

Detekcija parazitne potrošnje elektro sustava osobnog automobila

Balukčić, Leonard

Undergraduate thesis / Završni rad

2021

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Faculty of Electrical Engineering, Computer Science and Information Technology Osijek / Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Fakultet elektrotehnike, računarstva i informacijskih tehnologija Osijek**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:200:406361>

Rights / Prava: [In copyright](#) / [Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2025-03-27**

Repository / Repozitorij:

[Faculty of Electrical Engineering, Computer Science and Information Technology Osijek](#)



SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU
FAKULTET ELEKTROTEHNIKE, RAČUNARSTVA I
INFORMACIJSKIH TEHNOLOGIJA

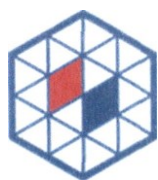
Preddiplomski sveučilišni studij

DETEKACIJA PARAZITNE POTROŠNJE ELEKTRO
SUSTAVA OSOBNOG AUTOMOBILA

Završni rad

Leonard Balukčić

Osijek, 2020.

**FERIT**FAKULTET ELEKTROTEHNIKE, RACUNARS
I INFORMACIJSKIH TEHNOLOGIJA OSIJEK**Obrazac Z1P - Obrazac za ocjenu završnog rada na preddiplomskom sveučilišnom studiju**

Osijek, 29.09.2020.

Odboru za završne i diplomske ispite

**Prijedlog ocjene završnog rada na
preddiplomskom sveučilišnom studiju**

Ime i prezime studenta:	Leonard Balukčić
Studij, smjer:	Prediplomski sveučilišni studij Elektrotehnika i informacijska tehnologija
Mat. br. studenta, godina upisa:	4347, 25.09.2019.
OIB studenta:	70416557171
Mentor:	Izv. prof. dr. sc. Hrvoje Glavaš
Sumentor:	Ružica Kljajić
Sumentor iz tvrtke:	
Naslov završnog rada:	Detekcija parazitne potrošnje elektro sustava osobnog automobila
Znanstvena grana rada:	Elektroenergetika (zn. polje elektrotehnika)
Predložena ocjena završnog rada:	Dobar (3)
Kratko obrazloženje ocjene prema Kriterijima za ocjenjivanje završnih i diplomskih radova:	Primjena znanja stečenih na fakultetu: 2 bod/boda Postignuti rezultati u odnosu na složenost zadatka: 2 bod/boda Jasnoća pismenog izražavanja: 2 bod/boda Razina samostalnosti: 1 razina
Datum prijedloga ocjene mentora :	29.09.2020.
Datum potvrde ocjene Odbora:	16.10.2020.
Potpis mentora za predaju konačne verzije rada u Studentsku službu pri završetku studija:	Potpis: Datum:



FERIT

.4»r.

IZJAVA O ORIGINALNOSTI RADA

Osijek, 19.10.2020.

Ime i prezime studenta:	Leonard Balukčić
Studij:	Preddiplomski sveučilišni studij Elektrotehnika i informacijska tehnologija
Mat. br. studenta, godina upisa:	4347, 25.09.2019.
Turnitin podudaranje [%]:	10

Ovom izjavom izjavljujem da je rad pod nazivom: **Detekcija parazitne potrošnje elektro sustava osobnog automobila**

izraden pod vodstvom mentora Izv. prof. dr. sc. Hrvoje Glavaš

i sumentora Ružica Kljajić

moj vlastiti rad i prema mom najboljem znanju ne sadrži prethodno objavljene ili neobjavljene pisane materijale drugih osoba, osim onih koji su izričito priznati navođenjem literature i drugih izvora informacija. Izjavljujem da je intelektualni sadržaj navedenog rada proizvod mog vlastitog rada, osim u onom dijelu za koji mi je bila potrebna pomoć mentora, sumentora i drugih osoba, a što je izričito navedeno u radu.

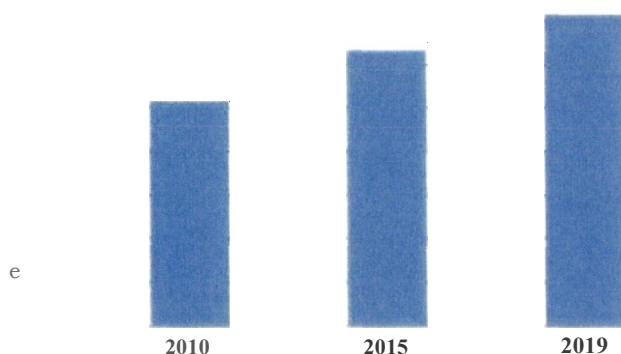
Potpis studenta:

SADRŽAJ

1. UVOD.....	?
1.1. Predmet istraživanja.....	1
1.2. Svrha i ciljevi istraživanja.....	2
1.3. Struktura rada	3
2. OSNOVNE AUTOMOBILSKE DIAGNOSTIKE.....	4
2.1. Napon i struja potrošača u automobilu.....	4
2.2. Izvori električne energije u automobilu	7
2.2.1. Automobilska baterija	7
2.2.2. Primarni i sekundarni izvori električne energije u automobilu	9
2.2.3. Stanje napunjenosti (SOC) i stanje ispravnosti (SOH) baterije.....	10
2.3. Parazitna potrošnja u automobilu.....	13
2.4. Postupak detekcije parazitne potrošnje	13
2.5. Stavljanje automobila u stanje pripravnosti	13
3. OPREMA ZA ISPITIVANJE PARAZITNE POTROŠNJE AUTOMOBILA.....	17
3.1. Strujna ušteda.....	17
3.2. Digitalni multimetri.....	18
3.3. Dodatni uređaji.....	18
4. DETEKCIJA PARAZITNE POTROŠNJE NA PRAKTIČNOM PRIMJERU.....	20
4.1. Detekcija parazitne potrošnje mjerenjem struje.....	20
4.2. Detekcija parazitne potrošnje mjerenjem napona na osigurčima	22
4.2. Detekcija parazitne potrošnje mjerenjem struje i napona.	22
5. ZAKLJČAK.....	24
LITERATURA.....	26
SAŽETAK.....	27
POPIS TABLICA.....	28
PG-PS SLIKA..... * “.....”	29

1. UVOD

Motorna vozila su jedan od najraširenijih oblika prijevoza i njihov broj je iz godine u godinu u porastu. Od prvog automobila do današnjih modernih automobila prošlo je nekoliko razvojnih generacija, od kojih je svaka činila automobil sve složenijim i kompleksnijim sustavom; od prvih električnih krugova 1830.-ih do današnjih električnih automobila je značajna promjena u vidu složenosti sustava. Autor rada živi u Bosni i Hercegovini stoga na slici 1.1. prikazan je broj rasta automobila stanovnika Bosne i Hercegovine od 2010-2019 [11].



Slika 1.1. Broj automobila na 1000 stanovnika Bosne i Hercegovine, izvor [11]

Kao i svi tehnički sustavi i automobili su podložni kvarovima. Kvarovi se javljaju bilo kada u toku eksploatacije i razlikuju se po učestalosti i vremenu kada se javljaju, a životni vijek bilo koje komponente se može podijeliti na tri razdoblja [2]. U prvom razdoblju eksploatacije kvarovi su češći zbog grešaka u montaži, prilikom upuštanja u rad ili skrivenih greški nastalih u proizvodnji. Nakon toga, u razdoblju korištenja se pojavljuju slučajni kvarovi koji su rezultat eksploatacije. Konačno, u trećem periodu su kvarovi češći kao rezultat dotrajalosti i trošenja dijelova [2]. Svaki kvar je moguće popraviti, samo je pitanje vremena i raspoloživih novčanih sredstava. Kako bi se produžio vijek trajanja pojedine komponente, pojavila se potreba za održavanjem komponenti i sustava. Održavanjem se bavi cijela jedna grana znanosti, a u širem smislu se može podijeliti na korektivno (popravci nakon nastanka kvara), preventivno (primjerice periodička izmjena trošnih dijelova kako bi se spriječio teži kvar) i kombinirano [3]. Automobil, kao složeni mehanički sustav također zahtjeva preventivno održavanje koje se obavlja u sklopu redovitih servisa. U preventivnom održavanju se vrši provjera stanja guma i njihova zamjena, zamjena ulja i svih filtera, zamjena amortizera i sl. Korektivno održavanje se

provodi nakon nastanka kvara i prilikom njegovog otklanjanja potrebno je što točnije odrediti uzrok nastanka kvara kako bi se smanjile neželjene posljedice te nepotrebni troškovi.

Preventivno održavanje automobila se obično izvodi po principu održavanja po stanju koje se temelji na praćenju stanja sastavnih dijelova automobila te predviđanju vijeka trajanja pojedine sastavnice. Kako bi se proces olakšao u svrhu održavanja automobila se koriste dijagnostički uređaji kojima se lakše određuje stanje pojedine komponente ili sklopa automobila.

1.1. Predmet istraživanja

Predmet istraživanja ovog rada je detekcija parazitne potrošnje osobnog automobila i mogućnost primjene adaptivnih metoda i elemenata iz polja autodijagnostike. U radu će se analizirati metode i načini učenja, tehnologije i načini njihove primjene pri detekciji parazitne potrošnje, te kompleksniji elementi i metodologije koje trebaju u daljnjem shvaćanju metoda detekcije. Dodatna pažnja će se posvetiti samim osnovama pada napona, protoka struje i Ohmovom zakonu koji pomaže pri procjeni

1.2. Svrha i ciljevi istraživanja

Zadatak završnog rada je provesti analizu primjenjivosti metoda detekcije parazitne potrošnje osobnog automobila. Na praktičnom primjeru objasniti postupak mjerenjem struje, pada napona na osiguračima i kombiniranog mjerenja s ciljem utvrđivanja stanja opterećenja baterije. Objasniti metodološki okvir donošenja suda o postojanju neplanske potrošnje te formiranja energetske bilance.

Ciljevi ovog rada obuhvaćaju:

- analizu energetske bilance automobila
- elektroenergetski razvod u automobile
- osnove rada izvora energije, baterije i provjeru njezine ispravnosti
- dva postupka provjere parazitske potrošnje
- praktičnu provjeru na osobnom vozilu

1.3. Struktura rada

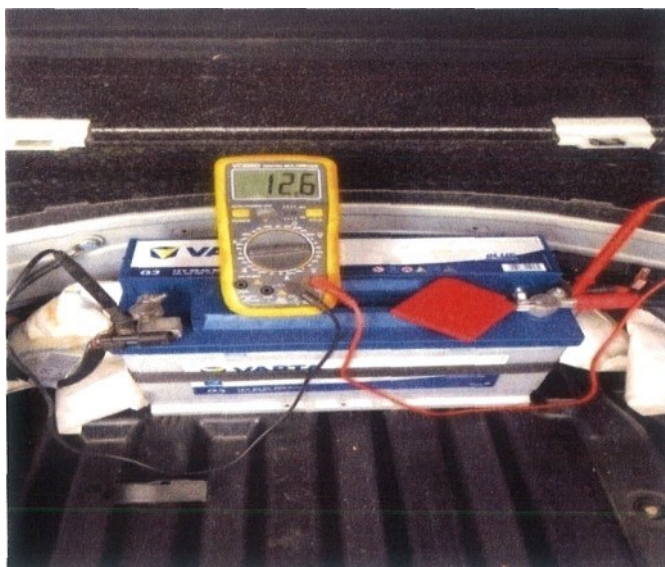
Osim uvoda, koji je prvo poglavlje, rad ima još četiri poglavlja. U drugom poglavlju navedene su osnove autodijagnostike i pojmovi iz oblasti elektrotehnike koji olakšavaju shvaćanje strujnih krugova i odnosa električnih veličina unutar vozila. Objašnjena je uloga baterije automobila, načini ispitivanja njezinog stanja napunjenosti i stanja zdravlja. Nakon toga, u trećem poglavlju, naveden je osnovni pribor koji se koristi pri detekciji parazitne potrošnje. Osnovni pribor olakšava i daje preciznije rezultate pri detekciji parazitne potrošnje. Također naveden je teorijski opis koraka pri izvođenju detekcije parazitne potrošnje. Četvrto poglavlje sastoji se od testiranja osobnog automobila korištenjem dviju metoda: metodom mjerenja struje i metodi mjerenja pada napona na osiguračima vozila. Zadnje poglavlje je zaključak

2. OSNOVE AUTOMOBILSKJE DIJAGNOSTIKE

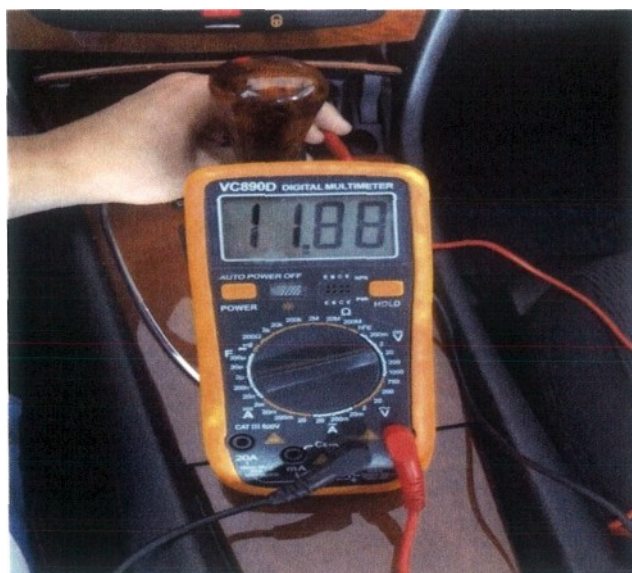
Automobilska dijagnostika se tokom godina razvila u jako bitan segment u održavanju automobila, zbog lakšeg utvrđivanja mogućeg mjesta kvara. Svaka bolje opremljena radionica za popravak automobila posjeduje uređaje za računalnu dijagnostiku. Međutim, u nekim slučajevima, posebno za provjera električnih instalacija dovoljni su osnovni instrumenti za mjerenje električnih veličina automobila. Kako bi se ispravno utvrdio uzrok kvara nužno je znati osnovne fizikalne zakonitosti.

2.1. Napon i struja potošača u automobilu

Prvi korak u učinkovitom dijagnosticiranju električnih problema je dobro razumijevanje osnovnih električnih veličina i odnosa među njima. Jedna od osnovnih veličina koju ćemo promatrati je napon. Napon se definira kao razlika potencijala [4]. Akumulator, kao osnovni izvor napon u automobilu, ima dvije stezaljke: pozitivnu i negativnu. Ako put između njih nije zatvoren, elektroni su razdvojeni između dvije elektrode. Međutim, uspostavljanjem vodljive veze između njih dolazi do gibanja elektrona koji se nastoje izjednačiti. Njihovo gibanje od jedne elektrode ka drugoj preko vodljive veze (električnog kruga) se naziva protjecanjem struje [4]. Protjecanje struje stvara pad napona u električnom krugu. Mjerenje pada napona na pojedinoj komponenti je jedna od dijagnostičkih metoda. Druga metoda dijagnostike je mjerenje napona u otvorenom krugu i koristi se kada iz nekog razloga nema struje kroz krug. Slike 2.1. 1. i 2.1.2. prikazuju metode mjerenja napona u automobilu



oblika 2.1.1 Mjerenje napona automobilske baterije u automobilu



Slika 2.1.2 Mjerenje napona potrošača (upaljač) u automobilu

Pad napona je proporcionalan struji koja protječe kroz strujni krug i otporu kruga, odnosno ako se govori o padu napona na dijelu kruga ili komponenti o otporu tog dijela kruga ili komponente. Djelatni otpor je svojstvo materijala da se opire prolasku struje i ovisi o vrsti materijala, dimenzijama materijala i vanjskim utjecajima (temperaturi, udaljenosti od drugih vodljivih komponenti, itd.) [5]. Ovisno o iznosu otpora definiraju se grupe vodljivih materijala te postoje vodljivi materijali, poluvodljivi materijali i izolatori. Što je otpor komponente veći, pad napona će biti veći. Zbog toga otpori osigurača, vodova i konektora moraju biti što manji. Najveći dopušteni pad napona ovih komponenti je do 0,1 V [6].

Uloga akumulatora je napajanje trošila u automobilu. U trošila se ubrajaju svjetla, razni motori, releji i senzori koji su nužni za ispravno funkcioniranje i siguran rad automobila kao i za poboljšanje sigurnosti vozača i putnika u automobilu.

Struja je usmjereno gibanje elektrona u zatvorenoj petlji [4]. Dok god postoji razlika potencijala (napon) na stezaljkama akumulatora i zatvoren krug među njima ili prema zemlji, postojati će protok struje. Protjecanjem struje kroz krug razvija se određena snaga. Električna snaga je umnožak napona i struje i mjeri se u vatima (W) [4]. Snaga se može izmjeriti izravno korištenjem vatmetra ili posredno mjerenjem napona i struje te njihovim množenjem [7].

U automobilske dijagnostici temeljni prirodni zakoni se primjenjuju za utvrđivanje stanja pojedine komponente. S obzirom da se radi o električnim krugovima, jedan od osnovnih električnih zakona je Ohmov zakon koji kaže da je struja proporcionalna naponu i obrnuto proporcionalna struji, kako je navedeno izrazom (1-1) [4].

$$I = \frac{U}{R} \quad (1-1)$$

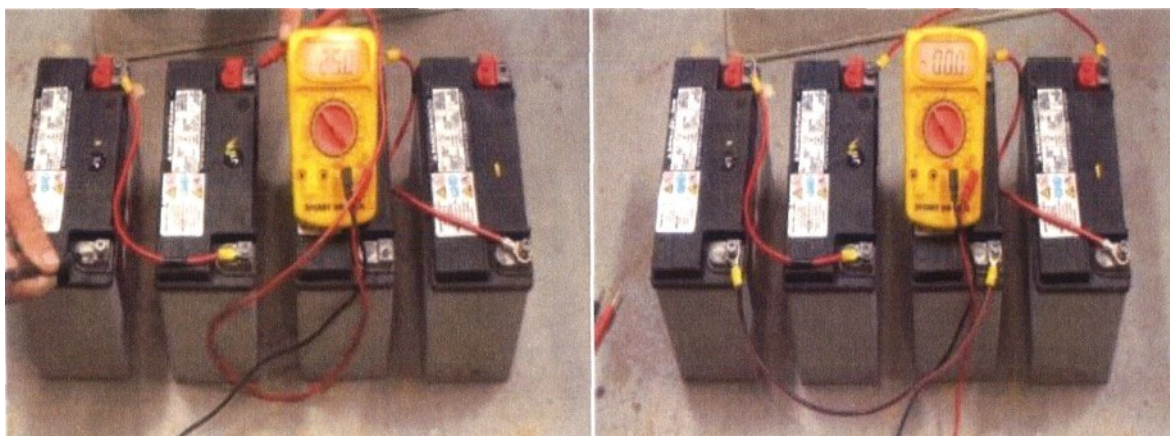
gdje su:

I — **struja** kroz strujni krug

U — napon kruga

R — **djelatni** otpor **strujnog** kruga

Uz poznate dvije veličine lako se odredi treća. No, ono što znatno otežava je činjenica da poznavanje iznosa struje i napona ne mora nužno značiti da se lako dode do vrijednosti otpora. Postoje tri načina spajanja: u seriju, paralelno ili mješovito, kao što je prikazano na slici 2.1.3.



Slika 2.1.3. **Serijski** (slika a) i **paralelni** (slika b) **spoj** baterija, izvor

Spajanjem u seriju ukupni otpor je zbroj pojedinačnih otpora, u seriji je ukupni otpor manji od najmanjeg iznosa otpora spojenog u paralelu, a u mješovitom spoju ovisi o načinu spajanja otpomika. Tu nastaje problem prilikom dijagnostike automobile budući da je nužno poznavati točnu topologiju mreže i iznose pojedinačnih otpora (ili ih izmjeriti) kako bi se točno mogao utvrditi razlog nastanka kvara. Ono pak što je poznato je iznos napona u automobile.

Olovne baterije imaju nazivni napon od 12,6 V, uz moguće male varijacije ovisno o starosti i stanju napunjenosti. Ako je napon konstantan, umnožak otpora i struje također mora biti

konstantan. Što je otpor veći, struja je manja i obrnuto. Ukoliko je mjerenjem utvrđeno da postoji napon, a nema protjecanja struje to znači da u krugu postoji prekid i da je petlja beskonačnog otpora. U tom slučaju se treba obaviti provjera gdje je nastao prekid. Sa druge strane, ako postoji protok struje, a potrošač ne radi punim kapacitetom, vjerojatno postoji preveliki otpor u krugu koji mu umanjuje performanse ili je krug preopterećen [6]

Jedan od težih kvarova u električnim krugovima je kratki spoj. Prilikom kratkog spoja napon na mjestu kvara je nula volti i ne postoji pad napona. Ponekad se kratki spoj izaziva umjetno kako bi se zaštitio ostatak strujnog kruga.

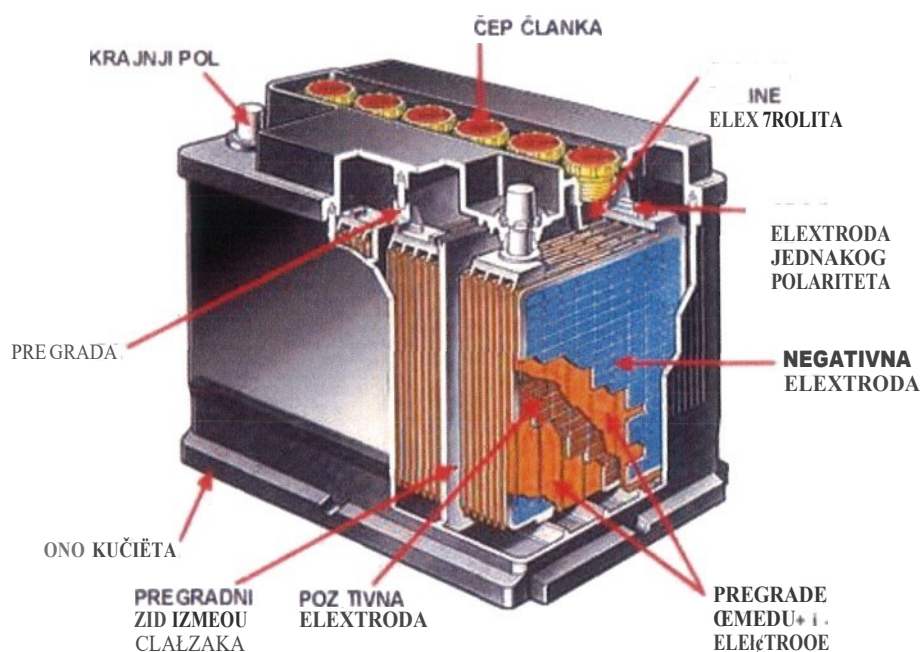
Prolazak struje kroz komponente u automobilu izaziva pad napona koji se mjeri voltmetrom. Voltmetar se umeće u strujni krug u kojem se vrši mjerenje. Prilikom mjerenja treba paziti da otpor priključnica nije prevelik, a to se između ostalog osigurava dobrim spojem sa krugom u kojem se vrši mjerenje.

2.2. Izvori električne energije u automobilu

2.2.1. Automobilska baterija

Automobilska baterija ili akumulator je glavni (primarni) izvor napajanja automobile. Postoji nekoliko različitih tehnologija, od kojih je najčešća tehnologija bazirana na olovu. Princip stvaranja napona se stvara putem kemijske reakcije do koje dolazi kada se dvije suprotne tvari različitih iznosa, kao što su pozitivna i negativna ploča urone u otopinu sumporne kiseline u vodi. Olovni akumulator je vrsta galvanskog članka u kojemu se kemijska energija pretvara u električnu. Dvije olovne ploče, jedna od čistog olova (anoda) i druga od olovnog dioksida (katoda) uronjene su u elektrolit. Elektrolit je sumporna kiselina razrijeđena sa destiliranom vodom i služi kao medij za provođenje struje. Kada se strujni krug zatvori, katoda se nabije pozitivno, a anoda negativno. Budući da postoji razlika potencijala struja proteče sa negativne ploče kroz potrošača, prema pozitivnoj elektrodi te kroz elektrolit pri čemu u njemu dolazi do kemijske reakcije razdvajanja olovnog sulfata i vode. Olovni sulfat se veže uz elektrode, a voda ostaje kao nusproizvod reakcije. Nakon određenog broja radnih sati sav elektrolit bi se razdvojio i smanjio bi se kapacitet akumulatora. Ova reakcija je dvosmjerna tako da se pri punjenju — dovodenju vanjskog napona na priključnice akumulatora — dolazi do reverzibilne reakcije tokom koje se olovni sulfat razgrađuje i povećava se koncentracija elektrolita. Koncentracija, osim o

stanju napunjenosti, ovisi i o temperaturi okoline. Punjenjem akumulatora se trajno mijenja stanje akumulatora tako da se ni ovaj postupak ne može provoditi neograničeni broj puta. Svaka promjena koncentracije siimpome kiseline utječe na olovne ploče koje u doticaju s vanjskom atmosferom počinju erodirati, a prilikom punjenje i pražnjenja oko njih nastaje sloj koji dovodi do njihovog propadanja. Na slici 4 prikazana je presjek jednog članka akumulatora koji je obično napona 2,1 V. Kako bi se postigao potrebn napon, više članaka se veže u seriju i na taj način se dobije napon od 12,6 V. Za neke strojeve je potreban i viši napon (npr. radni strojevi) i kod njih se dodaju dodatni članci koji će dati potreban napon.



.S/iko 2.2.1. Automohilski akumulator

Stare izvedbe akumulatora so imale mogiićnost dopHnjavanja elektrolita ili njegovo razrjeđivanje. Novije izvedbe akumulatora su sa gelom ili nekim drugim tehnikama koje u odnosu na klasični olovni akumulator imaju znatno bolje performanse. Ovaj tip akumulatora je jeftin i ima dug vijek trajanja, ali ipak ima neke nedostatke zbog mogućnosti curenja ili prolijevanja elektrolita.

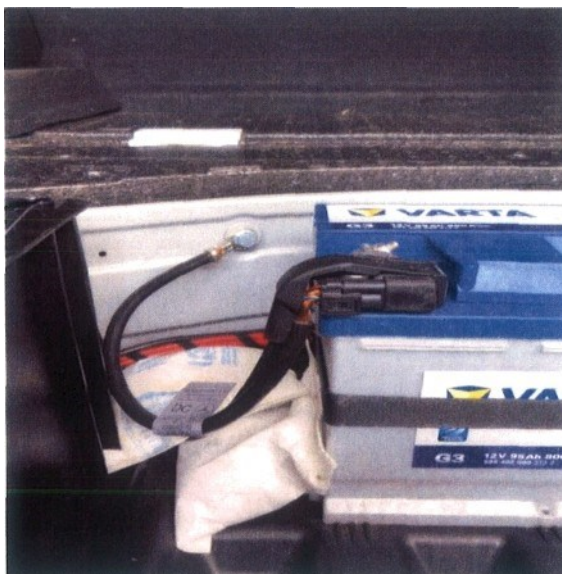
Ukoliko ne postoji specifična opreina za dijagnostiku stanja automobile, za kontrolu punjenja i provjeru stanja akumulatora može se koristiti obični voltmetar, ali je važno znati referentne vrijednosti koje ukazuju na kvar. Svako odstupanje od nazivnog napona je pokazatelj da postoji

problem sa punjenjem akumulatora, npr. Ako je napon izmjeren tokom starta manji od 10 to je očit znak kako postoji problem [6].

Modernim akumulatorima se može pretpostaviti vijek trajanja, a on se može i produžiti redovnim praćenjem stanja. Iako je otkaz najčešće brz i bez prethodnih problema, informacije o stanju jako popravljaju uvjete korištenja akumulatora. Na životni vijek utječe i profil korištenja. U automobilima koji se koriste za kraće relacije i veći broj pokretanja životni vijek je znatno skraćen jer se tokom redovne eksploatacije ne stigne obnoviti kapacitet smanjen prilikom pokretanja. Kako je i jasno, najveći utjecaj na starenje akumulatora ima upravo broj pokretanja automobila koji značajno smanjuju kapacitet, gotovo do donje granice kapaciteta. Pored utjecaja paljenja, na starenje utječu i ostali potrošači koji mogu biti uključeni u stanju mirovanja ili pokretanja. Provjera postoji li prekomjerno pražnjenje se vrši ti stanju mirovanja uz isključene sve poznate potrošače.

2.2.2. Primarni i sekundarni izvori u automobilu

Akumulator je glavni izvor napajanja električnih uređaja u automobilu koji omogućuje napajanje čak i za vrijeme dok je automobil isključen. U te uređaje se prvenstveno ubrajaju sva svjetla (prednja, stražnja, pokazivači i signalna svjetla, osvjetljenje unutrašnjosti automobila), audio i video uređaji u automobilu, itd. Smještena je u vozilu na pristupačnom mjestu radi lakšeg pristupa i održavanja, čišćenja, kontrole dolijevanja vode, uklanjanja te sprečavanje zagrijavanja uslijed dodira sa ostalim dijelovima automobila. Slika 5. prikazuje pravilan način spajanja negativne priključnice automobilske baterije s motornim vozilom.



oblika 2.2.2. Spoj negativne priključnice automobil. Ake baterije s korosć•rijom

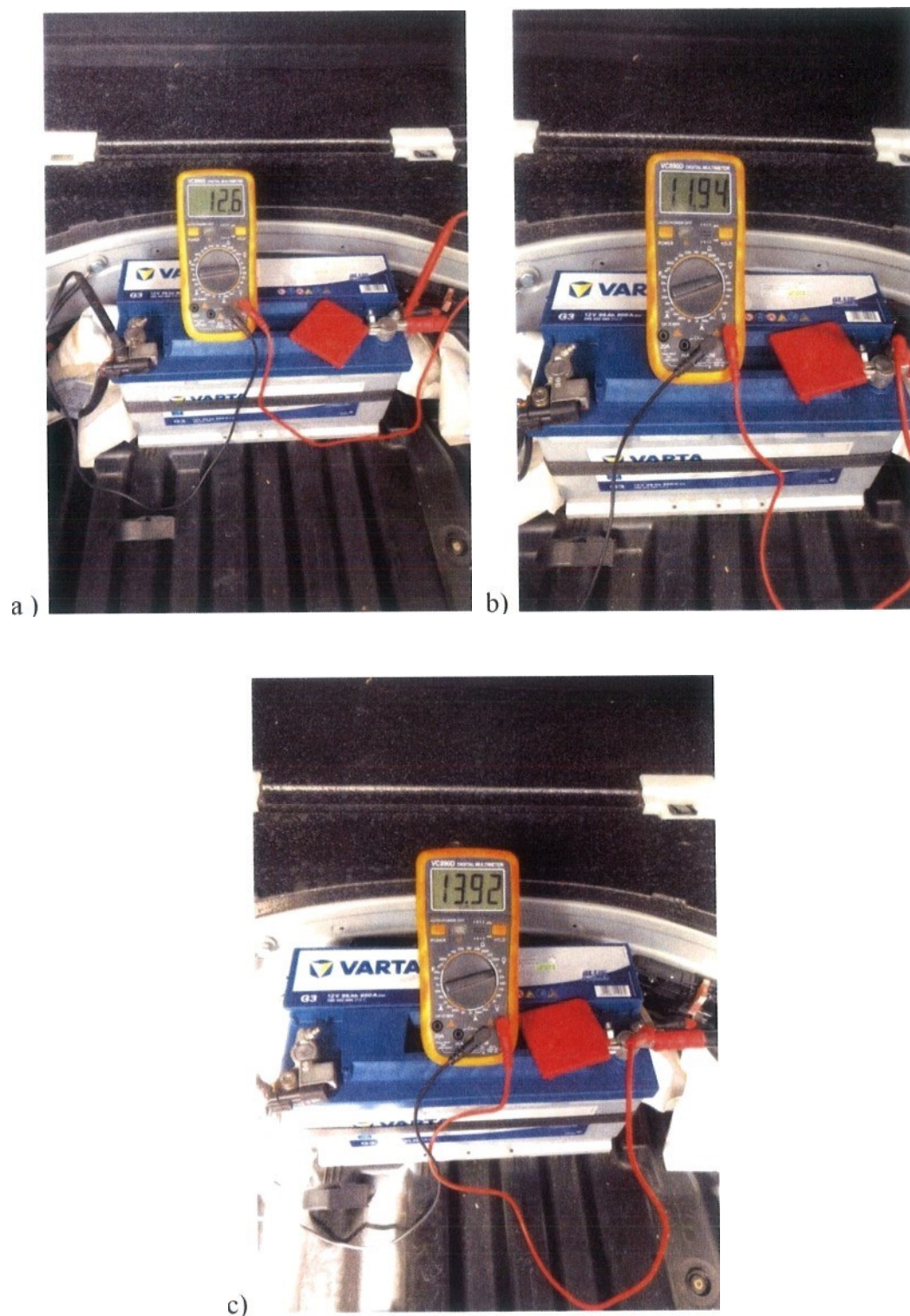
2.2.3. Stanje **napunjenosti (SOC)** i stanje **ispravnosti (SOH)**

Dva osnovna pokazatelja koji ukazuju na stanje akumulatora su stanje napunjenosti (engl. *State of Charge - SoC*) i stanje ispravnosti (engl. *State of Health - SoH*). Stanje napunjenosti pokazuje koliko se energije može očekivati od baterije u stanju u kojem se trenutno nalazi i ukazuje na opće stanje baterije. Ako je poznato stanje napunjenosti, može se procijeniti preostali životni vijek baterije i hoće li ona moći podnijeti neko kritično udarno opterećenje. Procjenjuje se na osnovu vrijednosti napona na stezaljkama akumulatora [9]. Radno područje akumulatora je od 12,1 V na više i uz SOC od 50 -100%. Sve vrijednosti izvan ovih ukazuju na probleme i brzu potrebu za zamjenom akumulatora.

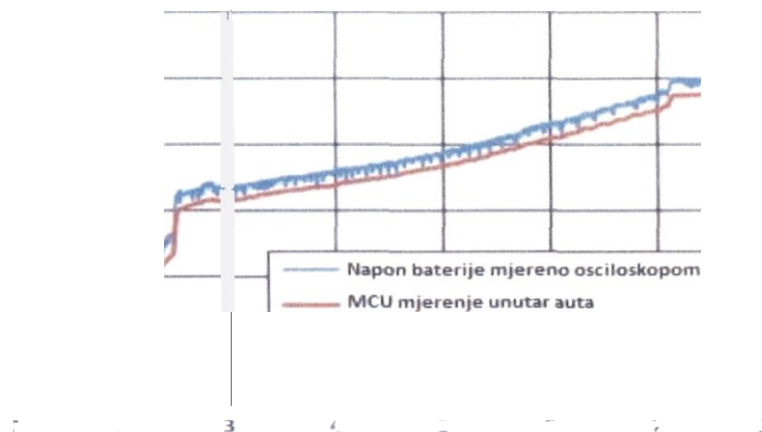
Tablica 2.1. Procjena napunjenosti baterije na osnovu mjerenja napona, izvor [9]

	radno područje						smanjen vijek			oštećenje
SOC (%)	100	80	70	60	50	40	30	20	10	0
ISPRAŽNJENOST (%)	0	20	30	40	50	60	70	80	90	100
GUSTOĆA ELEKTROLITA (kg / l)	1,28	1,24	1,23	1,21	1,2	1,17	1,16	1,14	1,12	1,10
U (V)	>12,6	12,5	12,4	12,3	12,2	12,1	11,9	11,8	11,6	11,3

Stanje akumulatora najbolje je pokazano na slici 2.2.4. Zdravi i ispravan akumulator ima početni napon mao iznad 12 V. Prilikom pokretanja, napon značajno pada. Pri tome nastaje velika potezna struja koju akumulator mora biti u stanju dati — neispravan akumulator ne može osigurati ovu struju koja je nužna za kvalitetan rad automobila. Nakon paljenja napon baterije lagano raste, a kada se pokrene dolazi do nadvišenja napona baterije i u tom periodu se baterija puni.



Slika 2.2.3 . Napon akumulatora u ,stanju mirovanja (slika a),napon akumulatora firi pokretanju (slika b),napon akumulatora nakon u.staljenog stanja(slika c)



Slika 2.2.4. Gblik napona akumulatora prilikom pokreMnja, iz-vor [10]

Stanje ispravnosti ukazuje na sve ostale moguće probleme sa akumulatorom koji mogu dovesti do kvara. Poznavanjem ovog parametra može se postaviti dijagnoza ili planirat zamjena i temelji se na trajnom praćenju stanja akumulatora i dugoročnih promjena nastalih redovnim korištenjem. Prilikom određivanja stanja zdravja važno je znati rok upotrebe i starost akumulatora, a parametri koji se nadziru su impedancija ili provodljivost ćelija koji su podložni promjenama uslijed starenja i stalnih ciklusa punjenja i pražnjenja te unutarnje korozije kao posljedicu ovih ciklusa.

2.3. Parazitna potošnja u automobilu

Moderni automobili imaju veliki broj električnih uređaja sa tendencijom povećanja broja svakom sljedećom generacijom vozila. Postoje dvije osnovne grupe uzroka parazitne potrošnje. U prvu grupu spadaju svi oni uzroci vezani uz starenje i koroziju uređaja i spojnih vodova, a u drugu nadogradnja postojećih uređaja.

Veliki broj uređaja zahtjeva i veći broj vodiča i kontakata kojima se pojedini uređaji povezuju u strujni krug. Kod novih automobila su kontakti dobri i bez raznih oksidnih slojeva ma njima. Starenjem i zbog utjecaja atmosferskih i raznih drugih vanjskih utjecaja dolazi do starenja dijelova. Na kontaktima se nakupljaju oksidni slojevi koji dovode do povećanog otpora kontakta. Veći otpor znači i veće padove napona, samim time i veće gubitke snage. Nadalje, zbog utjecaja

prašine i zaprljanja strujni krug se može uspostaviti van priključnica, odnosno preko njih. Sve to dovodi do parazitnih gubitaka koji s vremenom prazne akumulator i smanjuju mu trajanje.

Dodavanje novih uređaja (npr. audio i video uređaji, navigacija, zamjena i nadogradnja svjetala, kao i sve drugo čime se mijenja osnovna konfiguracija automobila) zahtijeva prekid postojećih vodiča i ponovno spajanje. Ti novi spojevi mogu biti loše izolirani ili se vodiči mogu oštetiti. U konačnici će sve to s vremenom uzrokovati pojavu parazitnih pražnjenja koja čak mogu uzrokovati neugodne pojave po zdravlje baterije.

2.4. Postupak detekcije parazitne potošnje

Prvi korak u detekciji parazitne potrošnje je provjera stanja akumulatora koja bi trebala biti maksimalno napunjena. Dakle, prvi korak detekcije je mjerenje stanja napunjenosti. Ukoliko već u ovom koraku postoji problem i značajno odstupanje nakon punjenja akumulatora, akumulator se treba zamijeniti. Ako je stanje dobro prelazi se na sljedeći korak, a to je ispitivanje stanja zdravlja akumulatora. Kada je i taj korak obavljen sa zadovoljavajućim rezultatima prelazi se na sljedeće korake.

Sljedeći korak je mjerenje stanja potrošnje uz isključen automobile i isključene sve potrošače i izvore punjenja. Ako je sustav punjenja ispravan prelazi se na mjerenje struje. Isključenje svih potrošača je nužno jer unatoč malim strujama koje pojedini potrošači uzimaju, s vremenom se baterija može isprazniti. Što je veći potrošač, akumulatoru će prije pasti kapacitet i automobil se neće moći pokrenuti. Najveći potrošači na automobilu su svjetla, međutim čak i upaljena svjetla neće predstavljati problem ako rade kraći vremenski period. Dugotrajno će izazvati pad napona baterije stoga uvijek nakon gašenja automobila treba provjeriti jesu svi potrošači isključeni. Kod novijih automobila to najčešće nije problem jer se većina potrošača isključuje prilikom uklanjanja ključa iz brave i zaključavanja automobila.

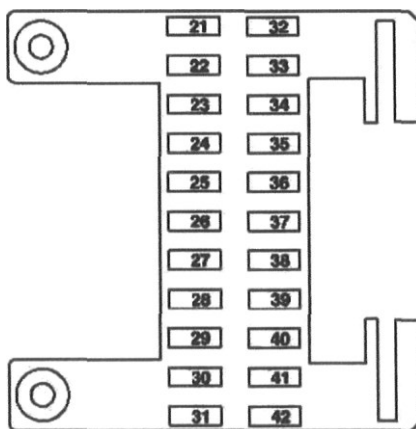
2.5. Stavljanje auta u stanje pripravnosti

Zadnji pretkorak u ispitivanju automobile je isključenje svih upravljačkih modula i potrošača na automobilu. to se postiže uklanjanjem ključa iz automobila i čekanja određenog perioda kako bi svi sustavi, koji se naknadno uključuju, završili svoj rad. Ukoliko je riječ o novijem automobilu, kod kojeg postoji komunikacija između automobila i ključa, ključ je potrebno udaljiti od

automobila. Prilikom isključenja samo treba voditi računa o tome da se omogući pristup mjernim krugovima, po mogućnosti tako da se ne stvara dodatni protok parazitnih struja. Potpuno isključenje automobila traje od nekoliko minuta do nekoliko sati, uobičajeno pak oko 30 minuta za većinu vozila. Za svaki automobil se preporučeno vrijeme može pronaći u korisničkim uputama za pojedini model automobila.

Kada je automobil ušao u stanje mirovanja prelazi se na mjerenje. Mjerenje se provodi tako što se prvo otpoji negativna stezaljka akumulatora i u krug se doda ampermetar pri čemu dolazi do prekida strujnog kruga. U ovom slučaju se može pojaviti problem budući da se nekim potrošačima prekidanjem napajanja brišu svi pohranjeni podaci. Ovaj problem se rješava tako što se svim osjetljivim potrošačima osigurava pomoćno napajanje u svrhu njihove zaštite i izbjegavanja budućih problema.

Ako mjerenje pokaže postojanje parazitne potrošnje, prelazi se na njezino lokaliziranje. U ovom koraku je nužno oznavati potpunu električnu shemu vozila. Svaki element se ispituje posebno dok se ne otkrije koji je uzrok curenja. Ispitivanje instalacije se provodi na osiguračima, provjerom ispitivačem. Osigurači su zaštitni uredaji koji se primjenjuju u svim električnim instalacijama. Princip rada osigurača se temelji na namjernom stvaranju slabe točke u sustavu kako bi se zaštitili potrošači. Osigurač ima točno određenu struju prorade i kada se ona prekorači dolazi do topljenja niti osigurača. Na taj način prevelika struja neće teći vodičima i izazvati njihovo pregrijavanje i oštećenje. Naravno, postoje razne izvedbe osigurača, a na slici 2.4.1. prikazan je blok sa osiguračima u automobilu Mercedes W211 E220.



Slika 2.4.1. l'abla sa osiguračima u automobilu (Mercedes W211 E220), izvor [15J

Tablica 2.2 prikazuje funkcije i vrijednosti struje osigurača od 7,5 do 150 A [15]

Tablica 2.2. Funkcija osigurača i njihova vrijednost struje (Mercedes W211 E220), izvor [15]

Br.	Funkcija osigurača	A
	Ulaz: Stražnja kutija sa osiguračima	150
21	Upravljačka jedinica desnih stražnjih vrata	25/30
22	Upravljačka jedinica desnih prednjih vrata	25/30
23	Upravljačka jedinica za podešavanje prednjih sjedala s memorijom	30
24	Grijanje sjedala	25
25	Upravljačka jedinica grijača	25
25	Upravljačka jedinica DC / DC pretvarača	15
28	Radiojedinica za upravljanje, monitor i kontrolna tabla	7.5

Tablica 2.3 prikazuje vrijednosti do 5 do 30 A struje na osnovi parametara mjerenja [16].

Tablica 2.3. Procjena struje kroz osigurač nazivnih vrijednosti 5-30 A mjerenjem pada napona

	Osigurač 5 A	Osigurač 10 A	Osigurač 15 A	Osigurač 20 A	Osigurač 25 A	Osigurač 30 A
0,1 mV	0,005	0,013	0,020	0,030	0,046	0,062
0.5 mV	0,030	0,065	0,110	0,150	0,230	0,306
1 mV	0,065	0,130	0,220	0,300	0,460	0,610
2 mV	0,130	0,265	0,450	0,600	0,930	1,230
3 mV	0,195	0,400	0,670	0,910	1,400	1,840
4 mV	0,260	0,532	0,900	1,210	1,870	2,460
5 mV	0,330	0,665	1,130	1,520	2,340	3,080
6 mV	0,395	0,800	1,350	1,820	2,810	3,690
7 mV	0,460	0,935	1,580	2,130	3,280	4,310
8 mV	0,525	1,070	1,810	2,430	3,750	4,920
9 mV	0,600	1,200	2,030	2,740	4,420	5,540
10 mV	0,660	1,335	2,260	3,040	4,690	6,150
11 mV	0,720	1,470	2,480	3,340	4,737	6,760

Postojanje napona na bilo kojoj komponenti može predstavljati da postoji problem jer u stanju mirovanja pad napona mora biti 0,00 V. Kada se locira na kojem električnom krugu je kvar ide daljnje ispitivanje ožičenja i same komponente dok se ne pronade koji točno dio stvara parazitnu struju. Kada se kvar otkrije, prelazi se na zamjenu ili popravak dotrajalog dijela. Uzrok kvara može biti mehaničko oštećenje vodiča (npr. prilikom otklanjanja drugog kvara, trenja) ili korozija, a njihovo ispitivanje se provodi mjerenjem otpora svakog pojedinog vodiča. Iako veliki ili beskonačan otpor znači da je vodič u prekidu. Drugi uzrok kvara može biti starter sa neispravnim ispravljačkim sklopom, a ovaj kvar se provjerava odspajanjem alternatora. Ako je problem starter, struja će se smanjiti u granice očekivane.

3. OPREMA ZA ISPITIVANJE PARAZITNE POTOŠNJE AUTOMOBILA

Za mjerenje potrošnje koriste se električni mjerni instrumenti. Najprikladnija su strujna kliješta (za velike struje) i digitalni multimetri. Ovisno o tome što se mjeri, odabire se prikladno mjerno podniče vodeći računa o najvećim strujama koje se mogu pojaviti.

3.1. Strujna kliješta

Strujna kliješta so mjerni instrument koji se koristi za mjerenje struje bez prekida strujnog kruga [7]. Strujna kliješta su strujni mjerni transformator kojim se obuhvaća vodič kroz koji protječe struja. Obuhvaćeni vodič je primar transformatora, kliješta predstavljaju jezgru, a sekundarni namoti su smješteni unutar kliješta. Mjerni opseg se može prilagoditi i moguć je širok raspon mjerenja od struja reda mA do nekoliko tisuća ampera [7]. Strujna kliješta za više napone i veće struje su radene sa većim rasponom i dodatno su ojačane kako bi se mogli obuhvatiti kabeli većeg presjeka i u ispitivanju automobilske potrošnje koriste se za ispitivanje akumulatora. Predviđene su za testiranje struja iznosa **30-100 A**, primjerice za mjerenje izlazne snage akumulatora i alternatora ili testiranje startera. Prilikom ispitivanja parazitne potrošnje se koriste manju strujne stezaljke prilagodene za manje mjerne opsege (2-3 mA), dok se za ispitivanje akumulatora koriste ojačane stezaljke. Na slici 3.1.1. prikazan je digitalni multimetar sa strujim kliještima [7].



Slika 3.1.1. Digitalni multimetar sa strujnim kliještima Fluke 324, izvor [7]

3.2. Digitalni multimetri

Osim strujnih kliješta, za mjerenje se mogu koristiti digitalni multimetri. Pomoću njih se mogu mjeriti različite veličine, od kojih su za automobilsku dijagnostiku najznačajniji napon, struja i djelatni otpor. Na slici 3.1.1 prikazan je multimetar Fluke 115 koji ima mogućnost mjerenja

izmjeničnih i istosmjernih veličina na različitim mjernim opsezima. Na slici 3.2.1. prikazan je digitalni multimeter Fluke 177 [13].



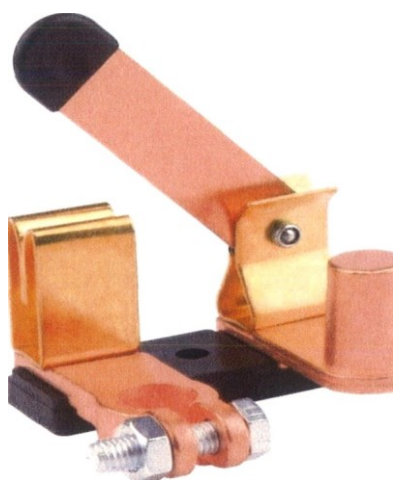
Slika 3.2.1. Digitalni multimeter Fluke 177, izvor [13]

Nakon svakog mjerenja, a prije pokretanja treba ukloniti instrumente iz kruga, pogotovo one koji se moraju spojiti u krug sa teretom. Zaboravljeni instrument u strujnom krugu prilikom pokretanja će propustiti struju daleko veću od dozvoljene što će dovesti do uništenja instrumenta. Kako bi se spriječilo uništenje instrumenta potrebno je koristiti neke od mjera zaštite. Prvi način je spajanje instrumenta preko strujnih kliješta, princip koji je objašnjen u prethodnom potpoglavlju. Neka strujna kliješta imaju mogućnost spajanja sa digitalnim multimetrima pa se na taj način postiže dvostruka zaštita instrumenta. Drugi načini su preko mjernih prilagodnika i indikatora koji služe kao shunt za proširenje mjernog opsega i ograničenje struje [4].

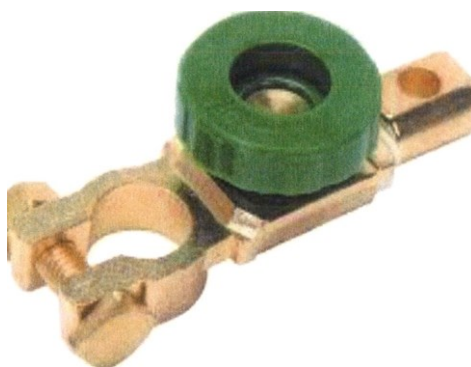
3.3. Dodatni uredaji

Kvarovi su ponekad privremeni i prijelazni i prilikom prekida napajanja mogu nestati. Ako se radi o privremenom kvaru, a koji se ponavlja, otpajanje napona će otežati proces dijagnostike. Kako bi se spriječilo resetiranje postavki vozila, pri ispitivanju se koristi prekidač za automobilsku bateriju (slid 3.3.1) koji će osigurati neprekidnost napajanja. U elektroenergetskom krugu uloga sklopnika za mjerenje struje je fizičko razdvajanje dijelova strujnog kruga kako bi se omogućio rad na siguran način. U automobilske dijagnostici ima istu ulogu, ali sada u svrhu mjerenja i stvaranja prenosnice tokom početka ispitivanja kako ne bi

došlo do neželjenog gubitka podataka ili napajanja osjetljivih potrošača (primjerice senzora ili računala kojima je uloga pohrana zapisa o događajima vezanih za rad automobila). Sklopnik za mjerenje struje je izveden tako da se omoguć i protok električne energije i laku instalaciju s tim da ga je potrebno ugraditi nekoliko dana prije testiranja vozila i može se koristiti i za prekidanje neželjenih tokova energije te za eventualno prebacivanje između različitih baterijskih sustava. Osim sklopnika koriste se i prekidači. Prekidači su uređaji za prekidanje strujna kvara ili struja normalnog pogona. Prekidači i sklopnik u dijagnostici služe kao paralelni spoj kruga i tek nakon spajanja multimetra otvaraju se njihovi kontakti te se strujni krug uinjesto preko njim zatvara preko multimetra.



a)



b)

Slika 3.3.1. Sklopnik za mjerenje struje (slika a), prekidač za automobilski akumulator, izvor [1]



Slika 3.3.1. Ugradnja prekidača za automobilski akumulator

Na slici 3.3.1 prikazana je ugradnja prekidača na akumulatorskoj bateriji za olakšano mjerenje struje.

4. DETEKCIJA PARAZITNE POTOŠNJE NA PRAKTIČNOM PRIMJERU

Praktični dio rada, detekcija parazitne potrošnje automobila je provedeno na automobilu marke Mercedes W211 E220, 2007 godište. Postupak je proveden mjerenjem struje i mjerenjem napona na osiguračima. Za mjerenje su korišteni uređaji digitalni multimetar sa strujim kliještima i digitalni multimetar sa izvodima za mjerenje struje i napona. Sa mjernim opsezima od 200 mA za strujno područje i 20 V za naponsko područje. Mjerenje je provedeno metodom mjerenja napona i struje. Automobil napaju dva akumulatora, jedan se nalazi pored motora na prednjem dijelu auta, a drugi je u prtljažniku (Varta Blue Dynamic 12 V, 95 Ah)

4.1. Detekcija parazitne potrošnje mjerenjem struje

Prije mjerenja napravljena je vizualna provjera stanja vozila i nisu uočeni nikakvi pokidani ili oštećeni vodovi. Također pregledom kontakata ni na jednom nije uočen problem korozije ili stranog materijala. Očekivane struje su iznosa od desetak mA do nekoliko A. Ispitivanje počinje univerzalnim multimetrom na području velikih struja (10-20 A) pazeći da je ključ pohranjen na sigurno i da neće doći do nehotičnog pokretanja automobila. Ampermetar se spaja u krug nakon čega se spajaju pojedini osigurati dok struja ne poprimi vrijednost 20-30 mA. Ako se otkrije krug sa greškom pristupa se detaljnoj analizi svih elemenata kruga dok se ne pronade uzrok kvara.



Slika 4.1.1. Napon akiflThitlälörcl H6l 0.Sohnom automobile (MerceJc•s E 22f1)

Napon akumulatora je bio 1,59 V. Početno očitavanje parazitne struje bilo je 20mA preko stujnih klijesta. Nakon kratkog ispitivanja na cesti, vozilo je i raćeno natrag u servisni prostor i ponovo str povezana strujna klijesta s sklopnikom za mjerenje struje. Vozilo se ponovno stavlja ti stanje pripi'avlosti i pri tome se na mjeracu prati trenutno potroinja dok se dodaci i moduli isključujii. Potrošii se sinanjiije iskljćenjem svakog pojedinog niodiila.



Slika 4.1.2. Struja parazitne potrošnje 20mA(Mercedes E 220)

Posljednji i najbolji način ispitivanja ove vrste stanja je ispitivanje pada napona preko osiguraća. U savrs'enoni slučaju kada kroz dobru elektrićnu vezu ne protjeće struja na njoj se ne stvara ni pad napona te je oćitanje multimetra "0,00" To, naravno, nije slučaj u automobilu. Ćak i najbolji knjigovi imaju određeni stupanj pada napona kad kroz njih prolazi struja.

Testiranje na ploći s osiguraćima pokazuje oćekis ane vrijednosti. Svaki osigurać je na mjernoni instrument pokazivao stniju 0,00 mA što iikazitje na to da struja ne prolazi kroz krug koji se testira.



Slika 4.1.3. Ispitivanje pada napona voltmetrom preko osiguraća (Mercedes E 220)

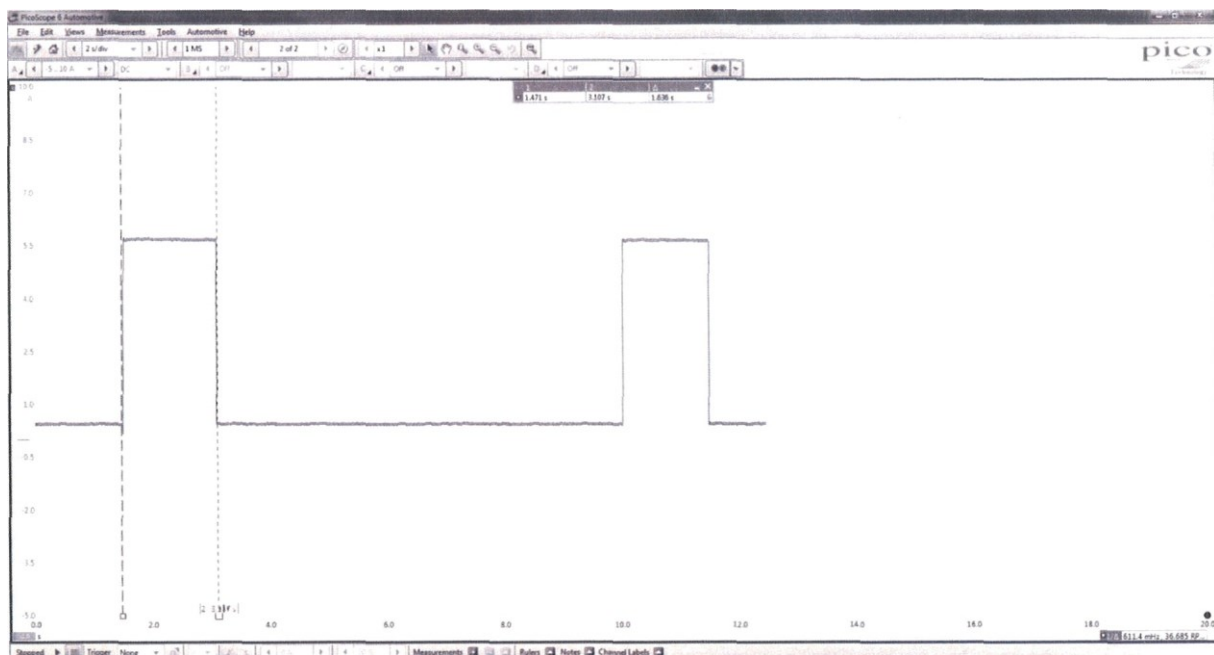
4.2. Detekcija parazitne potrošnje mjerenjem pada napona na osiguračima

Detekcija parazitne potrošnje mjerenjem napona postala je popularna kako su sustavi automobila počeli biti kompleksni. Vadenjem osigurača pojedini elementi sustava prestaju sa radom što je dovodilo do nemogućnosti pravovremenog uočavanja problema. Zbog toga se pristupilo mjerenju pada napona na osiguračima što je u načelu princip rada ampermetra, mjerenje pada napona na šantu. Sukladno pripremljenim tablicama na osnovu izmjerene vrijednosti napona i nazivne vrijednosti osigurača procjenjuje se struja u strujnom krugu.

4.3. Detekcija parazitne potrošnje mjerenjem struje i napona

Detaljnou analizom tipične mrežne arhitekture modernog automobila može se doći do spoznaje kompleksnosti strukture i protokola zbog koje se javlja potreba za novim metodama ispitivanja parazitne potrošnje. Jedna od metoda je vremensko praćenje promjene veličina. U kompleksnim sustavima mogu se pojaviti sustavi koji se uključuju ovisno jedn o drugima. Veći broj uređaja nužno znači i veći broj mogućih kvarova. Primjerice, neki od uređaja mogu ostati u krivom položaju i naknadno se pokušavaju vratiti u ispravan čime, unatoč tome što je napajanje prekinuto, postoji protok struje prema neispravnom elementu.

Na slici 5 primjer je parazitne potrošnje neispravnog brisača koji se pokušava vratiti u početni položaj. Potrošnja od preko 5,5 A traje 1,636 sekundi nakon čega slijedi 6,929 sekundi neaktivnosti.



Slika 4.3.1. Primjer nakoittituii mc pura-ittie You ošiiJc mtouiohila, izvor [12]

Da bi se navedeno detektiralo opće dostupnim mjernim ti'edajinia potrebno je postaviti ampermetar na bateriju i pratiti potrošnju struje, a mjerenje pada napona provoditi it ti'enutcinia kada je potrošnja iiočena.

5. ZAKLJUČAK

Razvoj automobilske industrije doveo je do brojnih elektroničkih dijelova automobila smanjujući time strojarsku komponentu u vozilu. Svi ti dijelovi, koji sa jedne strane poboljšavaju i unapređuju sigurnost u vožnji kao i udobnost prilikom korištenja automobila, mogu biti izvor raznih kvarova na automobilu. Brojni senzori, indikatori i sklopovi koji se koriste mogu pod utjecajem starenja izazivati smetnje i uzrokovati razna parazitna curenja. Također, bilo koja nadogradnja sustava predstavlja izmjenu postojeće arhitekture elektroničkih sklopova u automobilima što izravno utječe na potrošnju električne energije u automobilu.

Povećani otpor zbog ugradnje ili nestručno obavljen posao stvaraju dodatni teret na akumulatorsku bateriju kojoj se time smanjuje kapacitet i skraćuje životni vijek. S obzirom da se radi o glavnom izvoru napajanja električnom energijom u automobilu, bilo koje smanjenje kapaciteta ili potrošnja koja se ne može nadomjestiti tokom vožnje se mora izbjeći kako bi se automobil mogao koristiti dugo i na ispravan način. Stanje napunjenosti i rad akumulatora se treba pratiti kontinuirano, pogotovo kada se nalazi pod teretom. Na taj način se stječe detaljan uvid u njegove karakteristike koje, kako je pokazano u ovom radu ovise o trenutnom režimu rada jer primjerice tokom paljenja automobila dolazi do snažnog propada iznosa napona akumulatora. Ako su ti propadi preveliki, automobil se uopće neće pokrenuti. Za dijagnosticiranje parazitne potrošnje koja se može pojaviti zbog starenja dijelova ili otkaza pojedine komponente potrebno je izvršiti mjerenja. Za skup ovih mjera se koristi zajednički naziv automobilska dijagnostika. Automobilska dijagnostika se snažno razvija posljednjih godina i od početnih metoda mjerenja struja i padova napona običnim instrumentima za mjerenje pretvara se u sofisticiranu visoko profesionalnu metodu koja odavno omogućuje detaljan pregled svake pojedinačne komponente u automobilu.

LITERATURA

- [1] “<https://www.schrack.hr/alternativni-izvori/photovoltaik/kontrola-baterije/> pristup ostvaren 25.08.2020.”
- [2] S. Nikolovski, *Gsnove analize pouzdanosti elektroenergetskog sustava*. Osijek: Elektrotehnički fakultet Osijek, 1995.
- [3] Z. Lacković, *Outsourcing ti održavanju*. Osijek: Sveučilište I.!. Strossmayer u Osijeku, Građevinski fakultet Osijek, 2014.
- [4] Kuzmanović, *P9snove elektronehnike I, drugo izdanje*. Zagreb: Element Zagreb, 2005.
- [5] L. Jozsa, *Parametri nadzemnih vodova*. Elektrotehnički fakultet OSijek, 2005.
- [6] “PARASITIC CURRENT DRAW, [https://aamcouniversity.com/wp-content/uploads/sites/7/2019/08/LBT-270-MAN-PARASITIC DRAIN WEB VI-41126.pdf?highlight=%7Bsearch term string%7D](https://aamcouniversity.com/wp-content/uploads/sites/7/2019/08/LBT-270-MAN-PARASITIC-DRAIN-WEB-VI-41126.pdf?highlight=%7Bsearch+term+string%7D) , pristup ostvaren 25.08.2020.”
- [7] V. Bego, *Mjerenja u elektrotehnici, deveto dopunjeno izdanje*. Zagreb: Graphis Zagreb, 2003.
- [8] Digitalni multimetar sa strujnim kliještima Fluke 324, <https://www.fluke.com/en-us/product/electrical-testing/clamp-meters/fluke-324> , pristup ostvaren 25.08.2020.
- [9] “Bahtiar Y., Lead-Acid Battery III, LinkedIn <https://www.slideshare.net/BahñarYulianto/lead-acid-battery-iii> , August 2017., pristup ostvaren 25.08.2020.
- [10] K. Ross, “Automotive Lead-Acid Battery State-of-Health Monitoring System,” Virginia Polytechnic Institute and State University, Blacksburg, Virginia, 2014.
- [11] Agencija za statistiku BIH, [http://www.bhas.ba/planiprogram/STATISTICKI%20PROGRAM%20BIH%202017 2020 .pdf](http://www.bhas.ba/planiprogram/STATISTICKI%20PROGRAM%20BIH%202017%202020.pdf) , pristup ostvaren 25.08.2020
- [12] GoTech: How To Perform A Parasitic Amp Draw (Battery Drain) Test The Right Way, By Not Disturbing The System, YouTube <https://youtu.be/RAos-qlYUos>, 2018., pristup ostvaren 25.08.2020.

- [13] Digitalni multimetar Fluke 177, <https://www.fluke.com/en-us/product/electrical-testing/clamp-meters/fluke-324>, pristup ostvaren 25.05.2020.
- [14] Wiring Batteries in Series and Parallel, <https://www.youtube.com/watch?v=dgql-o18g>, pristup ostvaren 25.08.2020.
- [15] Mercedes-Benz E-class (w211 2003-2009) fuses and relays, <https://fuse-box.info/mercedes-benz/mercedes-benz-e-class-w211-2003-2009-fuses-and-relay>, pristup ostvaren 25.08.2020.
- [1h] How to do a battery parasitic drain test by checking the voltage drop across fuses, <https://www.autonerdz.com/yabbfiles/Attachments/HowtodoParasiticdrainetestacrossfuses.pdf>, pristup ostvaren 25.08.2020.

SAŽETAK

Predmet istraživanja ovog rada je detekcija parazitne potoršnje osobnog automobila i mogućnost primjene adaptivnih metoda i emenata iz polja autodijagnostike. U radu će se analizirati metode i načini učenja, tehnologije i načini njihove primjene pri detekcij i parazitne potoršnje, te kompleksniji elementi i metodologije koje trebaju u daljnjem shvaćanju metoda detekcije. Dodatna pažnja će se posvetiti samim osnovama pada napona, protoka struje, ohmovom zakonu koji pomaže pri procjeni.

Ključne riječi: energetska bilanca automobila, parazitna potošnja, izvori energije, baterija i ispravnost.

POPIS TABLICA

Tablica 2. 1 Procjena napunjenosti baterije na osnovu mjerenja napona

Tablica 2.2. Funkcija osigurača i njihova vrijednost struje

Tablica 2. 3 Procjena struje kroz osigurač nazivnih vrijednosti 5-30 A mjerenjem pada napona..

POPIS SLIKA

Slika 1.1. Broj automobila na 1000 stanovnika Bosne i Hercegovine, izvor [11]

Slika 2.1.1. Mjerenje napona automobilske baterije u automobilu

Slika 2.1.2. Mjerenje napona potrošača (upaljač) u automobilu

Slika 2.2.1. Automobilski akumulator

Slika 2.2.2. Spoj negativne priključnice automobilske baterije s karoserijom

Slika 2.2.3 . Napon akumulatora u stanju mirovanja (slika a),napon akumulatora pri pokretanju (slika b), napon akumulatora nakon ustaljenog stanja (slika c)

Slika 2.2.4. Oblik napona akumulatora prilikom pokretanja, izvor [10]

Slika 2.4.1. Tabla sa osiguračima u automobilu (Mercedes W211 E220)

Slika 3.1.1.Digitalni multimeter sa strujnim kliještima Fluke 324

Slika 3.2.1. Digitalni multimeter Fluke 177

Slika 3.3.1. Sklopnik za mjerenje struje (slika a), prekidač za automobilski akumulator(slika b),izvor [1]

Slika 3.3.1. Ugradnja rastavljača između automobilske baterije i kleme, izvor [1]

Slika 4.1.1. Napon akumulatora na osobnom automobile (Mercedes E 220)

Slika 4.1.2. Struja parazitne potrošnje 20mA(Mercedes E 220)

Slika 4.1.3. Ispitivanje pada napona voltmetrom preko osigurača (Mercedes E 220)

Slika 4.3.1. Primjer nekontinuirane parazitne potrošnje automobila, izvor [12]