

# ELEKTRONIKA AUTOMOBILA

---

**Gulan, Toni**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2022**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **Karlovac University of Applied Sciences / Veleučilište u Karlovcu**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:128:562696>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-11-15**



**VELEUČILIŠTE U KARLOVCU**  
Karlovac University of Applied Sciences

*Repository / Repozitorij:*

[Repository of Karlovac University of Applied Sciences - Institutional Repository](#)



zir.nsk.hr



DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

# ELEKTRONIKA AUTOMOBILA

---

**Gulan, Toni**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2022**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **Karlovac University of Applied Sciences / Veleučilište u Karlovcu**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:128:562696>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2023-02-10**



**VELEUČILIŠTE U KARLOVCU**  
Karlovac University of Applied Sciences

*Repository / Repozitorij:*

[Repository of Karlovac University of Applied Sciences - Institutional Repository](#)



zir.nsk.hr



DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

VELEUČILIŠTE U KARLOVCU  
STROJARSKI ODJEL  
STRUČNI STUDIJ MEHATRONIKE

TONI GULAN

# **ELEKTRONIKA AUTOMOBILA**

ZAVRŠNI RAD

KARLOVAC, 2022.

VELEUČILIŠTE U KARLOVCU  
STROJARSKI ODJEL  
STRUČNI STUDIJ MEHATRONIKE

TONI GULAN

# **ELEKTRONIKA AUTOMOBILA**

ZAVRŠNI RAD

Mentor:  
Filip Žugčić, mag.ing.el.

KARLOVAC, 2022.

## IZJAVA

kojom ja, Toni Gulan, student Veleučilišta u Karlovcu kao autor završnog rada s naslovom: Elektronika automobila:

Izjavljujem s punom odgovornošću da sam završni rad izradio samostalno koristeći znanja i vještine stečenih tijekom studija i služeći se navedenim izvorima podataka.

Zahvaljujem se mentoru mag. Ing. El. Filipu Žugčiću na stručnom vodstvu i podršci prilikom izrade rada.

Karlovac, 16. veljače 2022.

Student:

Toni Gulan

## **SAŽETAK**

Prvi računalni sustavi u automobile počinju se ugrađivati krajem šezdesetih godina. Prilikom uvođenja raznih normi i propisa za vozila, osobito za zaštitu okoliša, neophodan je bio i daljnji razvoj te unaprjeđenje računalnog sustava automobila. Povećanjem broja elektroničkih računala (ECU-a, engl. Electronic Control Unit) u automobilu potrebna je i njihova međusobna komunikacija te se uvodi serijski komunikacijski protokol CAN (engl. Controller Area Network). CAN protokol omogućava razmjenu podataka sa svim podsustavima u vozilu, poput sustava za upravljanje radom motora te podsustavima bitnim za sigurnost i udobnost.

### **Ključne riječi:**

ECU, CAN, računalni sustav, vozila

## **SUMMARY**

At the end of the 1960s, the first computer systems for controlling the operation of engines began to be installed in vehicles. The introduction of standards and regulations that vehicles must meet, primarily those related to environmental protection, required the further development and improvement of this system. Increasing the number of electronic computers (ECUs) in the vehicle, the need arises to connect them for data exchange and introduces a serial communication protocol CAN (Controller Area Network) that allows data exchange with all subsystems in the vehicle, such as engine management systems and subsystems essential for safety and comfort in the vehicle.

### **Key words:**

ECU, CAN, computer system, vehicles

# SADRŽAJ

1.	UVOD.....	1
2.	OSNOVNE ELEKTRIČNE KOMPONENTE ZA ISPRAVAN RAD AUTOMOBILA ....	2
2.1.	Središnja upravljačka jedinica motora (ECU).....	2
2.1.1.	Kontrola vremena paljenja.....	3
2.1.2.	Injekcijski motori ECU – a .....	3
2.1.3.	Kontrola omjera zrak – gorivo .....	4
2.1.4.	Povijest i razvoj ECU – a.....	5
2.1.5.	Glavni kvarovi ECU – a .....	6
2.2.	Mikroupravljači (mikrokontroleri) u automobilima .....	7
2.3.	Podsustavi automobila .....	10
2.3.1.	ABS sustav .....	11
2.4.	Senzori.....	12
2.4.1.	Osnovni senzori automobila [13]: .....	13
2.4.1.1.	CKP senzor položaja radilice .....	13
2.4.1.2.	Senzor temperature rashladne tekućine motora .....	14
2.4.1.3.	Senzor tlaka turbine .....	15
2.4.1.4.	Senzor temperature zraka .....	16
2.4.1.5.	Mjerač mase zraka (MAF senzor) .....	16
2.4.1.6.	Senzori za ugodnost vozača i lakše upravljanje vozilom .....	17
3.	ELEKTRIČNI UREĐAJI I TROŠILA NA AUTOMOBILIMA .....	20
3.1.	Akumulator .....	20
3.2.	Alternator .....	23
3.3.	Elektromotori .....	25
3.4.	Elektropokretači .....	27
5.	ZAKLJUČAK.....	38
6.	LITERATURA .....	39

## POPIS SLIKA

<i>Slika 1. Glavno računalo iz Ford automobila. Izvor [1].</i>	2
<i>Slika 2. Ubrizgavač (injektor) goriva. Izvor [2].</i>	3
<i>Slika 3. Karburator. Izvor [3].</i>	4
<i>Slika 4. Prvo VW računalo za automobil iz 1968. Godine. Izvor [4].</i>	5
<i>Slika 5. Dijagnostika automobila. Izvor [5].</i>	6
<i>Slika 6. Infineon XC800 8-bitni mikroupravljač. Izvor [6].</i>	7
<i>Slika 7. Multimedijski sustav automobila. Izvor [7].</i>	8
<i>Slika 8. Dijelovi ABS – a. Izvor [8].</i>	11
<i>Slika 9. Senzori za lakše upravljanje vozilom [9].</i>	12
<i>Slika 10. Senzori za pravilan rad motora [9].</i>	12
<i>Slika 11. CKP senzor. Izvor [9].</i>	14
<i>Slika 12. Shematski prikaz hallovog senzora. Izvor [20].</i>	14
<i>Slika 13. Odnos temperature i otpora senzora temperature. Izvor [20].</i>	15
<i>Slika 14. Shematski prikaz senzora tlaka turbine. Izvor [20].</i>	16
<i>Slika 15. Odnos temperature i otpora senzora tlaka. Izvor [20].</i>	16
<i>Slika 16. Diagramski prikaz mjerača mase zraka. Izvor [20].</i>	17
<i>Slika 17. Dijelovi akumulatora. Izvor [15].</i>	20
<i>Slika 18. Proces pražnjenja akumulatora. Izvor [13].</i>	22
<i>Slika 19. Dijelovi alternatora. Izvor [12].</i>	23
<i>Slika 20. Presjek elektropokretača. Izvor [15].</i>	27
<i>Slika 21. Prikaz koda greške. Izvor [20].</i>	29
<i>Slika 22. Rezultati ispitivanja bobine [20].</i>	30
<i>Slika 23. Shematski prikaz senzora temperature B24 i računala. Izvor [20].</i>	32
<i>Slika 24. Rezultat ispitivanja otpora ETC senzora. Izvor [20].</i>	33
<i>Slika 25. Shematski prikaz instalacije. Izvor [20].</i>	34
<i>Slika 26. Računalo motora. Slika [20].</i>	36
<i>Slika 27. Prikaz mjerenja otpora senzora. Izvor [20].</i>	36



## POPIS TABLICA

<i>Tablica 1. Rezultati ispitivanja primara bobine. Izvor [20].</i> .....	32
<i>Tablica 2. Rezultati ispitivanja sekundara bobine. Izvor [20].</i> .....	32
<i>Tablica 3. Rezultat ispitivanja otpora ETC senzora. Ivor [20].</i> .....	34

## 1. UVOD

Kupovinom automobila većina kupaca obraća pažnju na određene stavke i dijelove, a automobil odabire prema svojim potrebama i financijskim mogućnostima. Različiti uvjeti i potrebe kupaca onemogućavaju stvaranje univerzalnog računalnog sustava za automobile, posljedica je proizvodnja različitih računalnih sustava, a ovisi o određenim stavkama automobila kao i tržištu na koje proizvođač želi plasirati određeni model automobila. Prilikom izrade računalnog sustava za određenu skupinu kupaca vrlo je važno znati njihove potrebe, financijsku moć te karakteristike koje bi dale precizniji opis te skupine potrošača.

Kombinacijom dijelova računalnog sustava može se postići visoko kvalitetan sustav uz smanjenje troškova, a da se cijena samog proizvoda ne smanjuje. Uzevši u obzir da ponekad najskuplji dijelovi imaju bolju funkcionalnost i rezultate u radu kao dio cjeline te da proučavanjem pojedinih komponenti i podsustava možemo stvoriti sustav koji će biti financijski isplativ bez gubitaka na kvaliteti sustava.

U svim vozilima se nalaze električni uređaji i trošila, a upravo električna energija je početni pokretač automobila. Ukoliko akumulator vozila ostane prazan vozilo se neće upaliti, a isto tako ukoliko postoji problem sa alternatorom, akumulator se neće puniti. Na mnogim vozilima se nalaze elektromotori, elektropokretači, te sustav paljenja koji u cjelini omogućavaju učinkovito upravljanje vozilom.

## 2. OSNOVNE ELEKTRIČNE KOMPONENTE ZA ISPRAVAN RAD AUTOMOBILA

### 2.1. Središnja upravljačka jedinica motora (ECU)

Slika 1 prikazuje ECU (eng. Engine control unit), točnije računalo koje upravlja motorom automobila. Upravljanje motorom je jedan od najbitnijih i najzahtjevnijih zadataka same elektronike automobila te se smatra da je ECU najjače i najbitnije računalo unutar automobila. [1]

Mjerenjem parametara kao što su temperatura motora, brzina vrtnje, tlak usisa te postotka pritisnute papučice gasa ECU optimizira parametre motora kako bi se osigurao siguran i pravilan rad. [2]

Razne komponente automobila su opremljene senzorima koji mjere bitne parametre poput potrošnje goriva i ulja, okretni moment, snagu te koncentraciju štetnih tvari u ispušnim plinovima. Računalo izmjerene vrijednosti sprema u memoriju te ih uspoređuje sa trenutnim vrijednostima pomoću čega određuje primjerice, kada je najbolje vrijeme ubrizgavanja goriva i slično kako bi se postigla najveća iskoristivost goriva i smanjenje emisije ispušnih plinova. [3]



Slika 1. Glavno računalo iz Ford automobila. Izvor [1].

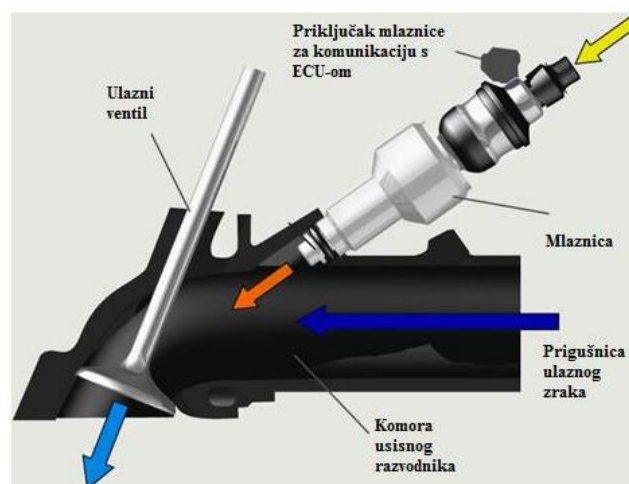
### 2.1.1. Kontrola vremena paljenja

Motor s paljenjem pomoću svjeće, točnije iskre, zahtjeva iskru kako bi se pokrenulo izgaranje goriva, a samim tim i rad motora. ECU podešava točno vrijeme paljenja iskre kako bi osigurao najoptimalniji način rada. Prilikom niskog broja okretaja može doći do kucanja motora, točnije stanja koje potencijalno može naštetiti motoru. ECU takvo stanje identificira kao rezultat preranog paljenja i odgađa paljenje motora te šalje signal automatskom mjenjaču da smanji prijenosni omjer u prvom pokušaju zaustavljanja. [4]

### 2.1.2. Injekcijski motori ECU – a

Vozila s pogonom pomoću motora sa unutarnjim izgaranjem rade na principu izravnog ubrizgavanja goriva. Injektori ubrizgavaju gorivo izravno u cilindre ili usisni razvodnik u struju zraka.

Slika ispod prikazuje injektor upravljani mikroprocesorom ECU-a. Mikroprocesor na temelju signala senzora odlučuje vrijeme i trajanje otvaranja elektromagnetskih ventila injektora. [5]



Slika 2. Ubrizgavač (injektor) goriva. Izvor [2].

### 2.1.3. Kontrola omjera zrak – gorivo

Kontrolna jedinica sukladno dobivenim parametrima odlučuje prazni hod motora, količinu goriva, vrijeme ubrizgavanja i kut paljenja.

U suvremenim automobilima moderniji uređaji podešavaju i kontroliraju moment paljenja, varijabilnu bregastu osovinu, količinu usisanog zraka turbopunjača i ostale periferije motora, sve na temelju informacija dobivenih od niza senzora koji su povezani na kontrolnu jedinicu.

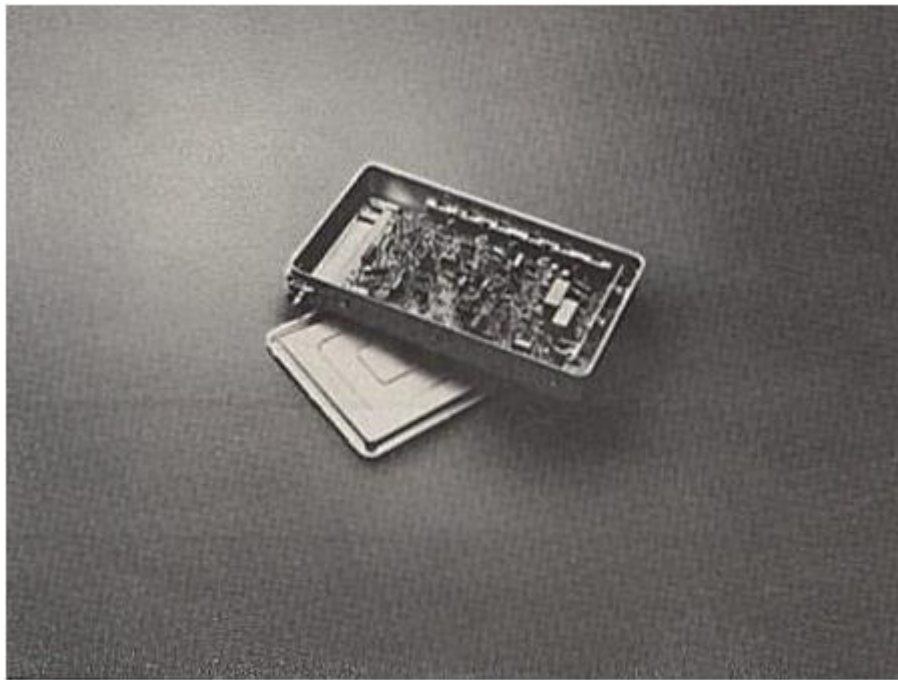
Na slici ispod prikazan je jednostavni rasplinjač koji se nalazi na motorima srednje klase do devedesetih godina, za razliku od današnjih motora sa unutarnjim izgaranjem, prikazani dio mehanički određuje omjer zraka i goriva, bez povezanosti sa kontrolnom jedinicom.



*Slika 3. Karburator. Izvor [3].*

#### 2.1.4. Povijest i razvoj ECU – a

Razvojem auto industrije javlja se i potreba upravljanja radom motora, a Volkswagen 1968. godine predstavlja i u upotrebljava prvi sustav za upravljanje ubrizgavanja goriva u motor (eng. Engine fuel injection) (Slika 4.). Krajem 70-ih godina ECU se počinje ugrađivati u svaki automobil.



*Slika 4. Prvo VW računalo za automobil iz 1968. Godine. Izvor [4].*

General Motors (GM) u suradnji s Motorola Semiconductor 1981. godine razvija novi sustav za upravljanje emisijom u automobilu sa 8-bitnim mikroprocesorom. Ulaganjem Intela i Forda 1994. godine počinje se koristiti 32-bitni PTEC upravljač pogonom automobila koji se sastoji od dva 16-bitna Intel čipa. [7]

Francuska tvrtka Navia 2014. godine razvija prvo samoupravljajuće vozilo na električni pogon uz praćenje zadane rute. Taj revolucionarni potez potiče razvoj računalnih sustava u smjeru električnih automobila te se pojavljuju proizvođači poput Tesle i Daimler's koji također pokreću razvoj vlastitih električnih samoupravljajućih automobila.

### 2.1.5. Glavni kvarovi ECU – a

Kontrolna jedinica se najčešće nalazi u kabini vozila, a učestalo se može naći u motornom prostoru, kao i na samom motoru. Naponski signal s kojim su povezani ECU i aktuatori izrazito su niske vrijednosti i mijenjaju se u vremenskom omjeru, stoga kontakti trebaju imati čvrstu vezu bez prisustva vlage ili oksidacije koji mogu prouzročiti kratki spoj ili prekid između kontakta kojima se povezuje ECU i aktuatori. Iz navedenog se može zaključiti da ECU smješten u motornom prostoru nije prikladan, bez obzira što su kompjuter i utičnica dobro zaštićeni od vanjskih utjecaja, vlaga će s vremenom prodrijeti u unutrašnjost samog ECU a i oksidirati između lemljenih površina što će rezultirati prekidom veze ECU-a i senzora, a samim time i nepravilnim radom pogonskog agregata.



*Slika 5. Dijagnostika automobila. Izvor [5].*

Slika prikazuje dijagnostiku ECU-a koju je potrebno redovito provoditi kako bi se spriječili skupi kvarovi i popravci. Pojavom kvarova se javljaju i smetnje u radu, primjerice krivo izmjereni parametri, gusti dim, smanjenje odziva gasa, prekid petlje se računalom, otežano paljenje motora, kvarovi osigurača i slično. [8]

## 2.2. Mikroupravljači (mikrokontroleri) u automobilima

Mikroupravljači ili mikrokontroleri su sklopovi bez operacijskog sustava sa integriranim mikroprocesorom, memorijom, digitalnim i analognim ulazima te brojačima, oscilatorima i ostalim mikrosklopovima koji su potrebni za normalan rad. Za slabije opremljene sustave koriste se 4-bitni ili 8-bitni mikroupravljači s integriranom RAM memorijom do jednog kilobajta. Najčešće se koriste mikroupravljači Amtel MARC4, ATTiny85, Freescale, Renesas R8C i Infineon XC800 koji je prikazan na slici ispod. [9]



*Slika 6. Infineon XC800 8-bitni mikroupravljač. Izvor [6]*

Složeniji sustavi upravljanja su opremljeni sa 32-bitnim mikrokontrolerima koji u većini slučajeva rade u AUTOSTAR sustavu ili drugim sličnim sustavima. Najpoznatiji mikrokontroleri korišteni za složenije sustave su Freescale MPC5xxxx, S32, Infineon TriCore Aurix, Renesas (SH2, V850, RH850, M32R), Texas Instruments TMS470/570.

Multimedijski sustavi automobila koji povezuju navigaciju, radio, klime i druge slične funkcije najčešće su opremljeni snažnijim procesorima kao što je ARM Cortex A koji pokreće Linux operacijski sustav što je prikazano na slici ispod. Za multimedijske sustave koriste se procesori poput Texas Instruments Jacinto 6, Freescale i MX6 te Intel i Renesas.





*Slika 7. Multimedijski sustav automobila. Izvor [7].*

Primjeri mikroupravljača [10]:

- Atmel AVR – svrha ovog mikrokontrolera je upravljanje raspodjelom energije među aplikacijama automobila radi postizanja maksimalne učinkovitosti. Atmel je brzi mikrokontroler uz mali broj strojnih instrukcija.
- Infineon TriCore – mikroupravljač koji se u današnjici većinom koristi unutar električnih i hibridnih automobila. Svrha mu je optimiziranje potrošnje goriva i emisije ispušnih plinova. Postavljen je u sklopu za kontroliranje ubrizgavanja goriva, točnije u jedinici za pokretanje motora.
- PIC ili kontroler perifernog sučelja – programiran je na način da obavlja veći broj zadataka i generira signale. U automobilskoj industriji najčešće korišteni su PIC18F458 i PIC18F258 kontroleri.
- Renesas – mikrokontroler koji daje visoku učinkovitost uz jako malu energetske potrošnje. Renesas kontroler se većinom koristi za sigurnosne značajke naprednih automobilskih aplikacija. Zbog bolje učinkovitosti koriste poboljšanu Harvard CISC arhitekturu.
- 8051 – mikrokontroler sa 40 pinova čija se arhitektura bazira na Harvard arhitekturi, kod ovog mikrokontrolera programska i podatkovna memorija su različite. Mikrokontroler je lako integrirati te je to ponajveći razlog njegove ugradnje u automobile.

Primjerice, automobili današnjice imaju zaseban ECU za svaki zadatak (kontrola motora, korištenje goriva, podizanje i spuštanje prozora itd.) što rezultira smanjenjem ožičenja i spojeva između pojedinih dijelova, ali se povećava potrošnja energije u vozilu zbog povećanja broja ECU-a.

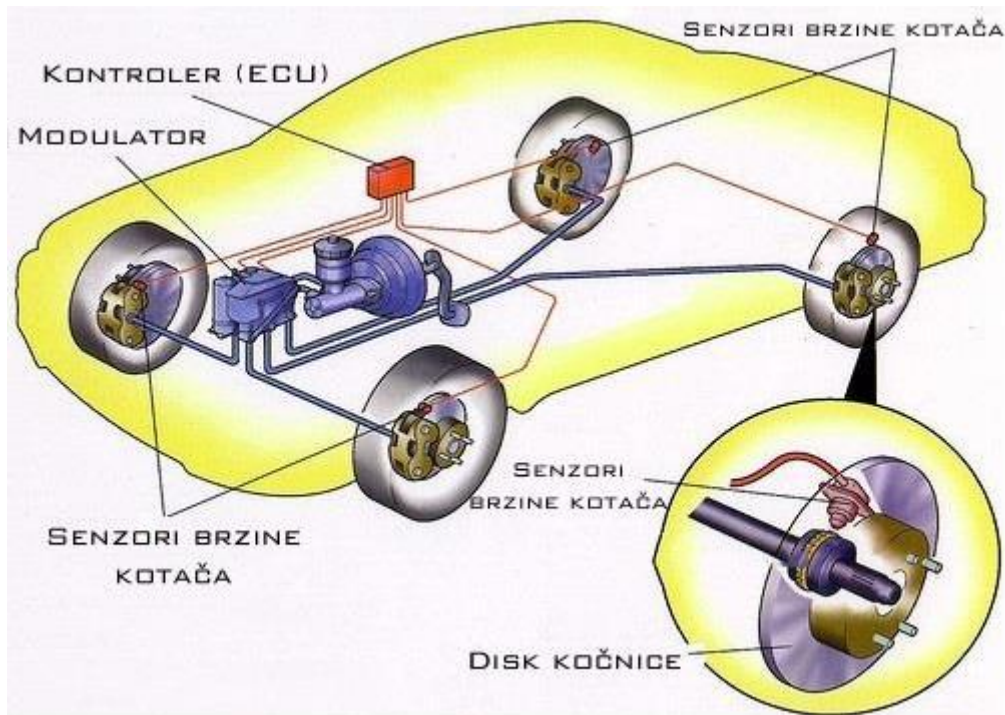
### 2.3. Podsustavi automobila

Automobil posjeduje veći broj podsustava, koji su podijeljeni na šest osnovnih [11]:

- Tehnologija upravljanja preko žice – novi podsustavi koji pomoću elektronike i računalnih sustava zamjenjuju hidraulične i mehaničke dijelove. Osnovni primjer je električna ručna kočnica koja se aktivira i deaktivira klikom na gumb.
- Sustav postolja ili šasije – podsustav za aktivnu sigurnost vozila koji zahtijevaju povratnu vezu. U sustav postolja ili šasije se uključuje i kontrola dinamike vozila ili ESP (eng. Electric Stability Program) te ABS, točnije sustavi koji pomažu vozaču u slučaju naglih okretanja upravljača.
- Pogonski mehanizam – mehanizam pomoću kojeg se snaga motora prenosi putem mjenjača na pogonsku os. Pogon uključuje koordinaciju ubrizgavanja goriva, broja okretaja, kontrole ventila...
- Elektronika karoserije i udobnosti – sustavi koji su u interakciji s vozačem te nisu vezani za sigurnost vozača, primjerice: kontrola automatske klime, tempomata, memorija sjedala, podizanje i spuštanje prozora i HMI ili ljudska strojna sučelja (eng. Human Machine Interface). Takvi sustavi uključuju podosta stanja sustava te sučelje s fizičkim komponentama.
- Multimedijски i infozabavni sustav – sustav koji uključuje radio, zvučnike, navigacijski sustav, HMI i druge medijske sustave u automobilu.
- Sustav zračnih jastuka – sustav kontrolira rad zračnih jastuka i zatezača sigurnosnih pojasa spojenih na senzore koji prate dešavanja te određuju paljenje istih.

### 2.3.1. ABS sustav

ABS ili sustav sprječavanja blokiranja kotača, sprječava blokiranje kotača što osigurava veću stabilnost vozila prilikom kočenja te manji put zaustavljanja. ABS sustav se ugrađuje u sve nove automobile na današnjem tržištu.

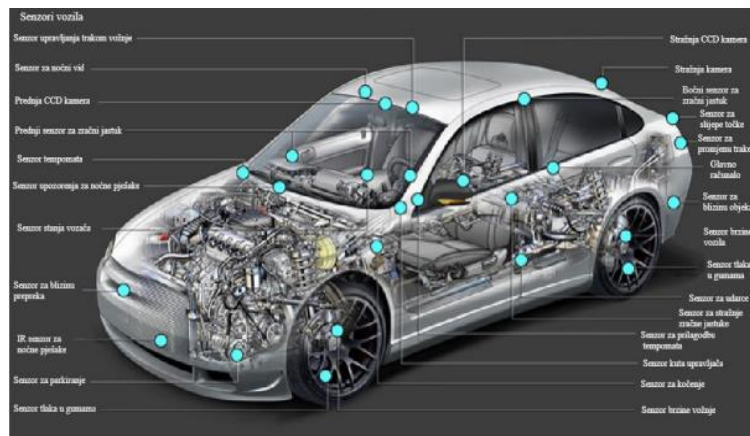


Slika 8. Dijelovi ABS – a. Izvor [8].

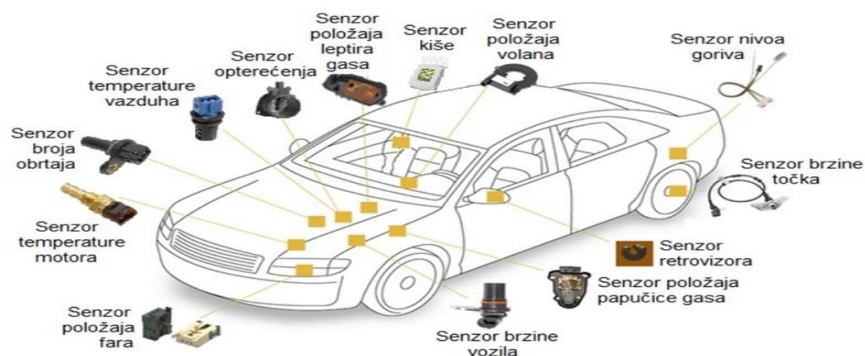
## 2.4. Senzori

Senzori su uređaji za precizno mjerenje fizikalnih veličina koji u ovom slučaju pretvaraju mehaničke pojave kao na primjer tlak, položaj, brzinu vrtnje itd. u električne signale. Senzori su jedan od bitnijih komponenti za ispravan rad automobila, ako se desi kvar ili krivo očitavanje na senzoru doći će do nepravilnog rada motora a u nekim slučajevima i do nemogućnosti pokretanja motora. [12]

Noviji automobili posjeduju oko 60 do 100 senzora, pretpostavka je da će broj senzora ubrzo porasti zbog unaprjeđenja auto industrije (Slika 9.).



Slika 9. Senzori za lakše upravljanje vozilom [9].



Slika 10. Senzori za pravilan rad motora [9].

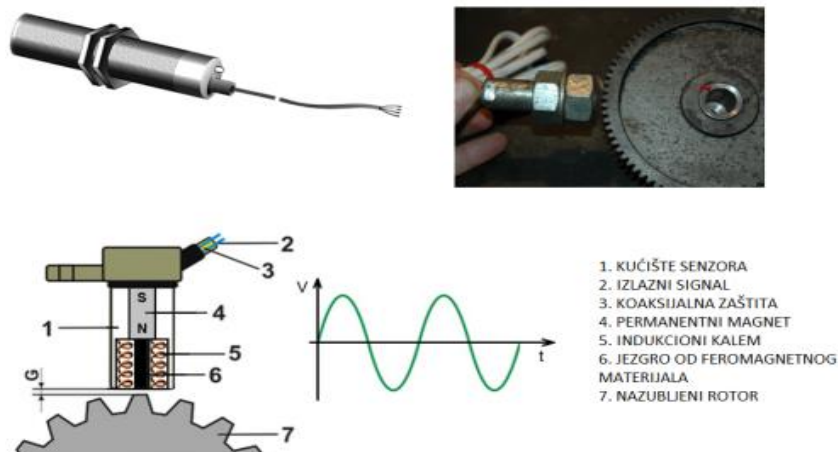
## 2.4.1. Osnovni senzori automobila [13]:

### 2.4.1.1. CKP senzor položaja radilice

CKP senzor služi za pravilan rad pogonskog agregata, točnije prati broj okretaja i poziciju radilice u odnosu na gornju mrtvu točku. Ecu se služi informacijama CKP senzora kako bi odredio moment paljenja i ubrizgavanje goriva. Najčešće je senzor radilice povezan sa senzorom bregaste osovine, a njihova kombinacija određuje točan odnos klipova kojima upravlja radilica i ventila koje otvara bregasta osovina.

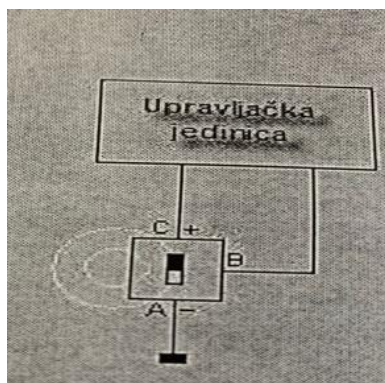
Razlikujemo induktivni davač broja okretaja i hallov davač:

Induktivni davač, točnije mjerno osjetilo nalazi se na samom kućištu zamašnjaka motora. Na zamašnjak motora pričvršćen je zupčanik čiji zupci prilikom okretanja zamašnjaka prolaze uz induktivni davač. Senzor se sastoji od kućišta, magneta, jezgre i zavojnice. Promjenjivo magnetsko polje stvara napon u zavojnici. Na slici možemo vidjeti način na koji se magnetsko polje mijenja. U trenutku kada je zubac zupčanika u blizini davača, povećava se magnetsko polje. Kada je zubac točno ispod davača, magnetsko polje je najjače. Udaljavanjem zupca smanjuje se i vrijednost magnetskog polja. Vrijednost napona nastalog u zavojnici najveća je kada je promjena magnetskog polja najjača.



Slika 11. CKP senzor. Izvor [9].

Hall senzor pomoću kojeg upravljačka jedinica motora detektira položaj bregastog vratila. Sastoji se od sljedećih komponenti: kućište, magnet, elektronički krug i Hall element. Da bi bio u funkciji senzor mora imati napajanje od 5V koje se priključuje na priključne točke A i C. Izlazni signal nastaje na priključnoj točki B.

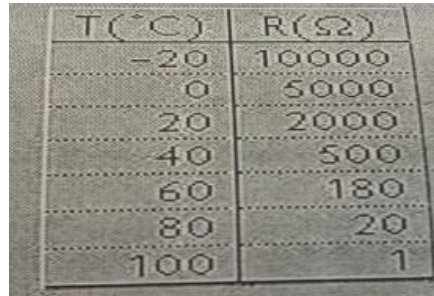


Slika 12. Shematski prikaz hallovog senzora. Izvor [20]

#### 2.4.1.2. Senzor temperature rashladne tekućine motora

Pomoću ovog osjetila upravljačka jedinica mjeri temperaturu rashladne tekućine. Senzor je najčešće smješten na glavi motora ili na kućištu termostata, te sadrži poseban otpornik ili takozvani NTC otpornik. Otpor ovog otpornika mijenja se promjenom temperature rashladne tekućine motora. Otpor pri temperaturi od 20 °C iznosi 2000 Ω dok kod temperature od 80 °C iznosi 20 Ω.

Sastoji se od dva priključka od kojih je jedan uvijek spojen na masu dok je drugi spojen direktno s upravljačkom jedinicom. Senzor temperaturu zapravo pretvara u vrijednost otpora. S obzirom da upravljačka jedinica ne može mjeriti vrijednost otpora, isti biva pretvoren u napon.



T (°C)	R (Ω)
-20	10000
0	5000
20	2000
40	500
60	180
80	20
100	1

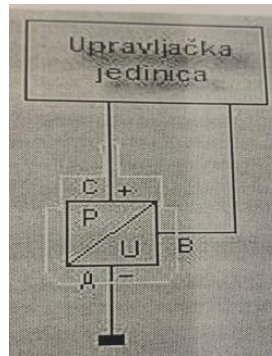
Slika 13. Odnos temperature i otpora senzora temperature. Izvor [20].

#### 2.4.1.3. Senzor tlaka turbine

Ovaj senzor daje računalu motora informaciju o tlaku turbine i u danom slučaju tlaku na usisnoj grani. Stari senzor tlaka turbine sastoji se od četiri rastezljive mjerne trake, postavljene u jedan mjerni most s određenim izlaznim stupnjem. Tlak u usisnoj grani djeluje na mjerni most, i zavisno o tlaku mijenja mu se otpor. S tom promjenom otpora računalo motora izračunava odgovarajući tlak. Nove generacije osjetila tlaka sastoje se od silicijskog čipa s ugrađenom tlačnom membranom, a s izlaznim stupnjem dobije se vrijednost tlaka. Kod promjene tlaka nastane rastezanje membrane koja se očitava od izlaznog stupnja preko promjene otpora.

Na slici je prikazan dijagramski prikaz senzora tlaka turbine. Prema dijagramu možemo zaključiti da ovaj senzor ima tri priključna kontakta, dok je četvrti priključak od senzora temperature koji je smješten u njemu. Senzor se napaja naponom od 5V iz računala motora. Kontakt A je priključen na masu, a C na napajanje od 5V. Upravljačka jedinica mjeri na srednjem kontaktu B izlazni napon senzora.





Slika 14. Shematski prikaz senzora tlaka turbine. Izvor [20].

#### 2.4.1.4. Senzor temperature zraka

Upravljačka jedinica koristi ovo osjetilo za mjerenje temperature usisanog zraka. Osjetilo temperature zraka može se nalaziti na usisnoj cijevi, u samom mjerачu podtlaka ili u mjerачu mase zraka.

Osjetilo temperature zraka ima vrijednost otpora pri 20 °C od 2000 Ω te se isti kod temperature od 80 °C smanjuje za 20 Ω. Senzor temperaturu iskazuje u obliku promjene vrijednosti otpora. Upravljačka jedinica direktno ne može mjeriti količinu otpora na davaču već samo napon. Ovaj problem riješen je konverzijom otpora u napon. Napon u osjetilu mjeri upravljačka jedinica motora i nije nikad veći od 5V.

T(°C)	R(Ω)
-20	10000
0	5000
20	2000
40	500
60	180
80	20
100	1

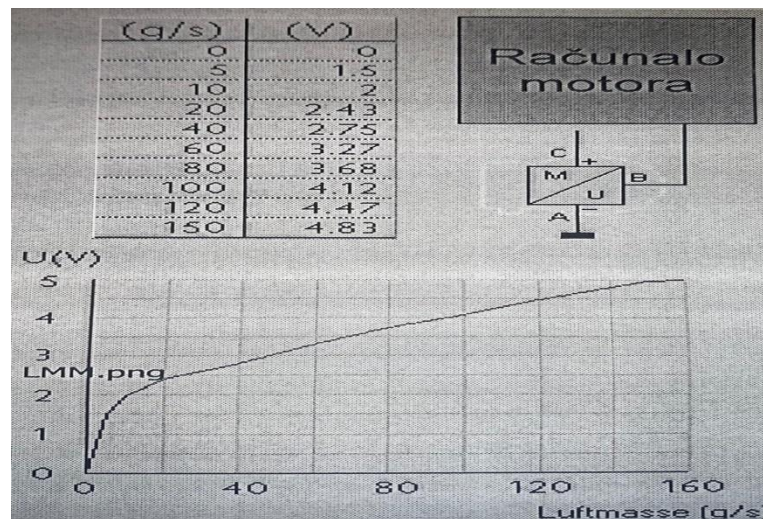
Slika 15. Odnos temperature i otpora senzora tlaka. Izvor [20].

#### 2.4.1.5. Mjerач mase zraka (MAF senzor)

Masa zraka koju usisa 2000 cm<sup>3</sup> četverocilindrični motor iznosi cca.3.6 g/s u praznom hodu te pri punim okretajima iznosi 120 g/s. Mjerач mase zraka je senzor koji mjeri masu zraka te tu vrijednost pretvara u napon. Upravljačka

jedinica pak mjeri taj napon te na taj način detektira količinu usisanog zraka, nalazi se na usisnom zračnom kanalu, direktno nakon zračnog filtera.

Na slici vidimo dijagramski prikaz mjerača mase zraka. Prema dijagramu vidimo da ovaj mjerač ima tri priključka. Priključak C je 12V te je priključak A spojen na masu. Upravljačka jedinica mjeri izlazni napon mjerača na srednjem B priključku.



Slika 16. Dijagramski prikaz mjerača mase zraka. Izvor [20].

#### 2.4.1.6. Senzori za ugodnost vozača i lakše upravljanje vozilom

- Senzor za sustav upozorenja i zadržavanje trake – asistencija za zadržavanje automobila unutar trake. Sustav senzora se sastoji od kamera i laserskih senzora koji su postavljeni uz središnje zrcalo na vjetrobranskom staklu, a infracrveni senzori su većinom postavljeni ispod vozila.
- Senzori za noćni vid – asistencija vozaču pri noćnoj vožnji, točnije pomoću termalne kamere vozaču se omogućava veće vidno polje izvan dosega svjetala automobila.
- Prednja CCD kamera – CCD označava uređaje s prijenosom naboja koji je korišten u svjetlosnim sensorima. Uređaj omogućuje korisniku bolji pogled na predmete ispred auta koje vozač nije u mogućnosti vidjeti tijekom parkiranja.

- Sensori za zračni jastuk – prilikom prometne nesreće senzor za udarce šalje signal i aktivira zračne jastuke silom od 40 do 50g. Opremljen je i sigurnosnim senzorom što sprječava slučajnu aktivaciju zračnog jastuka ili aktivaciju slabim udarcem. Sensori se nalaze ispred vozačeva mjesta i s bočne i stražnje strane zbog zaštite vozača i putnika sa svih strana.
- Senzor tempomata – tempomat služi za zadržavanje zadane brzine vozila bez dodirivanja papučice gasa. Usporedbom brzine na brzinomjeru i okretaja motora prilagođava brzinu, ako je tempomat postavljen na 60 kilometara na sat, a nailazimo na uzbrdicu sustav povećava broj okretaja te zadržava istu brzinu.
- Senzor upozorenja za noćne pješake – senzor koji služi za upozoravanje vozača da se ispred automobila nalazi pješak ili neka prepreka, ako vozač ne stigne reagirati ili ne uoči prepreku vozilo se automatski zaustavlja.
- Senzor koji prati stanje vozača – većinski uzrok prometnih nesreća je vožnja u alkoholiziranom stanju. Kamera prati pokrete vozača, a sustav može biti opremljen i senzorima koji prate otkucaje srca, aktivnost mišića itd..
- Sensori za parkiranje – sastoje se od ultrazvučnih senzora postavljenih u prednji i stražnji dio automobila sa vanjske strane te kamera koje pružaju bolju preglednost okoline. Neki automobili sadrže i pomoć pri parkiranju koje na zaslonu prikazuje putanju automobila te olakšava parkiranje.
- Senzor tlaka u gumama – senzori prate tlak guma te ako je tlak prenizak ili previsok sustav upozorava vozača paljenjem lampice ili prikazom na zaslonu multimedije. Prenizak tlak u gumama povećava put kočenja automobila i teže upravljanje te brže trošenje guma zbog većeg zagrijavanja.
- Senzor kuta upravljača – jedan od važnijih djelova sustava. Senzor mjeri poziciju upravljača i kut okretanja kotača pomoću čega vozač drži pravilno prednje kotače i osigurava stabilnost automobila.
- Sensori za kočenje – pomoću releja na kočionim čeljustima prati pritisak na papučicu kočnice. Pritiskom na papučicu, aktuator pušta zrak pod pritiskom kako ne bi došlo do kašnjenja reakcije kočnica.
- Senzor za udarce – senzor praćenjem vibracija olakšava otkrivanje sudara i samim tim smanjuje oštećenja i troškove.

- Senzor za slijepe točke – senzori otkrivaju automobil ili prepreku u slijepom kutu automobila te upozorava vozača na mogući udar.
- Senzor za promjenu trake pri vožnji – pomoću kamera sustav označava kad je slobodno prijeći u drugu traku.
- Senzor za brzinu vozila – senzor prati brzinu kotača, točnije brzinu vozila i prikazuje istu na brzinomjeru.
- Senzor za prilagodbu tempomata – održavanje razmaka između vozila je jako bitno, a ovaj senzor omogućuje automatsko usporavanje ili ubrzavanje automobila u ovisnosti o zadanoj udaljenosti od drugog vozila.

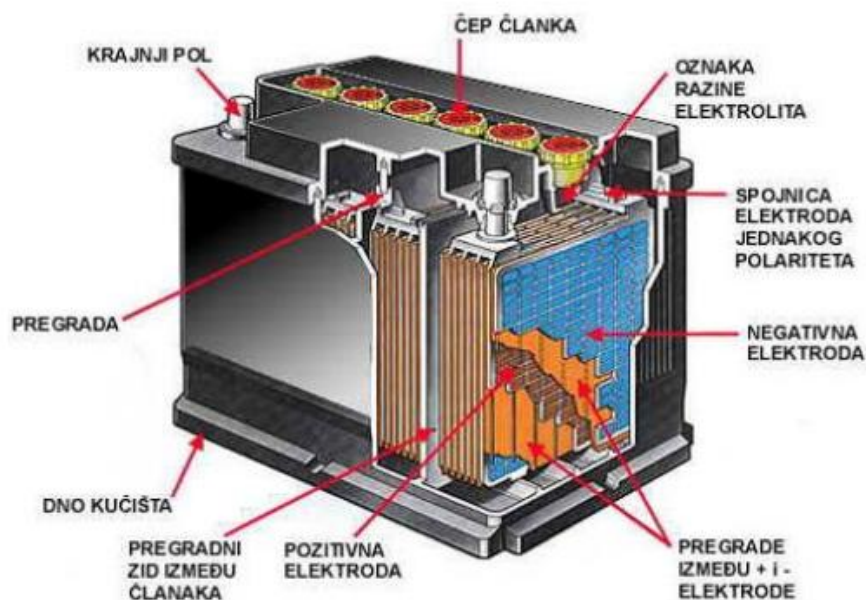
### 3. ELEKTRIČNI UREĐAJI I TROŠILA NA AUTOMOBILIMA

Današnji automobili su opremljeni velikim brojem električnih sustava zbog kojih automobili često imaju problema sa elektronikom, točnije spojevima ili nekim drugim problemima povezanim s elektronikom automobila. Automobile bez elektronike koji se pokreću električnom energijom je teško zamisliti, ali kvar na istima dovodi do mnogih problema i velikih troškova popravka te je elektroniku automobila potrebno dobro poznavati.

#### 3.1. Akumulator

Akumulator daje automobilu izvor istosmjerne struje. Čelija akumulatora ima određeni napon koji varira ovisno o materijalima koji se koriste. Svaki olovno-kiselinski akumulator se sastoji od šest ćelija koje su povezane serijskom vezom te u konačnici dobijemo napon od 12,6 V (volti). [14]

Za automobile se većinom koriste olovni akumulatori s naponom osnovne ćelije od 2V te se mogu puniti i prazniti više stotine puta.



Slika 17. Dijelovi akumulatora. Izvor [15].

Napon od 24V se također dobiva spajanjem u seriju dvaju akumulatora od 12V. Veličine akumulatora variraju od njegove praktične primjene i konstrukcije.

Odabir akumulatora ovisi o nekoliko parametara [15]:

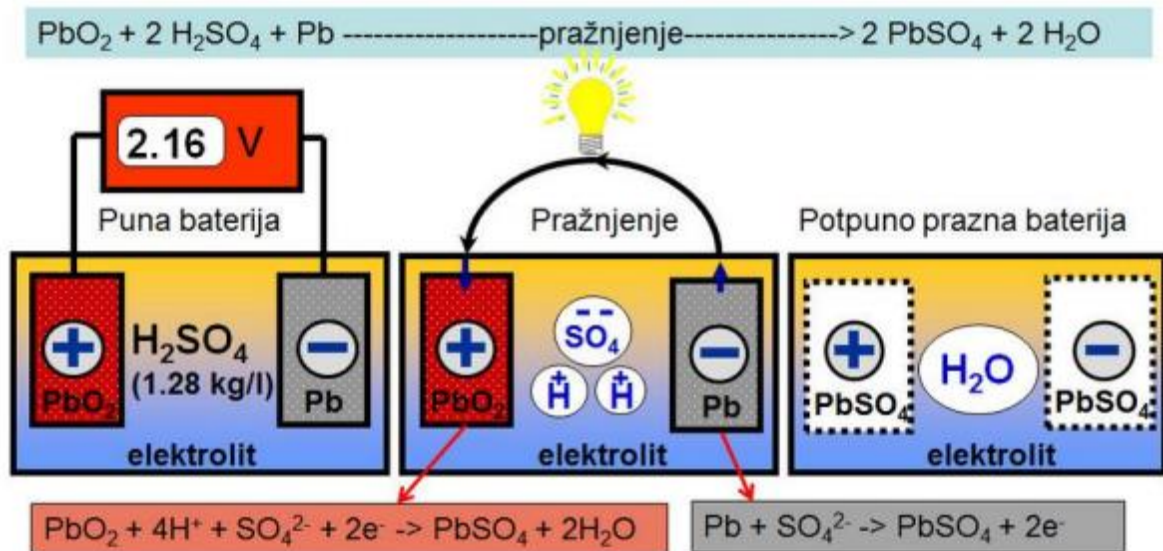
- veličina i težina vozila,
- vrsta motora (benzinski ili dizel),
- snaga motora,
- kompresija i broj cilindara
- građa motora (redni, V motor, boxer motori)
- broj i snaga električnih trošila.
- struja hladnog ispitivanja u amperima (A).

Veći kapacitet akumulatora rezultira s više energije u akumulatoru što daje mogućnost spajanja trošila s većom snagom. Povećanje kapaciteta dobiva se povećanjem površine elektrode te se povećava i dimenzija, težina i cijena akumulatora. Proizvođači u tehničkoj dokumentaciji navode koji kapacitet akumulatora je idealan za korištenje.

Prilikom niskih temperatura smanjuje se i kapacitet akumulatora te je maksimalna struja akumulatora bitna zbog sigurnog pokretanja automobila. Maksimalna struja koju akumulator može stvoriti tokom niskih temperatura naziva se struja hladnog ispitivanja (A).

Akumulator se može puniti i prazniti više stotina puta što omogućava korištenje akumulatora duže vrijeme. Akumulator se prazni dok su na njega spojena električna trošila s čime se smanjuje količina akumulirane energije. [15]

Prilikom pražnjenja elektrode mijenjaju svoj kemijski sastav te dobivaju istu strukturu čime prestaje stvaranje električnog napona. Slika ispod prikazuje proces pražnjenja akumulatora.



Slika 18. Proces pražnjenja akumulatora. Izvor [13].

Potpuno ispražnjen akumulator ima istu strukturu, ali elektrolit je prorijeđen, točnije sadrži veću koncentraciju vode. Punjenjem akumulatora se mijenja smjer struje kroz akumulator, a kemijski procesi su u obrnutom smjeru od pražnjenja. Punjenje akumulatora se obavlja priključenjem akumulatora na punjač, točnije na uređaj s većim naponom. Energija punjača se prenosi i akumulira u akumulator, a elektrode poprimaju početnu kemijsku strukturu. Gustoća elektrolita se povećava punjenjem, a elektrode poprimaju prvotnu strukturu (Pb i PbO). Napon pune ćelije je 2.16 V.

Preporučeno je pražnjenje akumulatora do 50 %, potpunim pražnjenjem akumulatora se značajno smanjuje njegov vijek trajanja.

Prilikom punjenja akumulatora izvan automobila potrebno je paziti na okolinu, točnije tijekom punjenja stvaraju se vodik i kisik, a vodik u dodiru s zrakom postaje eksplozivan te je potrebno izbjegavati punjenje u blizini otvorenog plamena ili uređaja koji stvaraju iskre zbog moguće eksplozije. Redovno održavanje čistoće akumulatora i priključaka te izbjegavanje kratkog spoja zbog mogućeg nastanka požara su također bitne stavke u prevenciji kvara akumulatora.

Prilikom skidanja akumulatora prvo je potrebno skinuti negativni priključak (masa) te zatim pozitivni priključak, a prilikom stavljanja, točnije priključivanja akumulatora na automobil obrnuto.

Oksidirane kleme potrebno je prvo odspojiti, ukloniti oksid, oprati kleme te ako je potrebno očistiti brusnim papirom. Zatim dobro osušiti kleme i postaviti ih nazad te premazati glicerinom.

### 3.2. Alternator

Alternator napaja sva električna trošila u automobilu i dopunjava akumulator tokom vožnje.

Snaga alternatora mora zadovoljiti sva trošila, a razvojem automobilske industrije broj i snaga trošila sve više raste. Kod alternatora se označava maksimalna struja koju daje, a struje su prilično velike zbog instalacija niskog napona.

Snage alternatora [15]:

Stara vozila:  $I_{max}=30$  A (P = 430 W),

Nova vozila:  $I_{max}=50 - 70$  A (P = 600 - 1000 W),

Teretna vozila:  $I_{max}=140$  A (P = 2000 W),

Autobus:  $I_{max}=300$  A (P = 4300 W).

Alternator ima visok stupanj korisnosti, točnije korisnost je omjer dobivene i uložene energije gdje je razlika te dvije energije gubitak uređaja.

Formula ispod prikazuje proračun korisnosti nekog uređaja, gdje je  $\eta$  korisnost,  $P_{EL}$  dobivena energija i  $P_{MEH}$  uložena energija:

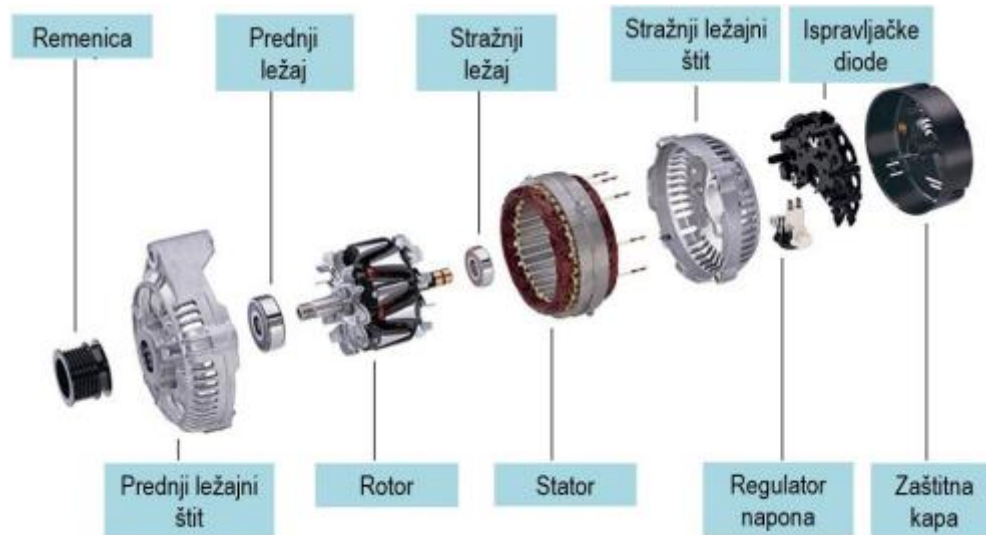
$$\eta = \frac{P_{EL.}}{P_{MEH.}} \quad (70 - 80\%).$$

Množenjem rezultata sa 100 dobijemo korisnost izraženu u postocima.



Gubitci alternatora su jako mali, a pojavljuju se u obliku topline. Postoje mehanički, električni i magnetski gubitci.

Slika dijelova je prikazana na slici 12.



Slika 19. Dijelovi alternatora. Izvor [12].

Stator se sastoji od jezgre napravljene od magnetskih željeznih limova koja ima utore na unutrašnjem dijelu u kojima su smješteni svici bakrene žice spojeni na tri zasebna namota, točnije tri faze. Namotaji su svojim krajevima spojeni zajedno u jednu točku (zvjezdište) dok su počeci namota spojeni s diodama ispravljača.

Rotorski namot se sastoji od željeznih kandžastih polova (po 6 sa svake strane) i bakrene zavojnice unutar polova. Rotor ima zadaću stvoriti magnetsko polje u stroju koje se dobiva prolaskom električne struje kroz zavojnicu, struja dolazi preko četkica i prstena na osovini rotora. Ispravljačke diode pretvaraju izmjeničnu struju u istosmjernu (trofazni ispravljač).

Regulator napona je elektronički sklop koji ima zadatak da napon alternatora bude uvijek isti bez obzira na broj okretaja rotora.

Mehanički dijelovi su kuglični ležaji koji se nalaze na osovini rotora te smanjuju trenje okretanja motora, prednji ležaj je većih dimenzija zbog većeg opterećenja remenskog prijenosa. Alternator je potrebno hladiti te se ventilator postavlja na rotor kako bi konstantno hladio alternator.

Kućište se sastoji od prednjeg i stražnjeg ležajnog štita koji imaju proreze za hlađenje i utore za ležaje.

Rotor alternatora ima posebnu konstrukciju, sastoji se od šest parova magnetskih polova te se na taj način osigurava proizvodnja visokih frekvencija čak i pri malom broju okretaja.

Alternator se dijeli na: izmjenični trofazni generator i diodni ispravljač

Tri izmjenična napona pomoću trofaznog diodnog poluvalnog ispravljača pretvaraju se u jedan istosmjerni napon te se taj napon šalje u dva smjera od kojih je jedan napajanje vanjskih trošila, a drugi napajanje rotorskog namota preko regulatora. Konstrukcija dioda je osmišljena na način da osigurava dobro hlađenje. [15]

Alternatori se proizvode serijski u velikom količinama te su visoke kvalitete i trajnosti, svaki alternator prije puštanja na tržište prolazi detaljno ispitivanje. Kvarovi alternatora u većini slučajeva nastaju zbog starenja materijala, teških uvjeta rada, pregrijavanja i slično. [14]

### **3.3.Elektromotori**

U automobilima najčešće se koriste istosmjerni motori kao elektropokretači ili kao pomoćni motori, primjerice za ventilatore, brisače, elektroničko namještanje sjedala, spuštanje i podizanje prozora i druge slične uređaje. Neki uređaji u automobilu moraju imati točno definiran pomak, kao primjer možemo uzeti regulator punjenja praznog hoda (MULTEC) te u tu svrhu se koriste koračni motori.

Za pogon električnih vozila koriste se istosmjerni ali i asinkroni trofazni i sinkroni motori. Korištenjem izmjeničnih elektromotora potrebno je istosmjerni napon baterije pretvoriti u promjenjivi trofazni napon s promjenjivom frekvencijom kako bi se pogon mogao prilagođavati uvjetima vožnje. Pretvaranje istosmjernog napona u promjenjivi trofazni obavlja se pomoću tiristorski upravljano izmjenjivača

napona, a za promjenu frekvencije koriste se tiristorski upravljani pretvarači frekvencije.

Istosmjerni motor pretvara istosmjernu struju u mehanički rad, a princip rada se temelji na Lorentzovom zakonu, koji glasi: „Provodnik struje postavljen u magnetsko i električno polje doživljava silu“.

Sila je u ovisnosti o:

- jačini struje u vodiču,
- jačini magnetskog polja (gustoći magnetskog toka),
- efektivnoj dužini vodiča (broju namotaja).

Rotor se sastoji od više namota (svitaka) koji po cijelom opsegu rotora stvaraju okretnu silu te ima ravnomjeran okretni moment. Ako bi rotor imao samo jedan svitak ili namotaj, okretni moment bi bio neravnomjeran, točnije rotor bi stalno ubrzavao i usporavao.

Pogonska karakteristika istosmjernih motora ovisi o visini protunapona. Protunapon je jednak nuli ako je broj okretaja nula, a struja rotora koja je ograničena malim otporom zavoja ja najjača te je i okretni moment (moment pokretanja) najviši. Protunapon u svitku raste porastom broja okretaja te smanjuje efektivni napon, točnije struju rotora što dovodi do smanjenja okretno sile i momenta.

Motor s permanentnom uzбудom stvara uzbudno polje jakim trajnim, točnije permanentnim magnetom te karakteristika leži između paralelnih i serijskih elektromotora.

Serijski motori imaju serijski spojen uzbudni i serijski namot. Struje rotora i uzbuđe su najveće u blokiranom stanju što znači da je i pokretni moment najveći. Protunapon rotora se povećava porastom broja okretaja te struja rotora i uzbuđe pada što rezultira manjim okretnim momentom, ali većem broju okretaja rotora. Ova karakteristika je vrlo pozitivna za motore elektropokretača, pri velikom okretnom momentu vrlo brzo se postiže brzina vrtnje pokretanja.

Motori s mješovitom uzбудom osim serijskog imaju i paralelni uzbudni namot. Namoti ovog motora donose velike troškove pa se primjenjuju samo u velikom

pokretačima. Okretni moment se povećava pomoću paralelnog namota te se sprječava prevelika brzina vrtnje (turaža) rasterećenog rotora.

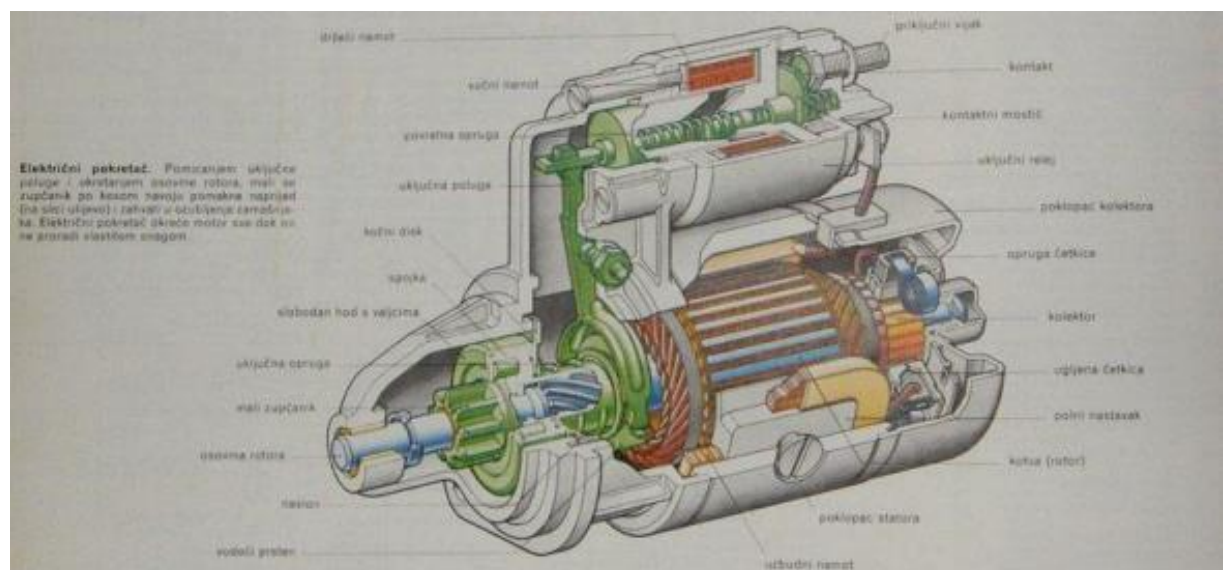
### 3.4. Elektropokretači

Motori s unutarnjim izgaranjem pokreću se vanjskom energijom, ta vanjska energija mora svladati inerciju, trenje i otpor kompresije motora.

Dijelovi elektropokretača su [17]:

- elektromotor,
- relej uključenja (relej, uključni magnet),
- mehanizam za uzubljivanje (zupčanik, spojka slobodnog hoda s valjčićima).

Slika ispod prikazuje presjek i dijelove elektropokretača.



Slika 20. Presjek elektropokretača. Izvor [15].

Unutar kućišta rotora koji je u obliku cilindra nalaze se polni nastavci s uzbudnim namotima ili trajnim magnetom koje služi i za povratni tok magnetskih silnica te je izrađeno od magnetski vodljivog čelika.

Rotor s namotima neprekidnom promjenom smjera struja stvara promjenjivo magnetsko polje koje može inducirati vrtložne struje, točnije rotor bi se

nekontrolirano zagrijavao te se iz tog razloga izrađuje od paketa međusobno izoliranih limova.

Limovi rotora posjeduju utore za namote rotora, a osim toga rotor vrlo dobro vodi silnice magnetskog polja te se iz tog razloga prostor zračnosti između rotora i polnih nastavaka drži što manjim.

Zadatci elektropokretača su:

- potiskivanje zupčanika prema zupčastom vijencu zamašnjaka radi uzublivanja,
- zatvoriti kontaktni most i uključiti glavnu struju elektropokretača.

Prilikom procesa pokretanja zupčanik se uzubljuje u ozubljeni vijenac zamašnjaka motora, zupčanik je tijekom pokretanja jako opterećen. Prijenosni omjer je između 10 i 15, što znači da se za isti broj povećava i okretni moment na zamašnjaku. Okretni moment sa elektromotora na zupčanik prenosi se pomoću spojke slobodnog hoda, te spojka nakon prihvaćanja motora odvaja tok snage zupčanik-elektromotor. Odvajanjem toka snage zupčanik-elektromotor sprječava se previsok broj okretaja rotora što ga ujedno štiti od razaranja.

Spojke slobodnog hoda dijele se na [17]:

- spojke s valjčićima - ugrađuju se u manje startere za osobna i lakša teretna vozila,
- lamelaste spojke - primjenjuju se u velikim starterima snažnih motora privrednih vozila.

Osnovni dijelovi spojke su: prsten spojke s kliznim stazama valjčića, valjčići (klize po tijelu zupčanika) i opruge.

Elektromotor zakreće prsten spojke, te se valjčići potisnu prema suženom dijelu kliznih staza, točnije, tijelo zupčanika je spojeno sa startnim motorom. Tijelo zupčanika se počinje okretati većom brzinom od vratila elektromotora, te valjčići prelaze u širi dio kliznih staza, što znači da se prekida prijenos snage.

Klizno-vijčani elektropokretač, za uzublivanje s permanentnim magnetom i prigonom, umjesto uzbudnog namota ima trajne magnetne koji su pričvršćeni u

tankostijenom cilindru, te on ujedno predstavlja i kućište pokretača. Dimenzije ovakvog startera su dosta manje i ujedno ima i manju težinu.

Princip rada i konstrukcija uključnog releja i uzubnog pogona je jednaka kod oba pokretača, jedina razlika je u električnom unutarnjem spoju. Prilikom uključanja startnog kruga struja teče izravno na ugljene četkice i rotor.

## 4. GREŠKE AUTOMOBILA

U narednom dijelu rada bazirat ćemo se na praktični dio, rješavanjem određenih problema vezanih za elektroniku automobila, korak po korak.

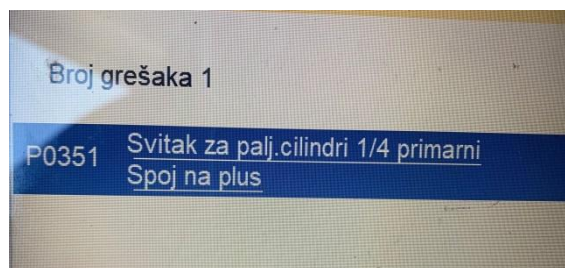
**Model automobila:** Renault megane 1.4 16v

**Problem (kvar):** Povremeno neuspješno pokretanje i gašenje pogonskog agregata i prekidanje u radu motora.

**Kodovi greške:**

**P0351**-Svitak za paljenje, cilindri 1-4 primarni, povremena greška.

Prije početka ispitivanja očitali smo greške pomoći Bosch-ove esi tronic dijagnostike



*Slika21. Prikaz koda greške. Izvor [20].*

U prvom dijelu rješavanja greške ispitat ćemo glavno napajanje, svjećice i bobinu.

### 1. Korak – Ispitivanje visokog napona- sekundar

**Način ispitivanja:** svjećicu držimo na udaljenosti cca 5-15 mm od mase kako bi smo provjerili jačinu iskre.

**Rezultat ispitivanja:** na cilindru broj 3 vidimo nešto slabiju iskru nego na ostala 3 cilindra

**Zaključak nakon ispitivanja:** zbog sumnje na lošiji rad bobine na trećem cilindru ispitivanje nastavljamo provjerom bobine.

### 2. Korak - Ispitivanje napajanja bobine

**Način ispitivanja** : da bi uspješno izmjerili napajanje do bobine, moramo se uvjeriti da imamo stabilan napon na bateriji, to ćemo izmjeriti spajanjem mjernog uređaja na bateriju.

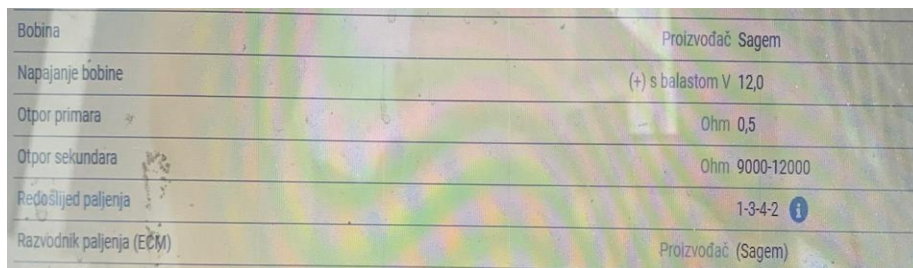
**Rezultat ispitivanja:**


- Tražena vrijednost : 12V,
- Ostvarena vrijednost : 12V.

**Zaključak:** napajanje bobine je u redu.

Ustanovili smo da je napajanje bobine ispravno te nastavljamo ispitivanje primara i sekundara same bobine, točnije ulaznih i izlaznih vrijednosti

3. Korak – Ispitivanje rada primara i sekundara bobine, da bi smo imali potrebne vrijednosti koristit ćemo se literaturom, tj programom Autodata, preko kojeg dolazimo do svih potrebnih podataka vezanih za automobil na kojemu radimo.



Bobina	Proizvođač Sagem
Napajanje bobine	(+) s balastom V 12,0
Otpor primara	Ohm 0,5
Otpor sekundara	Ohm 9000-12000
Redošljed paljenja	1-3-4-2 
Razvodnik paljenja (ECM)	Proizvođač (Sagem)

*Slika 22. Rezultati ispitivanja bobine. Izvor [20].*

**Način ispitivanja** : spajamo mjerni uređaj na pinove 1 i 2, u ovom slučaju mjerimo svaku bobinu pojedinačno, traženi otpor vrijedi za sve 4 bobine, na slici gore vidimo potrebne vrijednosti, provjeravamo primar i sekundar bobine.

**Rezultat ispitivanja:** prva tablica prikazuje rezultate ispitivanja primara, a druga tablica rezultate ispitivanja sekundara bobine.



Tablica 1. Rezultati ispitivanja primara bobine. Izvor [20].

Cilindar	Tražena vrijednost [ohm]	Ostvarena vrijednost [ohm]
1.	0,5	0,52
2.	0,5	0,53
3.	0,5	0,51
4.	0,5	0,52

Tablica 2. Rezultati ispitivanja sekundara bobine. Izvor [20].

Cilindar	Tražena vrijednost [ohm]	Ostvarena vrijednost [ohm]
1.	9000-12000	9702
2.	9000-12000	10104
3.	9000-12000	1938
4.	9000-12000	9657

### Zaključak:

mjerenjem sekundara bobine dolazimo do rješenja jednog problema, bobina na cilindru broj 3 daje premali otpor, iako nas dijagnostika nije navela točno na problem, mjerenjem je ustanovljena greška.

**Popravak:** nakon zamjene bobine, automobil uredno radi.

Problem sa prekidanjem u radu motora smo riješili, greške na dijagnostici više nisu prisutne, međutim i dalje imamo povremeni problem sa paljenjem automobila, u ovom slučaju nemamo nikakve greške prijavljene u dijagnostici pa ćemo problem pronaći svojim redoslijedom ispitivanja.

Drugi dio testa započet ćemo sa ispitivanjem CKP senzora davača temperature (ranije opisan u tekstualnom dijelu), koji može raditi problem pri pokretanju motora.



**Način ispitivanja :** Ponovno odspajamo utični priključak B24, i mjerimo na strani komponente st.1 prema st. 2, ovaj put mjerimo otpor pri različitim temperaturama, pomoću literature vidimo potrebne vrijednosti.

(ECT) sensor

Condition	Typical value	Note
Coolant temp. 0°C	5000-6500 Ω	12
Coolant temp. 10°C	3350-4400 Ω	12
Coolant temp. 20°C	2250-3000 Ω	12
Coolant temp. 30°C	1500-2000 Ω	12
Coolant temp. 40°C	950-1400 Ω	12
Coolant temp. 50°C	700-950 Ω	12
Coolant temp. 60°C	530-670 Ω	12
Coolant temp. 70°C	375-500 Ω	12
Coolant temp. 80°C	275-375 Ω	12
Coolant temp. 90°C	200-290 Ω	12

Slika 24. Rezultat ispitivanja otpora ETC senzora. Izvor [20].

**Rezultat ispitivanja :**

Tablica 3. Rezultat ispitivanja otpora ETC senzora. Ivor [20].

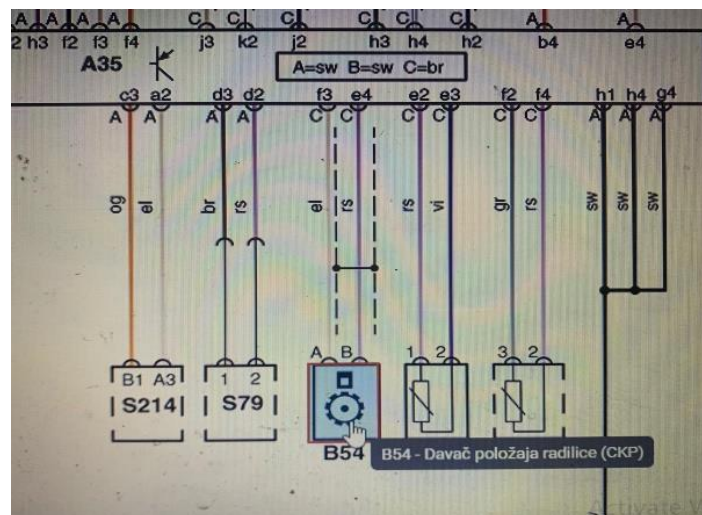
Tražena vrijednost :	Ostvarena vrijednost:
10°C ... 3350 - 4400 ohm	10°C... 3760 ohm
30°C... 1500 - 2000 ohm	30°C... 1610 ohm
50°C... 700 - 950 ohm	50°C... 830 ohm
70°C... 375 - 500 ohm	70°C... 499 ohm
90°C... 200- 290 ohm	90°C... 238 ohm

**Zaključak:** Pri povećanju temperature smanjuje se otpor prema traženim vrijednostima, što znači da je senzor temperature potpuno ispravan.

Daljnji test predstavlja ispitivanje senzora broja okretaja radilice (CKP)

## 2. Korak – ispitivanje CKP senzora

**Način ispitivanja:** Ispitivanje se vrši sa provjerom ispravnosti instalacije (zbog dugog hoda), od računala motora do samog senzora, kako bi se izabrale potrebne žice koristi se električna shema. B54 nam označava senzor dok A35 označava računalo motora. Na samom računalu vide se brojevi pinova, te se provjerava ispravnost instalacije od štekera glavnog računala do senzora radilice.



Slika25. Shematski prikaz instalacije. Izvor [20].



*Slika26. Računalo motora. Izvor [20].*

**Rezultat ispitivanja :**

Tražena vrijednost: bez otpora ili minimalan otpor (0.1ohm. . . 0.3ohm)

Ostvarena vrijednost : nema otpora.

**Zaključak:** instalacija je u redu.

Nakon provjere instalacije izmjeriti će se otpornost samog senzora.



*Slika27. Prikaz mjerenja otpora senzora. Izvor [20].*

**Način ispitivanja:** mjerenje otpora senzora između pinova A i B, s tim da je automobil povremeno radio problem sa paljenjem, a najviše nakon duže vožnje, izmjerit će se otpor i nakon prisilnog blagog grijanja samog senzora.

**Rezultat ispitivanja:**

Tražena vrijednost: 500. . .800 ohm

Ostvarena vrijednost: pri normalnim uvjetima 520 ohm, pri grijanju vrijednost otpora pada na 0 ohm.

**Zaključak :** Zbog zagrijavanja motora, senzor je povremeno prekidao računalu očitavanje broja okretaja motora što je rezultiralo gašenjem i neuspješnim paljenjem motora. Nakon zamjene senzora sve radi bez greške.

## 5. ZAKLJUČAK

Svaki računalni sustav novijih automobila sadrži ECU koji je u pravilu mikroupravljač sa procesorom i memorijom, točnije rečeno ECU je računalo jako malih dimenzija. Jačina procesora potrebnog za ovakve sustave svakim daljnjim razvojem autoindustrije raste zbog sve složenijih i zahtjevnijih sustava.

ECU upravlja sustavom automobila, osigurava siguran rad i sigurnost, te smanjuje potrošnju goriva pomoću senzora koji su spojeni u povratnu vezu sa ECU i izvršnim elementima (aktuatorima). Senzori se nalaze na svakom djelu automobila te prate razne parametre koji se šalju nazad u ECU gdje se te informacije obrađuju i ECU odlučuje o daljnjem djelovanju, senzori služe i za upozoravanje vozača pri parkiranju ili drugim nepreglednim situacijama.

Komunikacija između ECU-a i ostalih dijelova se obavlja pomoću sabirnice podataka koje se iz dana u dan unaprjeđuju. Trenutno se razvijaju brzine sabirnica do 10 megabita po sekundi za povezivanje sustava u automobilu.

## 6. LITERATURA

- [1.] ECU: Engine Control Unit, [https://www.autoportal.hr/clanak/ecu\\_engine\\_control\\_unit](https://www.autoportal.hr/clanak/ecu_engine_control_unit) , pristupljeno 17.01.2022.
- [2.] Glavno računalo Ford automobila, [https://www.autoportal.hr/clanak/ecu\\_engine\\_control\\_unit](https://www.autoportal.hr/clanak/ecu_engine_control_unit)
- [3.] Engine control unit, [https://en.wikipedia.org/wiki/Engine\\_control\\_unit](https://en.wikipedia.org/wiki/Engine_control_unit) , pristupljeno 17.01.2022.
- [4.] How Car Computers Work, <https://auto.howstuffworks.com/under-the-hood/trendsinnovations/car-computer1.htm> , pristupljeno 17.01.2022.
- [5.] Upravljačka jedinica motora mozga. Upravljačka jedinica motora, <https://gettarget.ru/hr/engine-control-unit-brains-the-engine-control-unit.html> , pristupljeno 17.01.2022.
- [6.] Upravljačka jedinica motora, <https://hr.puntomarinero.com/the-engine-control-unit/> , pristupljeno 17.01.2022.
- [7.] Upravljačka jedinica motora, <https://hr.puntomarinero.com/the-engine-control-unit/> , pristupljeno 17.01.2022.
- [8.] Computer Chips inside the Car, <http://www.chipsetc.com/computer-chips-inside-thecar.html> , pristupljeno 17.01.2022.
- [9.] Upravljačka jedinica motora mozga. Upravljačka jedinica motora, <https://gettarget.ru/hr/engine-control-unit-brains-the-engine-control-unit.html> , pristupljeno 17.01.2022.
- [10.] What kind of processor is used for PCM/ECUs for cars?, <https://www.quora.com/Whatkind-of-processor-is-used-for-PCM-ECUs-for-cars> , pristupljeno 17.01.2022.



- [11.] Different Types of Microcontrollers are used in Automobile Applications, <https://www.elprocus.com/different-microcontrollers-used-in-automobiles/> , pristupljeno 17.01.2022.
- [12.] Automotive communications-past, current and future, [https://www.researchgate.net/publication/221503248\\_Automotive\\_communicationspast\\_current\\_and\\_future](https://www.researchgate.net/publication/221503248_Automotive_communicationspast_current_and_future) , pristupljeno 17.01.2022.
- [13.] Vehicle sensors, <https://www.e-car.co.za/vehicle-sensors/> , pristupljeno 17.01.2022.
- [14.] Lane departure warning system, [https://en.wikipedia.org/wiki/Lane\\_departure\\_warning\\_system](https://en.wikipedia.org/wiki/Lane_departure_warning_system) , pristupljeno 17.01.2022.
- [15.] Obad, G.: Tehnika motornih vozila, Pučko otvoreno učilište Zagreb, 2004.
- [16.] Zavada, J.: Prijevozna sredstva, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2000.
- [17.] Pajca d.o.o.; [http://pajca.hr/wp-content/uploads/2013/11/akumulator\\_prikaz.jpg](http://pajca.hr/wp-content/uploads/2013/11/akumulator_prikaz.jpg) , pristupljeno 17.01.2022.
- [18.] Popović, G.: Tehnika motornih vozila, Pučko otvoreno učilište Zagreb, Zagreb, 2006.
- [19.] Čerlek, S.: Električna i elektronička oprema u vozilima – senzori i izvršni sklopovi, Veleučilište Velika Gorica, Velika Gorica, 2010.
- [20.] Vlastiti izvor.