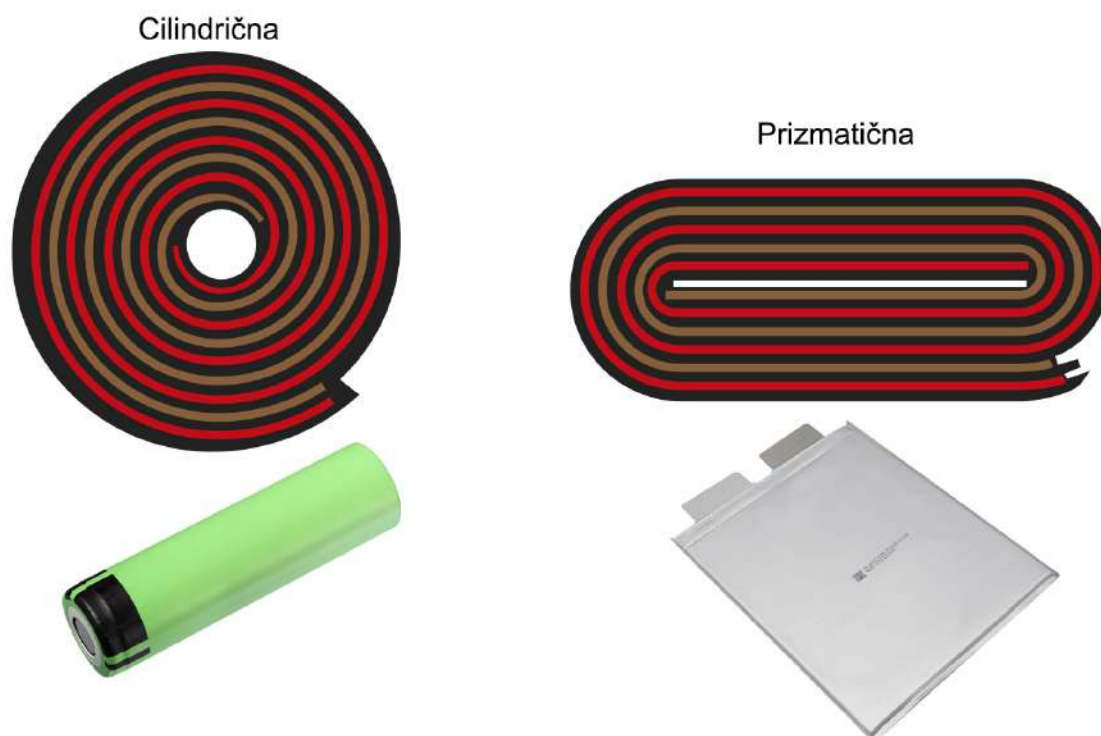
Komplet **aktivnog materijala** ćelija sastoji se od **nekoliko** vrlo tankih **ćelija** stisnutih jedne uz drugu. Smanjenje debljine svake ćelije ključno je za postizanje visokog omjera gustine energije u kompletnoj ćeliji. Sve ćelije koje čine ovakav komplet međusobno su povezane svojim pozitivnim i negativnim spojnim terminalima.

Stanice se sastoje od **izuzetno tankih slojeva**. Materijali svakog

sloja nisu isti, a svaki od njih ima drukčiju funkciju. Slojevi svake ćelije zatvoreni su s obje strane pozitivnim i negativnim spojnim terminalima. Raspored ovih veza održava sve pozitivne terminale međusobno spojenim. Isto je primjenljivo i na suprotnu stranu sa svim negativnim terminalima. Ova konfiguracija omogućava da sve ćelije u kompletu budu **paralelno spojene**, kako bi se time maksimalno povećao električni kapacitet ćelije.



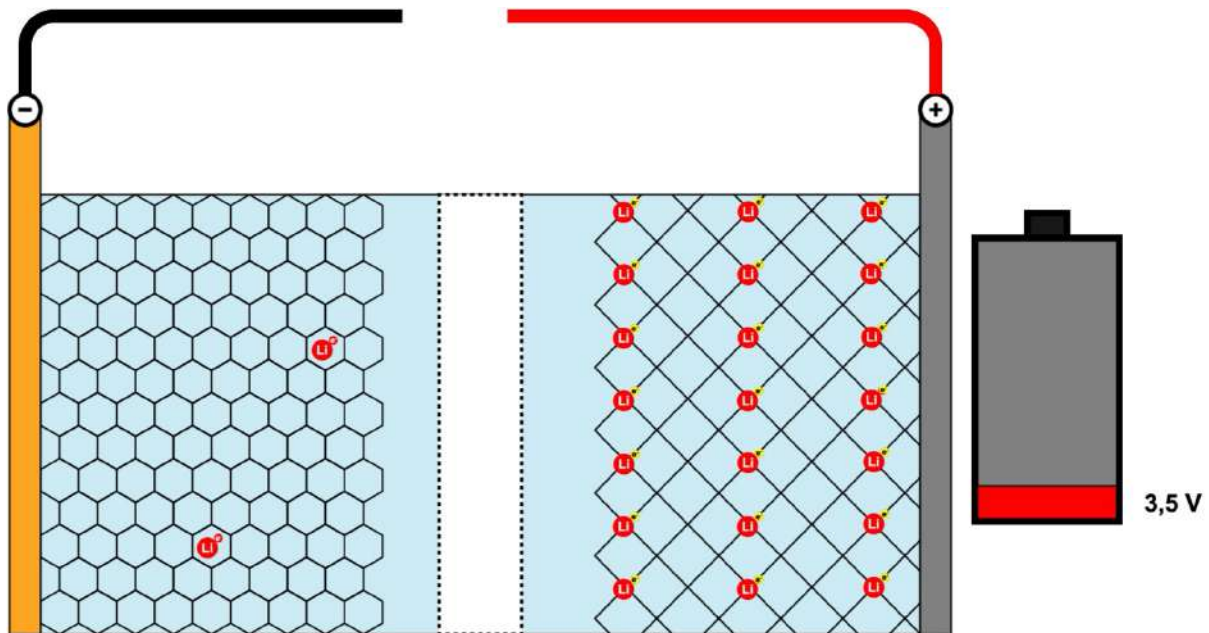
Razlike u dimenzijama, oblicima i električnim karakteristikama baterijskih ćelija jedinstvene su i zavise od proizvođača. U automobilskoj industriji, uglavnom postoje dvije vrste dizajna ćelija koje čine visokonaponske baterije: cilindrične i prizmatične.



RAD

Ključ funkcionisanja litijum-jonske ćelije temelji se na karakterističnom ponašanju elementa koji odvaja potporni materijal anode od potpornog materijala katode. Molekularna struktura separatora sprečava kruženje

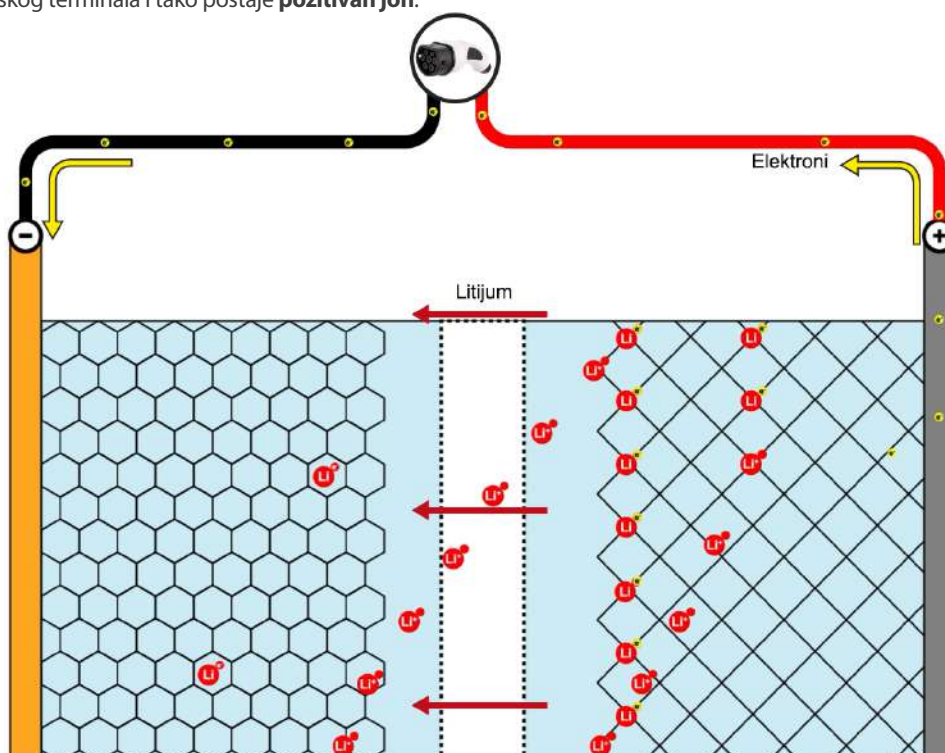
elektroneutralnog litijuma, ali ga propušta kada litijum dobije električni potencijal, tj. kada se nalazi u obliku jona.



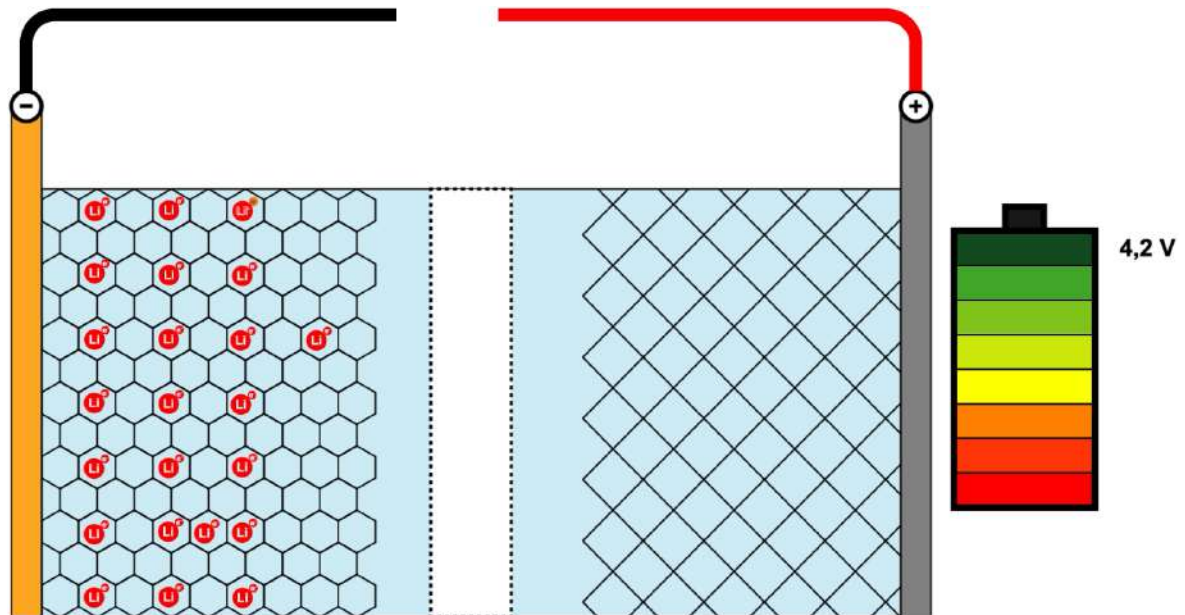
U **ispražnenoj ćeliji**, veći udio litijuma će biti na katodi (+) u obliku oksida.

Tokom **postupka punjenja**, pozitivni električni potencijal koji primjenjuje vanjsko napajanje neutrališe oksidaciju litijuma prisutnog na katodi. Litijum se lako odvaja od elektrona koji se vodi do aluminijumskog terminala i tako postaje **pozitivan jon**.

Privučen potencijalom negativnog naboja povezanog uz anodu, litijumov jon (pozitivan) kreće se kroz elektrolit preko porozne membrane sve dok ne dođe do potpornog materijala anode, gdje se ponovo spaja s elektronom koji će probati otpustiti čim bude imao priliku. Na katodi se oslobođeni kiseonik rekombinuje, uspostavljajući nove veze s preostalim metalima.



Kada je skoro sav litijum raspršen u grafitnoj strukturi anode, ćelija postiže svoj maksimalni električni potencijal, isporučujući diferencijalnu vrijednost od **4,2 volta**.

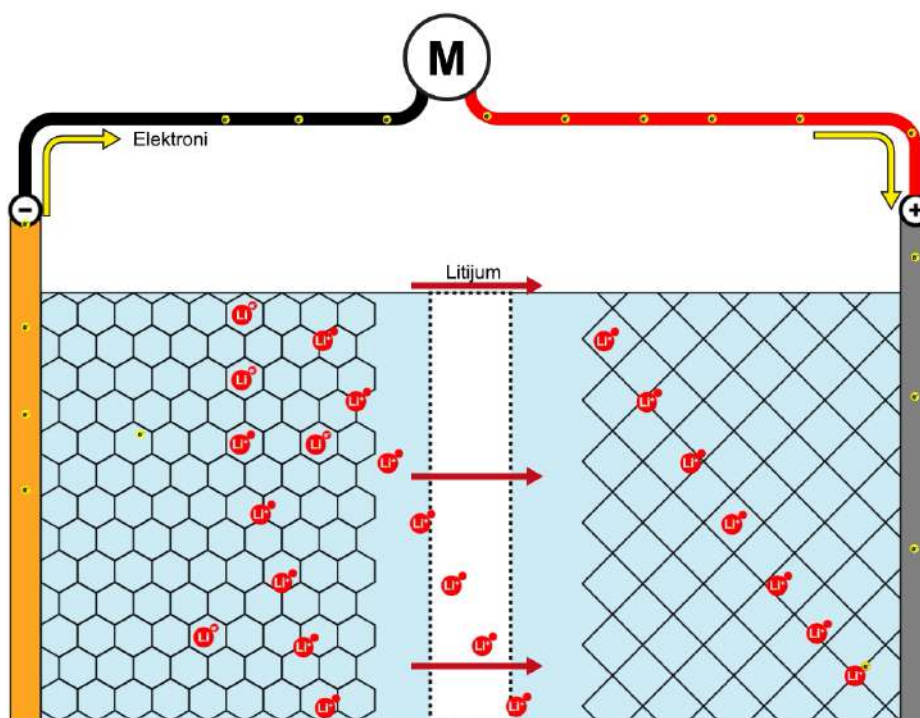


Pražnjenje se odvija kada kontinuitet strujnog kola potrošača spoji pozitivni potencijal katode s bakrom anode te time podstakne jonizaciju litijuma.

predani negativnom terminalu ćelije proizvode struju pražnjenja, što im omogućuje isporuku električne energije koju su nakupili tokom punjenja.

Litijum sada odbacuje elektrone i putuje putem elektrolita kroz separator do katode kako bi ponovo formirao oksid, dok elektroni

Na kraju postupka pražnjenja, razlika napona između anode i katode iznosi **3,5 volta** i većina litijuma vraća se na katodu u obliku oksida.



STRUKTURA VISOKONAPONSKE BATERIJE I DODATNI ELEMENTI

Velika težina električnih i hibridnih automobila, zajedno s radnim učinkom i dometom potrebnim za njihovu komercijalnu održivost i kruženje u suživotu s vozilima koje pokreću motori s unutrašnjim sagorijevanjem, zahtijevaju proizvodnju baterija velike snage i velikog kapaciteta.

Ovo energetske stanje zahtijeva spajanje desetina ili čak stotina elemenata, koji zbrajaju svoje pojedinačne napone i kapacitete za dovoljno dugo napajanje potrebnom električnom energijom.

Uz zahtjeve koji se odnose isključivo na električnu energiju, postoje

i projektni, funkcionalni i specifični pravni zahtjevi, o kojima će se raspraviti kasnije.

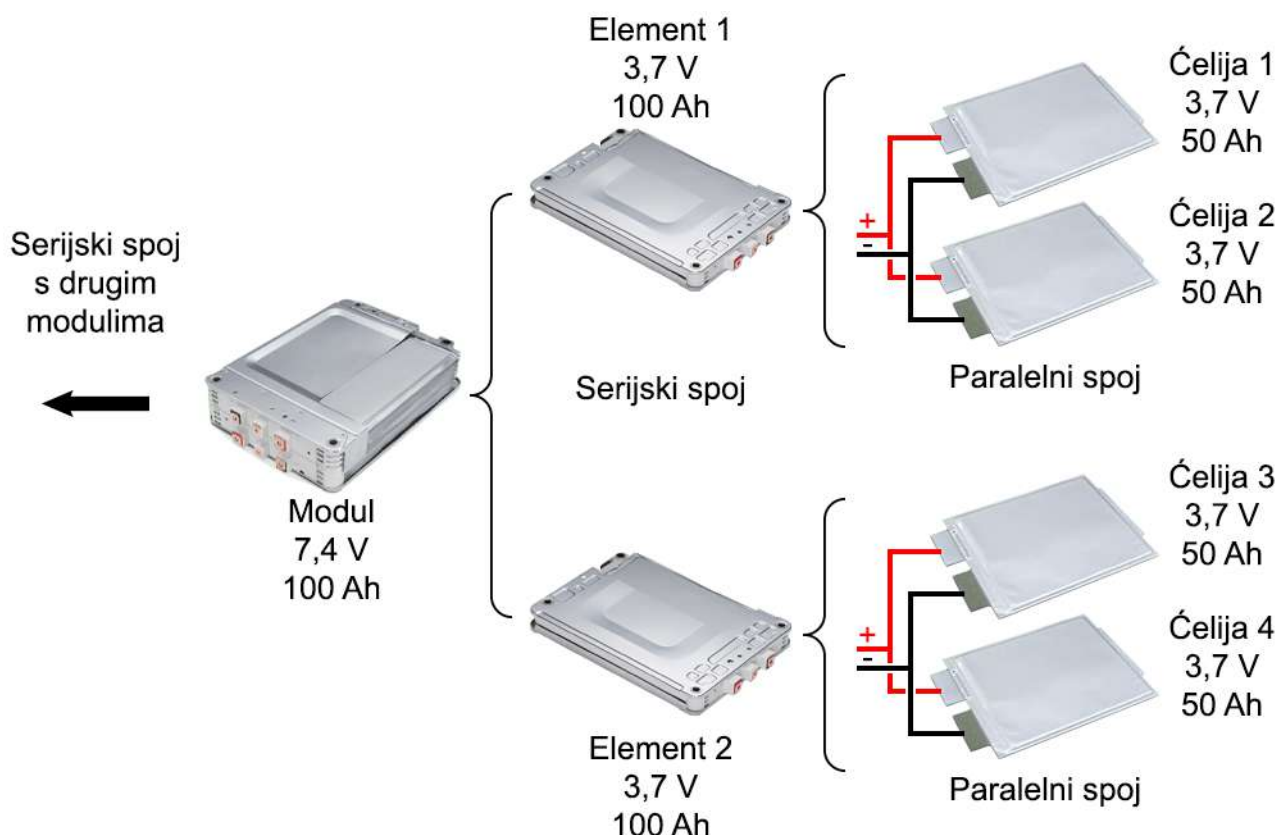
Sve visokonaponske baterije imaju metalni ili plastični „sarkofag“ (rezervoar) koji štiti i izoluje unutrašnje komponente. Svaki proizvođač prilagođava dizajn baterije prema raspoloživom prostoru ispod vozila, iako sve dijele iste bitne komponente u smislu skladištenja energije: ćelije, elemente i module.

Važno je napomenuti da ovi izrazi nisu standardizovani i da neki proizvođači koriste različite nazive.

Ćelije su najmanja komponenta baterije i imaju funkciju **skladištenja energije**. Nazivni napon i električni kapacitet ovih ćelija zavise od vanjske proizvodne konfiguracije, kao i od vrste i količine korištenog elektrohemijskog materijala. Ćelije se obično **paralelno spajaju** kako bi se povećao električni kapacitet i time povećao ukupni domet vozila.

Elementi se sastoje od dvije ili više međusobno povezanih ćelija. Te ćelije su **serijski spojene** jedna s drugom u svrhe povećanja nazivnog napona baterije. Kod nekih baterija, nije moguće pristupiti pojedinačnim unutrašnjim ćelijama. U tim slučajevima, ćelija postaje najmanja komponenta koja se može rastaviti.

Moduli su skupine serijski spojenih elemenata. Ovi moduli su međusobno spojeni pomoću narandžastih visokonaponskih kablova ili krutih spojnih šipki, te na taj način stvaraju baterijske blokove. Proizvođači odlučuju da na ovaj način grupišu elemente kako bi pojednostavili dijagnostiku i popravak baterije te, u određenim slučajevima, na poslijeprodajnom tržištu nude i kompletne module za zamjenu.

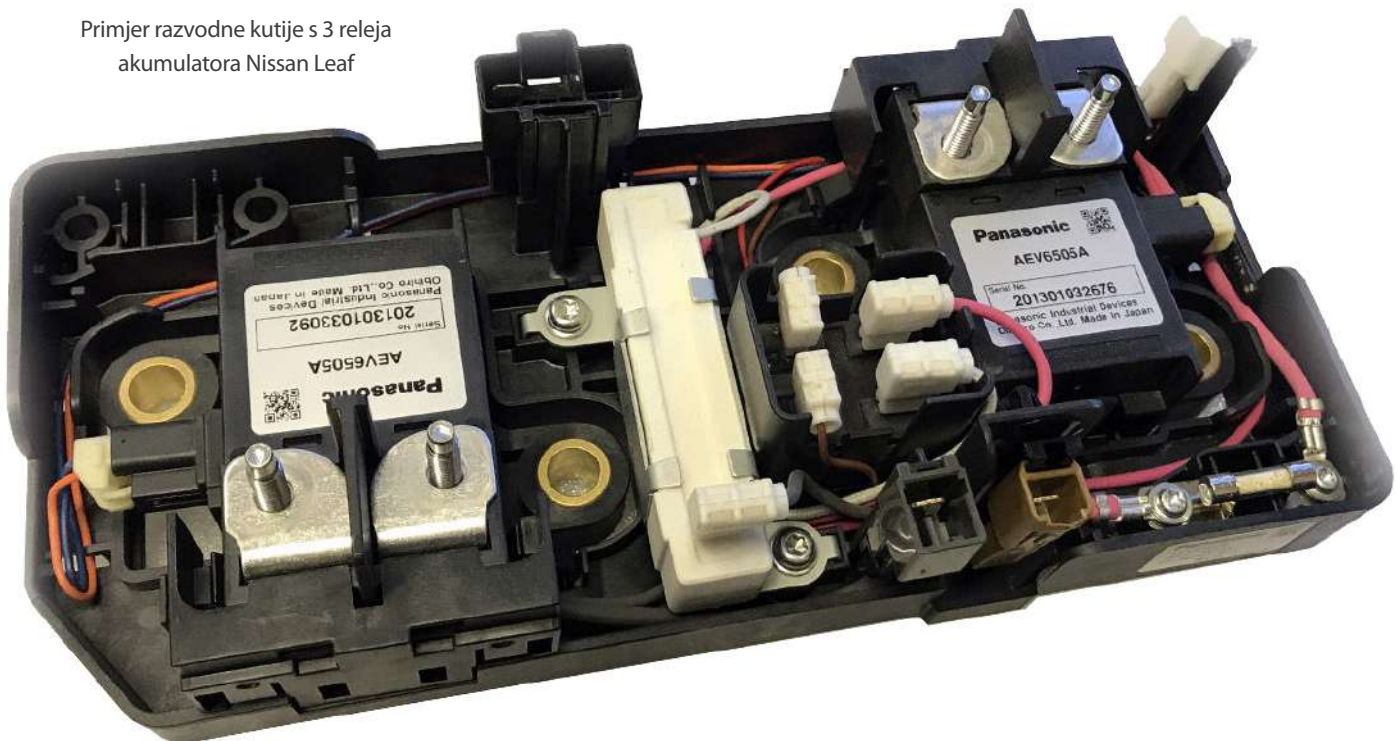


Najčešći nazivni napon za litijum-jonske baterije u potpuno električnim vozilima je **360 V**, što odgovara serijskom spoju od **96 ćelija**. Sada se proizvode baterije i **do 800 V**, uglavnom za veće radne snage i kraće vrijeme punjenja.

Još jedna ključna komponenta unutar visokonaponskih baterija je razvodna kutija, koja sadrži **kontaktorske releje**. Ovi releji imaju funkciju dopuštanja ili onemogućavanja izlaza struje visokog napona iz baterije u druge visokonaponske komponente. Kada nisu pod naponom, kontaktori su otvoreni, tako da nema razlike u naponu na vanjskim terminalima baterije.

Razvodna kutija opremljena je s najmanje dva releja: glavnim relejem koji prekida pozitivan ili negativan vod i precharge relejom (za predpunjenje). Osim toga, uključuje otpornik za predpunjenje od između 30 i 80 Ω . Funkcija ovog otpornika za predpunjenje je da spriječi iznenadne udare napona u trenutku spajanja baterije, čime bi se izbjegla moguća oštećenja elektronskih komponenti spojenih na visokonaponsko strujno kolo vozila. Relej za predpunjenje u početku olakšava prolaz struje kroz ovaj otpornik. Opciono, razvodna kutija može biti opremljena sa do pet kontaktorskih releja.

Primjer razvodne kutije s 3 releja akumulatora Nissan Leaf



Različiti senzori, koji su strateški raspoređeni u bateriji, ugrađeni su u svrhe praćenja stanja i ispravnog rada različitih komponenti sistema. Ugrađeni su **strujni senzori** namijenjeni za mjerenje jačine struje koja ulazi (puni) i izlazi (prazni) iz baterije, kao i nekoliko temperaturnih senzora NTC tipa (s negativnim temperaturnim koeficijentom)

namijenjenih mjerenju temperature u svrhe sprečavanja smrzavanja ili pojave previsoke temperature ćelija. Osim toga, ugrađeni su i sigurnosni prekidači za blokiranje koji detektuju odspajanje unutrašnjih komponenti ili konektora.



Također su ugrađeni različiti sigurnosni i upravljački elementi, uglavnom osigurači namijenjeni ograničavanju amperaže u slučaju kratkog spoja, kao i **harmonijski filteri** namijenjeni sprečavanju pojave parazitskih kolebanja napona u visokonaponskom sistemu.

Zakonski propisi zahtijevaju upotrebu ručno izvlačivog sigurnosnog **konektora**, čija je funkcija da omogući električno odvajanje baterije od ostatka visokonaponskog strujnog kola, kako bi se potrebni popravci mogli provesti u uslovima najviše sigurnosti.



Upravljačka jedinica, koja je smještena unutar kućišta baterije, nadzire i upravlja naponima svih unutrašnjih komponenti i elemenata. Ova jedinica komunicira s drugim jedinicama u vozilu putem jedne ili više multipleksiranih mreža i odgovorna je za stalan nadzor odgovarajuće

izolacije visokonaponskog strujnog kola. Time se sprečava uključivanje releja kontaktora ako se detektuje bilo kakav spoj visokog napona akumulatora na šasiju vozila ili na niskonaponsko električno strujno kolo vozila.



ODOBRENJE/HOMOLOGACIJA I SIGURNOST VISOKONAPONSKIH BATERIJA

Elektrifikovana vozila, a pogotovo njihov električni pogonski sistem, podliježu posebnim propisima zbog opasnosti i rizika od strujnog udara usljed visokog radnog napona i kapaciteta njihovih baterija.

Pravilnik br. 100 Ujedinjenih nacija propisuje jedinstvene odredbe za homologaciju vozila opremljenih električnim pogonskim sistemima koja imaju radni napon između 60 i 1500 V DC, uključujući posebne odredbe za pojedinačnu homologaciju njihovih baterija.

Propisima proizašlim iz ovog Pravilnika razvijena su ispitivanja i zahtjevi koje moraju ispuniti i visokonaponska baterija kao nezavisni element i strujno kolo za napajanje i punjenje na koji je spojena, ali i oni koji čine osnovu za njenu upotrebu u određenim vrstama vozila.

U pogledu potrebne sigurnosne zaštite, zakon propisuje sljedeće:

Zaštita od strujnog udara

Kablovi i električne komponente spojene na visokonaponsku sabirnicu moraju biti zaštićene izolacionim materijalom.

Zaštita od direktnog dodira

Visokonaponski dijelovi pod naponom, kablovi i električne sastavnice moraju imati čvrste pregrade, kućišta ili izolatore kako bi se spriječio direktan dodir. Električni zaštitni konektori ne smiju se moći otvoriti, odvojiti ili rastaviti.

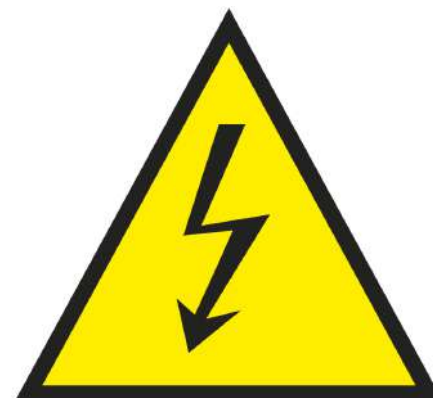
Prekidač za održavanje

Potreban je visokonaponski sistem za održavanje (isključivanje strujnog kola) koji se može otvoriti ili ukloniti bez alata ili pomoću uređaja kojim upravlja rukovalac.

Oznake i simboli

Dijelovi pod naponom i električne sastavnice pod visokim naponom moraju nositi simbol za opasnost u vezi sa električnom energijom sa žutom pozadinom, dok okvir i strelica moraju biti crni.

Visokonaponski kablovi koji nisu smješteni unutar kućišta biće označeni **narandžastim** vanjskim omotačem.



Zaštita od indirektnog dodira

Izloženi provodni dijelovi moraju biti galvanski povezani sa električnom šasijom (uzemljenjem) pomoću električnih kablova ili lemljenjem, vijcima itd., kako bi se osigurala sigurna veza.

Na taj način ne može se pojaviti razlika u električnom potencijalu između kućišta visokonaponskih komponenti i šasije vozila, čime se sprečava pražnjenje fizičkim dodiranjem s oba dijela u slučaju neodgovarajuće izolacije.

Otpor izolacije

Sve visokonaponske komponente i kablovi moraju biti izolovani od niskog napona vozila (12 V) i moraju imati odgovarajući otpor izolacije.

Zakon propisuje minimalnu potrebnu vrijednost omskog otpora. Uopšteno govoreći, visokonaponske sabirnice, bilo AC ili DC, koje zajednički djeluju, moraju imati minimalnu vrijednost od **500 Ω** po voltu radnog napona.

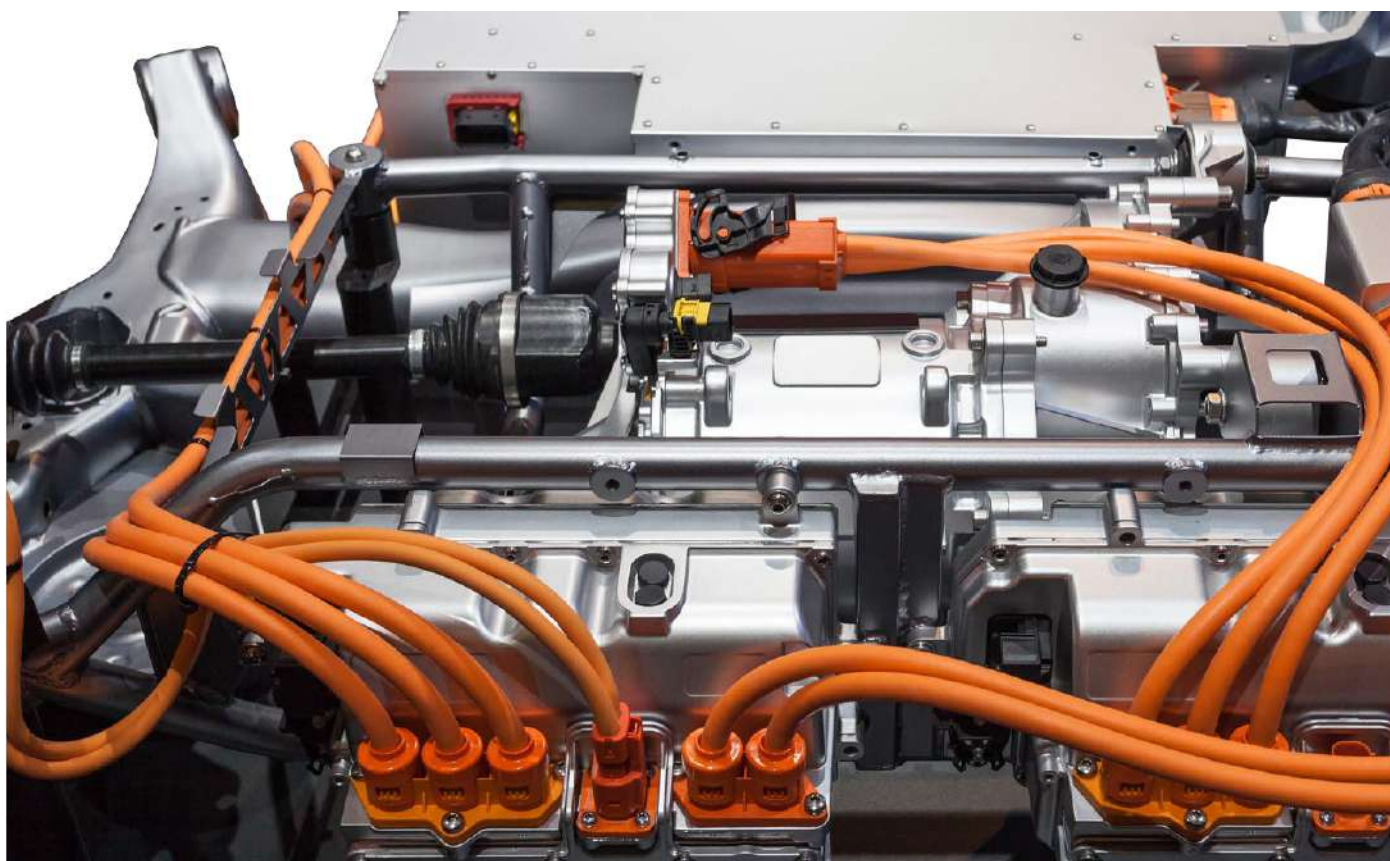
Na primjer, za nazivnu bateriju od 360 V, minimalni otpor izolacije trebalo bi da iznosi 180 kΩ (500 Ω x 360 V).

Propisi nalažu da se kao alat za mjerenje izolacije koristi megaommetar s ispitnim naponom jednakim ili višim od radnog napona visokonaponske sabirnice ili visokonaponske baterije.

Takođe, nalažu postojanje aktivnog sistema za isključivanje visokog napona kada se vozilo ne koristi ili je pod opterećenjem i za nadzor izolacije kako bi se vozač mogao upozoriti u slučaju neodgovarajuće izolacije.

Položaj i otpornost na udarce

Propisi o homologaciji određuju minimalne udaljenosti za postavljanje visokonaponske baterije za vozila različitih kategorija. U njima se detaljno navode minimalne udaljenosti na vertikalnoj i vodoravnoj ravni kućišta ili „sarkofaga“ u odnosu na tlo i prednji i zadnji kraj karoserije, kao i granične vrijednosti u pogledu izobličenja u slučaju udara različitih jačina.





Razvojem tehnologije u automobilske industriji povećala se i kompleksnost vozila, a samim time i održavanje istih. Kako bi nezavisni aftermarket ostao kompetitivan znanjem i uslugama prema klijentima u odnosu na ovlaštene mreže servisa, kontinuirano obrazovanje mehaničara postaje ključ uspjeha.

CIAK Auto prepoznaje važnost tog segmenta podrške vašem poslovanju te već nekoliko godina održavamo edukaciju s našim partnerima dobavljačima poput TMD Frictiona, Valea, Bilstein grupe, ZF Friedrichshafena i drugih. Kroz 140 odrađenih seminara na više od 30 lokacija u Hrvatskoj približili



smo najnovije tehnologije naših dobavljača Vama, našim partnerima. Uvidjevši interes za dubljim znanjem, odlučili smo napraviti korak dalje – pokrenuti CIAK Auto Akademiju.

CIAK Auto Akademija naziv je za objedinjeni set predavanja usmjerenih na stručno usavršavanje automehaničara i mehatroničara, gdje se i teoretski i praktični dio nastave odvija na lokacijama širom Hrvatske kako bismo približili znanje Vama što je više moguće. Uz potporu Eure!Car organizacije, dio AD International grupe distributera rezervnih dijelova čiji je CIAK Auto član, pripremili smo demo vozilo koje ćemo koristiti za praktični prikaz tema koje će naši tehnički treneri obrađivati. Radi se o vozilu iz VAG grupacije, Škoda Octavia III, 1.6 TDI CR, 105KS iz 2015. godine.

Vozilo je pripremljeno po svim europskim standardima seminara Eure!Car organizacije, kao i sama predavanja, što garantira metodološki ispravan pristup stručnom usavršavanju. Na raspolaganju imamo 6 različitih tema koje zaokružuju kompletno vozilo po principu rada po metodici i didaktici modernog mehatroničara. U nastavku teksta možete vidjeti kratak opis tema.



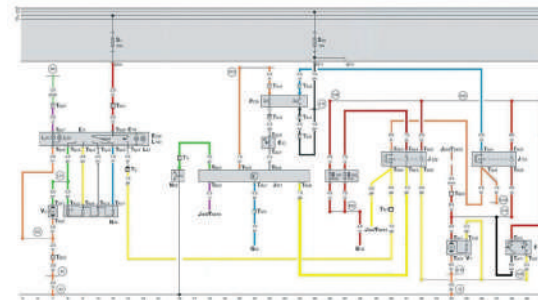
TEME EDUKACIJA CIAK Auto Akademije

Elektrika vozila

Tema Elektrika vozila je početna i osnovna tema - baza za sve daljnje teme. Prilikom pohađanja seminara „Elektrike vozila“, mehaničar će naučiti osnove elektrike koje su nužne kako bi s razumijevanjem mogao pristupiti ostalim temama i kvalitetno ih obraditi.

Sadržaj seminara „Elektrika vozila“ je sljedeća:

- Osnove elektrike (napon, struja i otpor)
- Pristup komponentama te mjerenje s razumijevanjem
- Korištenje multimetra
- Razumijevanje i čitanje shema vozila
- PWM signal te njegova primjena
- Ispitivanje električnih komponenti na vozilu
- Osciloskop i njegova primjena



Svaka tema donosi određeni pristup alatu i njegovom značenju u primjeni. Alati za potrebe seminara će biti osigurani od strane CIAK Auto te će kao takvi služiti za svrhu prezentacije i potrebe samog mjerenja tokom seminara.

Cilj seminara je usvajanje pristupa mjerenja komponentata te razumijevanje dobivenih rezultata mjerenjem, tumačenje shema elektrike vozila i praktična primjena mjerenja komponenti.

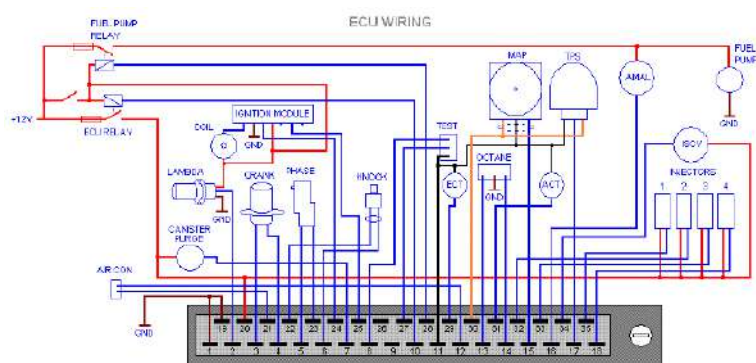
ECU jedinica i senzorika motora

Tema „ECU jedinica i senzorika motora“ obuhvaća rad s dijagnostičkim uređajem te obradu signala senzora motora. Svaki senzor je bitan u samom sustavu motora te je potrebno detaljno poznavanje signala i njegovo tumačenje. Sama ECU jedinica motora je programirana da sve nepravilnosti u radu motora i senzorike prijavi na neki način, sama prijava preko dijagnostičkog uređaja se ponekad razlikuje od same greške na vozilu.

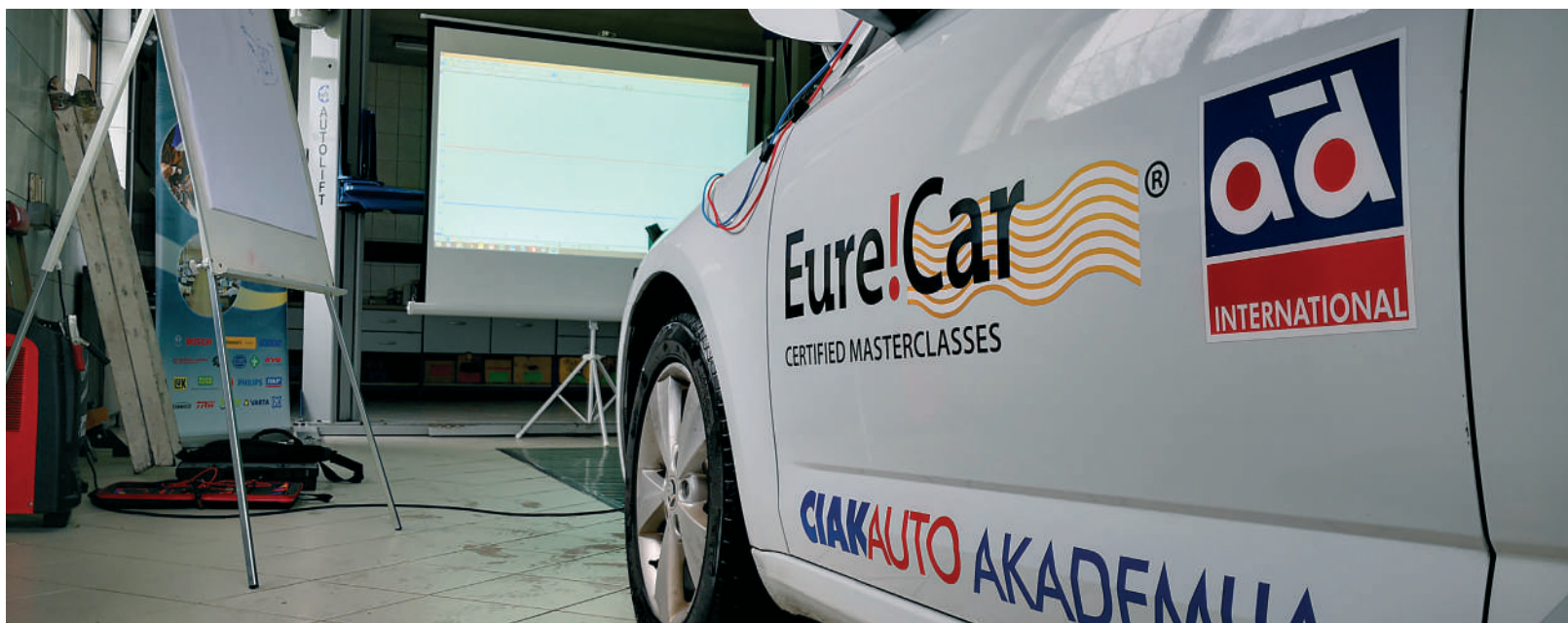
Cilj seminara je da kroz metodiku i didaktiku prođemo greške po načinu prijave dijagnostičkog uređaja te po načinu interpretacije kroz praktični dio i niz priručnih alata koje koristimo na seminaru.

Sadržaj seminara „ECU jedinica i senzorika“

- Uloga upravljačkih jedinica na vozilu
- Korištenje dijagnostičkih uređaja preko EOBD II protokola
- Stvarne vrijednosti u odnosu na zadane vrijednosti
- Podjela senzora i aktuatora po principima rada na motoru
- Mjerenje signala multimetrom (napredno)
- Mjerenje signala osciloskopom (napredno)



Cilj seminara je razumijevanje uloge raznih senzora i aktuatora na vozilu te što dijagnostički uređaj pokazuje krivo (a što ne pridonosi rješavanju problema). Mjerenjem polaznik dolazi do zaključka što nije ispravno na motoru te kako pristupiti popravku uz maksimalnu uštedu vremena popravka.



CR Ubrizgavanje (common-rail)

Tema seminara „CR Ubrizgavanje“ se bazira na radu motora po principu ubrizgavanja. Kroz seminar se prolazi sistem ubrizgavanja i njegova periferija koja je, što direktno a što indirektno uključena u rad i sistem samog ubrizgavanja. Na seminaru se koristi osciloskop kao osnovno sredstvo rada uz klasičnu dijagnostiku te multimetar. Mjerenja se baziraju na signalima kada je sve ispravno te nakon simulacije određene greške, ponavljamo mjerenja i uspoređujemo sa signalima prije simulacije greške uz komentare zašto i kako smo došli do toga.

Sadržaj seminara „CR ubrizgavanje“

- Rad dizne ubrizgavanja
- Razlike elektro-magnetne i piezo dizne u radu
- Snimanje rada dizne osciloskopom po naponu i struji (napredno)
- Podjela senzora i aktuatora po principu rada kod ciklusa ubrizgavanja
- Ispitivanje mehaničkih i elektroničkih komponenti

Cilj seminara je razumijevanje rada dizne, senzoričke i aktuatora u ciklusu ubrizgavanja te mogući problemi u radu. Također i razumijevanje vremenskog perioda ubrizgavanja u radu motora i prilikom regeneracije DPF - filtera.

A/C Sistemi u vozilu

Seminar „A/C Sistemi u vozilu“ prikazuje kako sistem funkcionira u fazama napretka kroz godine korištenja. Postoje više vrsta A/C sistema i njihovog načina rada koje ćemo na ovom seminaru detaljno objasniti. S obzirom da je u međuvremenu izašao novi plin R1234 HFO, prolazimo razlike u plinovima i njihovom načinu rada. Na seminaru se koristi dijagnostički uređaj te osciloskop, mjerimo komponente i kasnije tumačimo signale dobivene mjerenjem.

Sadržaj seminara A/C sistemi u vozilu

- Komponente u sustavu i čemu služe
- Razlike u plinu R12 - R134a - R1234 HFO
- Kompresori klime po principu rada
- Punjač klime i njegovo korištenje (Valeo Climfill Easy i Climfill Pro)
- Pritisci u sustavu klime i njihovo tumačenje

Cilj seminara je razumijevanje sistema rada klima sustava u vozilu, pristup rješavanju problema po komponentama i njihov rad.



3.1 CAN/LIN-bus podatkovna mreža

Svima je poznato da se u trenutnim vozilima nalazi puno više komfora i raznih pomagala vozača nego je to bio slučaj prije 15-20 godina. Samim time povećala se i potrošnja energije unutar vozila te su ona postala sve kompleksnija. Da bismo mogli upravljati nekom određenom funkcijom unutar vozila potrebna nam je upravljačka jedinica koja će naše zahtjeve znati proslijediti dalje kroz za to potrebne kanale. Ti kanali su CAN-bus linije komunikacije unutar vozila, povezani sa svakom upravljačkom jedinicom preko GATEWAY sabirnice podataka.

Na ovom seminaru je potrebno znati rukovati osciloskopom s obzirom na to da se većina mjerenja vrši pomoću osciloskopa, kao i tumačenje signala koje smo dobili mjerenjem.

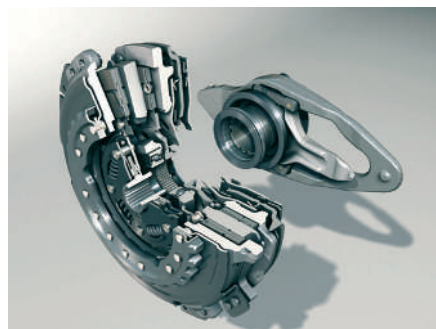
Sadržaj seminara CAN/LIN-bus

- Princip rada komunikacijske mreže
- Podjela mreže na komunikacijske protokole (CAN-B, CAN-C i LIN)
- Kvarovi i dijagnoza CAN mreže

Cilj seminara je razumijevanje čitanja CAN/LIN-bus mrežu podataka te s razumijevanjem tumačiti snimljene signale.

DSG kvačilo 0AM mjenjača

DSG ili Direct Shift Gearbox je automatski mjenjač koji se koristi u VAG grupaciji vozila. Kada kažemo automatski mjenjač nismo daleko od istine, no to je ustvari manualni mjenjač po konstrukciji s mehatroničkom jedinicom koja svaku izmjenu brzine vrši u iznimno kratkom vremenu bez gubitka okretaja i brzine vozila. Na oko jednostavan, mjenjač je svojom konstrukcijom iznimno kompleksan. Postoje dvije inačice navedenog mjenjača s kvačilom koje se često nazivaju „mokri“ i „suhi“. Seminar se bazira na suhi tip kvačila koje je moguće promijeniti u Vašem servisu uz pomoć specijalnog alata, a uz poštivanje protokola prilikom same izmjene.



Sadržaj seminara

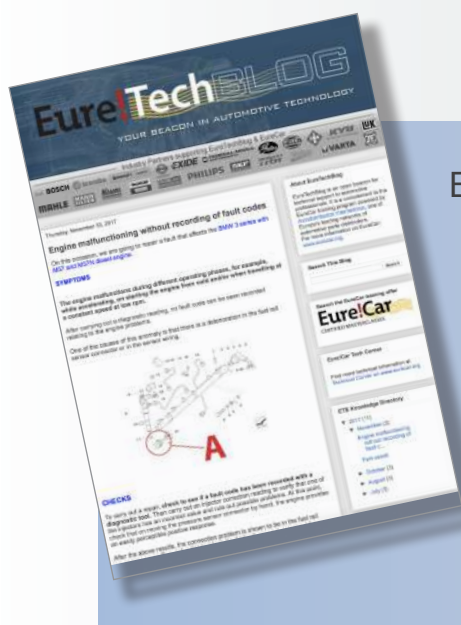
DSG kvačilo 0AM mjenjača

- Opis rada mjenjača po komponentama
- Razlike između mokrog i suhog tipa mjenjača i kvačila
- Praktična izmjena kvačila po koracima i naputcima od strane proizvođača
- Prilagodba dijagnostičkim uređajem nakon izmjene



Za sve upite i dodatne informacije obratite se na e-mail:
akademija@ciak-auto.hr

Cilj seminara je pravilan pristup mjenjaču prilikom izmjene kvačila i adaptacije kvačila dijagnostičkim alatom.



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

Dodatno ovom časopisu, EureTech Blog pruža na sedmičnoj 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).

industrial partners supporting Eure!Car

Tehnička kompetencija i nivo znanja mehaničara je od vitalne važnosti i u budućnosti će biti presudna za opstanak profesionalnih mehaničara.

Eure!Car je inicijativa pokrenuta od strane Autodistribution International sa sjedištem u Kortenbergu, Belgija (www.ad-europe.com).

Eure!Car program sadrži sveobuhvatan niz visokih profila edukacija koje nude nacionalni AD organizatori i njihovi distributeri dijelova u 39 zemalja.

Posjetite www.eurecar.org za više informacija ili pregled kurseva.



Kočioni sistem



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