Sustav akvizicije podataka iz vozila za analizu energetske učinkovitosti vožnje

Zirdum, Jurica

Master's thesis / Diplomski rad

2016

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Transport and Traffic Sciences / Sveučilište u Zagrebu, Fakultet prometnih znanosti**

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:119:990994

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-29**



Repository / Repozitorij:

Faculty of Transport and Traffic Sciences - Institutional Repository







SVEUČILIŠTE U ZAGREBU

FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI

Jurica Zirdum

SUSTAVI AKVIZICIJE PODATAKA IZ VOZILA ZA ANALIZU ENERGETSKE UČINKOVITOSTI VOŽNJE

DIPLOMSKI RAD

Zagreb, 2016.

Sveučilište u Zagrebu

Fakultet prometnih znanosti

DIPLOMSKI RAD

SUSTAVI AKVIZICIJE PODATAKA IZ VOZILA ZA ANALIZU ENERGETSKE UČINKOVITOSTI VOŽNJE

SYSTEM OF DATA ACQUISITION FROM THE VEHICLE TO ANALYZE THE ENERGY EFFICIENCY DRIVE

Mentor: dr. sc. Pero Škorput

Student: Jurica Zirdum

JMBAG: 0135216639

Zagreb, 2016.

SAŽETAK

Energetska učinkovitost kao i globalno smanjenje emisija stakleničkih plinova svrha su provedbe raznih projekata i istraživanja u raznim granama gospodarstva. Promet kao bitna svakodnevna djelatnost ima veliki udjel u svjetskom gospodarstvu. U ovom diplomskom radu analizirani su uređaji odnosno sustavi koji sudjeluju u akviziciji podataka za analizu energetske učinkovitosti vožnje.

Ključne riječi: učinkovitost; akvizicija; vožnja

ABSTRACT

Energy efficiency and a global reduction in emissions of greenhouse gases purpose of the implementation of various projects and research in various branches of economy. Transport as an essential daily activity has a large share in the world economy. This thesis analyzed the devices and systems involved in the acquisition of data for analysis of the energy efficiency drive.

Keywords: efficiency; acquisition; drive

Sadržaj

1.Uvod 1
2. Energetska učinkovitost vožnje osobnog vozila 2
2.1 Ciljevi smanjenja emisije CO_2 u EU 2
2.2 Europske ekološke norme 3
2.2.1 Euro 1 (EC93) norma 4
2.2.2 Euro 2 (EC96) norma 4
2.2.3 Euro 3 (EC2000) norma 5
2.2.4 Euro 4 (EC2005) norma 5
2.2.5 Euro 5 norma 6
2.2.6 Euro 6 norma 6
3. Akvizicija podataka iz vozila u funkciji energetske učinkovitosti 8
3.1 Sustavi akvizicije podataka iz vozila 8
3.1.1 Upravljačka jedinica vozila (engl. Electronic Control Unit, ECU) 13
3.1.2 Lambda sonda 14
3.1.3 Mjerač mase protoka zraka (engl. Mass Air Flow, MAF) 15
3.1.3.1 Mjerenje protočne mase zraka vrućom žicom 16
3.1.3.2 Mjerenje protočne mase zraka vrućim filmom 17
3.1.4 Senzor apsolutnog pritiska u usisnoj grani (engl. Manifold Absolute Pressure, MAP) 18
3.1.5 Dizel filter čestica (engl. Diesel particulate filter, DPF) 19
3.1.6 ABS sustav 20
3.1.7 Elektronički sustav stabilnosti (ESP/ESC) 21
3.1.8. Zračni jastuci (Airbag sustav) 22
3.1.9 Senzor temperature motora 23
3.1.10 Senzor kiše 24
3.1.11 Senzor atmosferskog tlaka 25
3.1.12 Senzor vanjske temperature 27
3.2 Prijenos podataka 28
3.2.1 Komunikacijski sustavi u vozilu 29
3.2.2 Komunikacijski sustavi izvan vozila 34
3.2.2.1 Bluetooth u vozilu 35
3.2.2.2 Wi-Fi u vozilu 36
4. Tehničko rješenje sustava akvizicije podataka iz vozila 37
4.1 Integrirani sustavi akvizicije podataka 38
4.2 Sustavi naknadne ugradnje akvizicije podataka 38

4.2.1 Upotreba OBD dongle-a 38
4.2.2 Upotreba BLACK BOX-a 39
4.3 Mobilne aplikacije u svrhu akvizicije podataka 39
4.4 PID-ovi (engl. Parameters IDs) 41
5.Tehnička izvedba i testiranje 44
5.1 Provedba testiranja na vozilu Volkswagen Polo 46
5.2 Provedba testiranja na vozilu Volkswagen Golf 48
5.3 Tehnička ograničenja sustava 49
6. Zaključak 50
7. Literatura 51
Popis slika 53
Popis tablica 55

1.Uvod

Energetsku učinkovitost vozila možemo definirati kao izazov današnjeg suvremenog svijeta te ubrzanog načina života. Naime potrebe i težnje svakog od sudionika prometa su podignute na jednu višu razinu koja zahtijeva ekonomičnost, sigurnost, udobnost u svakodnevnim djelovanjima putničkog ili teretnog prometa. Uzmemo li u obzir svakoga od nas uvidjet ćemo nisku razinu osviještenosti i informiranosti o gorućem problemu današnjice, a to je ekološka i energetska učinkovitost.

Sažmemo li sigurnost, udobnost, ekonomičnost te ekološku i energetsku učinkovitost dolazimo do vozila koja su u većini slučajeva novije proizvodnje u skladu sa zakonskim propisima te zahtjevima krajnjih korisnika. Najčešći zajednički faktor svih interesnih skupina je potrošnja goriva odnosno ušteda goriva te ekološka norma koju vozilo sadrži.

U drugom poglavlju obrazložit ćemo energetsku učinkovitost osobnih vozila u 21. stoljeću kao jedno od važnijih pitanja u području održive mobilnosti. U području inteligentnih transportnih sustava istražuju se i razvijaju različite mjere i sustavi koji doprinose ekološki i energetski učinkovitijoj vožnji. U ovom diplomskom radu izraditi će se demonstracijski sustav za akviziciju podataka iz vozila koji će omogućavati analizu energetske učinkovitosti vožnje.

U trećem poglavlju opisujemo sustave za akviziciju i prijenos podataka, način njihovog djelovanja i njihove mogućnosti. Naime prikupljanje podataka je prvi korak koji nam daje mogućnost daljnjeg razmatranja podataka odnosno usporedbu, prikaz te korištenje istih za rješavanje određene problematike kojom se bavimo. Svrha ovog diplomskog rada je objasniti koncept energetski učinkovite vožnje te izraditi primjer tehničko-tehnološko rješenja za analizu energetske učinkovitosti vožnje.

U četvrtom poglavlju govorimo o sustavima za akviziciju podataka iz vozila u svrhu energetske učinkovitosti vožnje. Naime dosadašnja istraživanja, prema proučenim dostupnim izvorima, u najvećoj mjeri su usmjerena prema analizi ekonomskih, ekoloških i sigurnosnih efekata te društvenoj prihvatljivosti održivih i energetski učinkovitih stilova vožnje.

Peto poglavlje opisuje konkretan sustav za akviziciju podataka iz vozila, njegove mogućnosti, način akvizicije podataka te rezultate provedenih analiza.

2. Energetska učinkovitost vožnje osobnog vozila

Automobili su odgovorni za oko 12 % od ukupnih emisija ugljičnog dioksida (CO_2) Europske unije, glavnog stakleničkog plina. Zakonodavstvo EU postavlja obvezne ciljeve smanjenja emisija za nove automobile. Ovaj zakon je temelj strategije EU-a za poboljšanje stanja na tržištu goriva za vozila koja se prodaju na europskom tržištu automobila.

2.1 Ciljevi smanjenja emisije CO_2 u EU



Slika 1: Grafički prikaz smanjenja emisije CO_2

Ciljevi za 2015. godinu: Zakon zahtijeva da novi automobili registrirani u EU ne ispuštaju više od prosječno 130 gCO_2/km do 2015. godine. To znači potrošnju od oko 5,6 l/ 100km kod benzinskih ili 4,9 l/100 km kod dizelskih motora. Prosječna razina emisija novog automobila prodanih u 2014. godini bila je 123,4 gCO_2/km (privremeni podaci), znatno ispod cilja zacrtanog za 2015. Od kad je nadzor započeo prema propisima važećim u 2010, emisije su smanjene za 17 gCO_2/km (12%).

Ciljevi za 2021. godinu: Do 2021., u fazama od 2020., mogao bih se postići prosjek kod svih novih automobila od 95 gCO_2/km. To znači potrošnju goriva od oko 4,1 l/100 km kod benzinskih ili 3,6 l/100 km kod dizelskih motora. Ciljevi iz 2015. i 2021. predstavljaju smanjenje od 18 % i 40 %, u usporedbi s prosjekom od 2007. od 158,7gCO_2/ km.[1]

[1] http://ec.europa.eu/clima/policies/transport/vehicles/cars/index_en.htm, svibanj 2016.

2.2 Europske ekološke norme

Euro norme i europska politika održivog transporta podrazumijevaju uvođenje tehnoloških poboljšanja vozila, ekološku vožnju, alternativne izvore energije, ekološke standarde itd. Uz tehničke mjere, vrlo su značajne organizacijske mjere usmjerene prema podršci programima i projektima „čistog“ prometa.

Euro standardi emisije vozila EURO 1 do EURO 6 definiraju norme s obzirom na buku i emisiju kemijskih sastojaka. Budući da u RH i susjednim državama postoji značajan broj relativno starih cestovnih vozila, potrebno je značajnije poraditi na svijesti vozača vezano za ekološki stil vožnje.[2]

U zemljama EU, sva vozila registrirana od 1. listopada 2006., moraju zadovoljavati zakon o normi Euro 4. Od 1. listopada 2009. stupila je na snagu norma Euro 5, a norma Euro 6 se primjenjuje za sve automobile proizvedene u EU od 1. rujna 2015. godine.

Nakon 23. godine od predstavljanja prve europske norme dolazi do velike promjene, 1992. godine “Euro 1” norma najavila je ugradnju katalizatora na ispušni sustav svih vozila s benzinskim motorom radi smanjenja emisije štetnih plinova (CO-ugljični monoksid).

Posljednja norma, “Euro 6”, odnosi se na sve homologacije od rujna 2014. godine i svih novih vozila od rujna 2015. godine i smanjuje zagađivanje za 96% u usporedbi s granicama iz 1992. godine. U nastavku su navedeni datumi implementacije za odobrenja novog tipa vozila.

[2] http://www.dieselnet.com/standards/eu/hd.php, lipanj 2016.

2.2.1 Euro 1 (EC93) norma

U srpnju 1992. uvedena je norma Euro 1. Zahtijevala je prebacivanje na bezolovni benzin i univerzalnu ugradnju katalizatora za benzinski motore kako bi se reducirala emisija ugljičnog monoksida CO. Primjer jednog takvog katalizatora za benzinske prikazan je na slici 2.



Slika 2: Katalizator za benzinske motor

Emisijske granice za Euro 1 su iznosile CO - 2.72 g/km (benzin i dizel), HC+ NOx - 0.97 g/km (benzin i dizel) te PM (čestice) - 0.14 g/km (samo dizel).

2.2.2 Euro 2 (EC96) norma

Euro 2 norma uvedena je siječnju 1996. godine u kojoj se je nastavilo sa smanjivanjem granice za emisiju ugljičnog monoksida, te također smanjivanjem granice za ne izgorjele ugljikovodike i dušikove okside za benzinske i dizelske motore. Po prvi puta Euro 2 norma je predstavila različite emisijske granice za benzinske i dizelske motore. Euro 2 emisijske granice za benzin su iznosile CO - 2.2 g/km, HC+ NOx - 0.5 g/km dok za PM (čestice) nisu uvedene granice. Euro 2 emisijske granice za dizel motore su iznosile CO - 1.0 g/km, HC+ NOx - 0.7 g/km i PM (čestice) - 0.08 g/km.

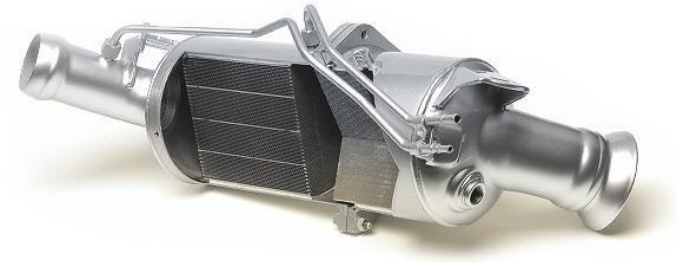
2.2.3 Euro 3 (EC2000) norma

Euro 3 norma je promijenila postupak ispitivanja kako bi se uklonilo razdoblje zagrijavanja motora i još veće smanjivanje dopuštene količine ugljičnog monoksida i dizelskih čestica. Euro 3 je također dodao posebnu granica za NOx za dizelske motore i predstavio odvojene granice za HC i NOx benzinskih motora.

Euro 3 emisijske granice za benzinske motore u postavljene na vrijednosti CO - 2.3 g/km, HC - 0.20 g/km, NOx - 0.15 dok za PM (čestice) nisu uvedene granice. Za Euro 3 emisijske granice za dizel motore su postavljene na vrijednosti od CO - 0.64 g/km, HC+ NOx - 0.56 g/km, NOx - 0.50 g/km a za PM (čestice) na 0.05 g/km.

2.2.4 Euro 4 (EC2005) norma

Euro 4 i kasniji Euro 5 (Rujan 2009.) standard koncentrirao se na čišćenje emisije dizelskih motora, posebice smanjenja čestica (PM) i dušičnih oksida (NOx).



Slika 3: Filter čestica za dizelske motore

Na slici 3 prikazan je filter čestica, naime neka Euro 4 dizelska vozila imaju ugrađen filter čestica koji je dio ispušnog sustava vozila. Uklanja čađu nastalu sagorijevanjem dizel goriva. Samom namjenom filtera čestica te njegovim karakteristikama ćemo se pozabaviti u sljedećem poglavlju.

Euro 4 emisijske granice za benzinske motore postavljene su za CO na 1.0 g/km, za HC na 0.10 g/km, NOx - 0.08, PM (čestice) – nema granice. Za dizelske motore Euro 4 emisijske granice postavljene na CO - 0.50 g/km, HC+ NOx - 0.30 g/km, NOx - 0.25 g/km i PM (čestice) - 0.025 g/km.

2.2.5 Euro 5 norma

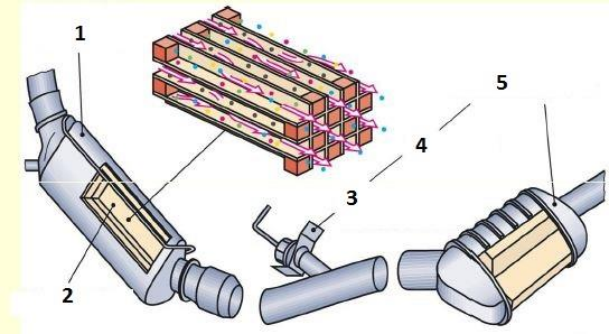
Euro 5 norma još je zahtjevnija za emisiju ispušnih plinova za dizelske motore te također svako dizelsko vozilo mora imati filter čestica kako bi se zadovoljili novi zahtjevi. Smanjile su se granice NOx (28% smanjenje u odnosu na Euro 4), kao i prvi put, ograničenje čestica za benzinske motore primjenjiva su samo za motore s direktnim ubrizgavanjem. Gledajući utjecaj emisije vrlo finih čestica, Euro 5 je predstavio granicu broja čestica za dizelske motore u odnosu na težinu čestica. Ovo se odnosilo na nove homologacije od rujna 2011. godine i za sva nova vozila od siječnja 2013. godine. Euro 5 emisijske granice za benzinske motore postavljene su na CO - 1.0 g/km, HC - 0.10 g/km, NOx - 0.06 g/km, PM (čestice) - 0.005 g/km (direktno ubrizgavanje). Euro 5 emisijske granice za dizelske motore postavljene su na CO - 0.50 g/km, HC+ NOx - 0.23 g/km, NOx - 0.18 g/km, PM (čestice) - 0.005 g/km i PM (čestice) - 6.0x10 ^11/km.

2.2.6 Euro 6 norma

Euro 6 norma nameće daljnje, značajno smanjenje u NOx emisiji za dizelske motore (smanjenje za 67 % u usporedbi s Euro 5) i uspostavlja slične standarde za benzinske i dizelske motore. Euro 6 emisijske granice za benzinske motore postavljene su na CO - 1.0 g/km, HC - 0.10 g/km, NOx - 0.06 g/km, PM (čestice) - 0.005 g/km (direktno ubrizgavanje), PM (čestice) - 6.0x10 ^11/km (direktno ubrizgavanje), dok Euro 6 emisijske granice za dizel motore iznose CO - 0.50 g/km, HC+ NOx - 0.17 g/km, NOx - 0.08 g/km, PM (čestice) - 0.005 g/km, PM (čestice) - 6.0x10 ^11/km. Smanjenje emisije NOx iz dizelskih motora na takvu nisku razinu je veliki izazov za proizvođača vozila osobito promjene uvjeta izgaranja u cilju smanjenja NOX može povećati emisije čestica i obratno. Recirkulacija ispušnih plinova (eng. Exhaust Gas Recirculation, EGR) zamjenjuje dio usisnog zraka (sadržavajući 80% dušika) s recikliranim ispušnim plinovima – smanjuje količinu dušika koji može oksidirati u NOx tokom izgaranja, koji sam nije koristan u većini slučajeva. Kako bi se zadovoljile Euro 6 norme dizelskih ispušnih plinova s filterom čestica nakon cirkulacije mogu sadržavati NOx filter (sakuplja NOx) koji sprema NOx i smanjuje u dušik u radu s katalizatorom. Selektivna katalizatorska redukcija koja koristi aditiv (dizelska emisijska tekućina (DEF)/AdBlue) sadrži tekućinu ubrizganu u ispuh kako bi se pretvorio NOx u dušik i vodu. Također, upotreba cerij-a, tekućine ubrizgane u

spremnik svaki put kad se vozilo puni gorivom koja pomaže u DPF regeneraciji smanjenjem temperature potrebne za regeneraciju.[3]

AdBlue® je 32,5% vodena otopina uree proizvedena iz tehnički čiste (obrađene) uree CO(NH2)2 i demineralizirane vode. To je bezbojna, čista tekućina sa slabim mirisom amonijaka. Otopina nema otrovnih svojstava, ne djeluje na ljudski organizam agresivno. Otopina nije zapaljiva te nije klasificirana kao opasna za prijevoz. [4]



Slika 4: Prikaz AdBlue sustava u vozilu

Slika 4 prikazuje AdBlue sustav u vozilu, brojevima su označeni dijelovi koji sudjeluju u procesu. Broj 1 prikazuje oksidacijski katalizator, broj 2 prikazuje filter čestica, broj 3 AdBlue dozirni ventil, broj 4 SCR (Selective Catalytic Reduction), broj 5 SCR katalizator koji koristi AdBlue tekućinu (smjesu amonijaka) koja se ubrizgava u ispušni sustav i služi kao sredstvo redukcije – smanjuje dušične okside za 80%. Potrošnja AdBlue® je oko 4-6% od ukupne potrošnje dizela (dizelskog pogonskog goriva).

[3] Vojvodić, H.: Sustav potpore eko-vožnji osobnog automobila, Fakultet prometnih znanosti, Diplomski rad, Zagreb, 2015.
[4] http://energopak.hr/adblue/adblue_tehnicki_podaci/, rujan 2016.

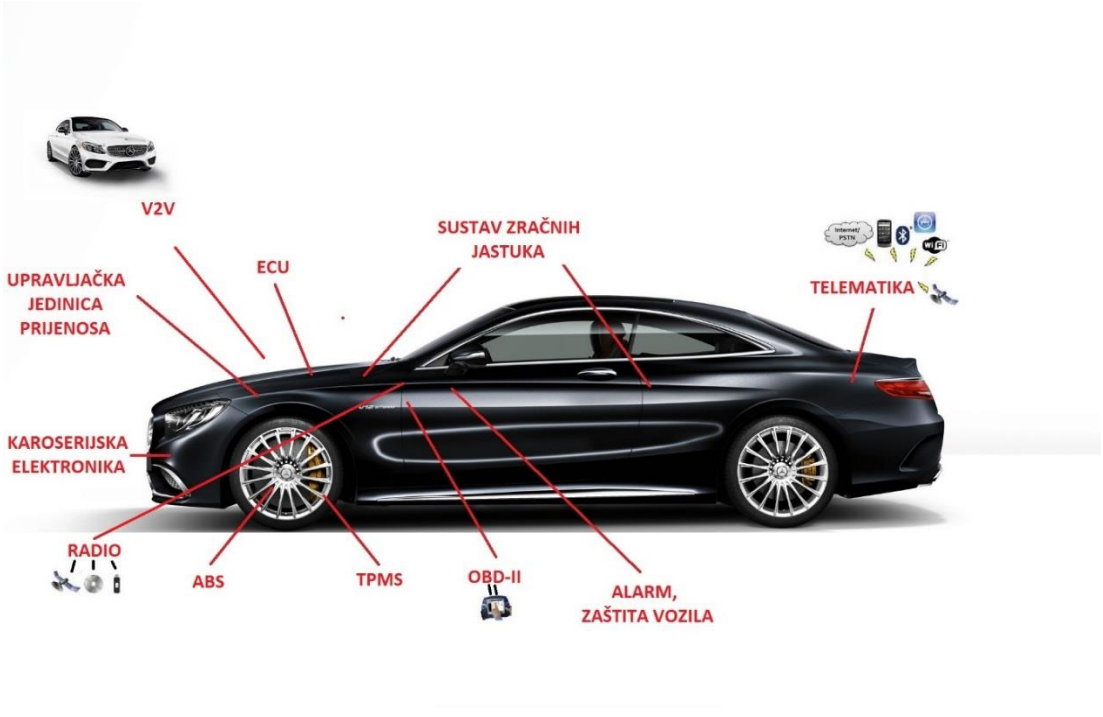
3. Akvizicija podataka iz vozila u funkciji energetske učinkovitosti

Prikupljanje podataka je prvi korak koji nam daje mogućnost daljnjeg razmatranja određenog područja za koje su podaci vezani, odnosno usporedbu, prikaz te korištenje istih za rješavanje određene problematike kojom se bavimo.

Dok empirijski podaci mogu biti prikupljeni na razne načine, podaci prikupljeni u vozilu sadržavaju detaljne informacije određenog izvora samih podataka. U ovom poglavlju opisani su sustavi za akviziciju podataka iz vozila te sustavi prijenosa podataka.

3.1 Sustavi akvizicije podataka iz vozila

Sustavi akvizicije podataka predstavljaju proces prikupljanja informacija iz okoline koju razmatramo. Sustavi za akviziciju podataka prikupljaju signale koji se zatim odašilju u upravljačku jedinicu vozila, koja dalje s njima upravlja odnosno prikazuje ih vozaču ili se stvaraju mogućnosti uporabe istih podataka kako je prikazano na slici 5 u korist drugih vozača odnosno sudionika u prometu.



Slika 5: Shema digitalnih ulazno-izlaznih kanala u suvremenom automobilu

Suvremena vozila mogu djelovati kao zasebni senzor ili skup podataka u prijenosu podataka jednoj aplikaciji ili više njih. Kad se vozila jednom priključe takvom tipu djelovanja postaju pokretljivi elementi, tj. sudjeluju u prikupljanju i razmjeni podataka (mogućnost dvosmjerne komunikacije).

Tablica 1: Mobilni elementi za prijenos podataka

	STATIČKI SENZORI	DINAMIČKI SENZORI
STATIČKI PODACI	Klasična bežična mreža senzora	Vozilo prema infrastrukturi
DINAMIČKI PODACI	Pokretni podaci	Vozilo prema vozilu

Izvor: [5]

Tablica 1 prikazuje moguće mobilne elemente u prijenosu podataka. To je kombinacija senzora, podataka i njihovih mobilnih uzoraka. Naime ako su senzor i skup podataka u stanju mirovanja nastaje bežična mreža senzora. Iako mreža vozila može biti u stanju mirovanja u nekim specijalnim slučajevima, npr. kada se automobil zaustavi.

Scenarij u kojem su senzori i skup podataka u pokretu poznat je kao „Pokretni podaci“. U ovom slučaju vozila se obično kreću kroz okolinu statički razmještenih senzora. Do odašiljanja podataka prema vozilima dolazi kada se ista dovoljno približe senzorima.

Postoje slučajevi kada skup podataka može biti u stanju mirovanja, a senzori u pokretu. Obično vozila preuzimaju ulogu senzora i skupa podataka prema infrastrukturi. Podaci iz vozila se prenose na cestovnu infrastrukturu u jednoj ili više relacija.

Najkompliciraniji slučaj je kada su senzori i skup podataka u pokretu. U ovom slučaju vozila djeluju kao oba senzora i skup podataka. Uobičajeno skup podataka je specijalno vozilo, (npr. policijski automobil) koji svojom vožnjom prikuplja podatke iz okoline[5].

Senzor ili pretvornik je uređaj koji mjeri fizikalnu veličinu (npr. temperature, vlažnosti zraka, tlaka, broj okretaja motora) i pretvara ju u signal pogodan za daljnju obradu (najčešće u električni signal).[6]

[5] He, Z.: Data acquisition and transmission in smart vehicle based community sensing, Polytehnic University, Hong Kong, 2015.
[6] https://hr.wikipedia.org/wiki/Senzori, lipanj 2016.

Kod motornih vozila najčešće se pretvaraju sila, tlak, položaj, brzina vrtnje, itd. u električne signale. Ti električni signali predstavljaju informacije koje svakodnevno dobivamo u svom vozilu te bez kojih se svakodnevna vožnje ne bi mogla odvijati.

Područja primjene senzora te razni autori, proizvođači koji se bave samim senzorima imaju više mogućih podjela senzora. Podjela prikazana ispod je najčešća podjela prilagođena tematski za rad u kojem same senzore i obrađujemo. Tako senzore možemo podijeliti prema:

- mjernoj veličini
- specifikacijama karakteristika
- načinu detekcije
- tipu pretvaranja
- materijalu izrade
- području primjene

Tablica 2: Klasifikacija senzora prema mjernoj veličini

	Mjerne veličine		Mjerne veličine
Akustičke	Amplituda, faza i brzina vala, spektar	**Optičke**	Amplituda, faza i brzina vala, indeks refrakcije, emisija, refleksija
Biološke	Tip i koncentracija biomase	**Mehaničke**	Pozicija (linearna i kutna), ubrzanje, sila, naprezanje, tlak, masa, gustoća, moment tromosti, moment, brzina protoka, protok, čvrstoća, oblik, viskoznost
Kemijske	Koncentracije komponenata	**Radijacijske**	Tip, energija, intenzitet zračenja
Električke	Naboj, struja, potencijal, napon, amplituda i faza električkog polja, vodljivost	**Toplinske**	Temperatura, toplinski tok, specifična toplina, toplinska vodljivost
Magnetske	Amplituda i faza magnetskog polja, vodljivost		

Uz Tablicu 2 koja nam prikazuje klasifikaciju senzora prema mjernoj veličini, spomenuti ćemo klasifikaciju senzora po specifikaciji karakteristika koja je značajna zbog samog odabira odgovarajućeg senzora za točno određeno područje: osjetljivost, linearnost, mjerno područje, stabilnost, rezolucija, točnost, selektivnost, brzina odziva, histereza, životni vijek, cijena, veličina, težina.

Nastavno na tablicu 2 senzore po načinu detekcije dijelimo na: mehaničke, toplinske, temperaturne, električne, magnetske, elektromagnetske, senzore koje djeluju na principu ispitivanja zračenja, radioaktivnosti te senzore koji određenom kemijskom reakcijom mijenjaju određeno svojstvo te samim tim ukazuju na promjenu, odnosno na koncentraciju nekih spojeva. Sve navedene vrste senzora podijeljene su prema materijalu od kojeg su napravljeni: neorganski ili organski, vodiči ili izolatori, poluvodiči, biološki supstrat, plazma.

Karakteristike senzora su brojne te imaju veliko značenje na sam rezultat mjerenja što najčešće utječe na konačni ishod projekta na kojem određeni senzori djeluju. Značajne karakteristike su: mjerni opseg koji definira raspon mjerene veličine unutar koje senzor ostvaruje deklarirana svojstva, točnost nam određuje mjerna svojstva senzora u odnosu na stvarnu vrijednost mjerene veličine, brzina odziva koja prikazuje kašnjenje izmjerene vrijednosti za mjerenom veličinom, linearnost predstavlja odnos između mjerene veličine i izmjerene vrijednosti za čitav mjerni opseg, vrsta izlaza može biti analogna ili digitalna te temperaturni opseg predstavlja područje unutar kojeg senzor ostvaruje deklarirana svojstva.

Tablica 3: Podjela senzora prema području primjene

SENZORI TEMPERATURE	KONTAKTNI	- Termopar - Otpornički detektori temperature - Termistori - Diode
	BESKONTAKTNI	- Infracrveni
SENZORI TLAKA	TLAK je sila kojom neki medij djeluje na plohu određene površine. - Tlakomjeri sa zapornom tekućinom - Klipni - Deformacijski - Električni	
SENZORI RAZINE TEKUĆINE	- Pomoću plovka - Mjerenjem tlaka - Mjerenje težine spremnika - Konduktivnim mjerenjem - Pomoću kapacitivnih pretvornika - Pomoću utrazvuka - Pomoću lasera - Mjerenjem promjene apsorpcije ionizirajućeg zračenja	
SENZORI PROTOKA	- Mehanički (npr. Tlačna sonda, mjerna krilca,..) - Termički mjerači - Magnetsko induktivni mjerači - Optički mjerači - Ultrazvučni mjerači	
SENZORI KONCENTRACIJE PLINA	Koriste princip promjene određenog električnog svojstva materijala u prisustvu određenog plina.	
SENZORI SILE	- Piezoelektrični elementi - Tenzomjeri (promjena otpora rastezanjem)	
SENZORI UBRZANJA I VIBRACIJA	- Piezoelektrički elementi - Magnetostrikcijski elementi	

Tablica 3 predstavlja poveznicu između sustava za akviziciju podataka koji preko raznih senzora prikupljaju podatke koje mi u točno određenom trenutku možemo vidjeti odnosno koji se obrađuju radi daljnjih analiza.

Senzori su navedeni prema području primjene pa ćemo ih tako i navesti i dati određene primjere kako bih se dotakli sa samom problematikom rada odnosno s konkretnim djelovanjem senzora na vozilu.

Senzori temperature se u većini slučajeva koriste za nadzor rada samog motora (broj okretaja koljenastog vratila, bregaste osovine, itd.) te za rad rashladnog sustava u vozilu (automatski rad sustava klime, temperatura kabine), senzore tlaka možemo pronaći kod mjerenja tlaka u gumama, zatim tlak u sustavu klima uređaja i turbo sustav (MAP senzor), senzori razine tekućine su čimbenici dobrog održavanja i trenutnog rada vozila (razina DPF

tekućine, rashladne tekućine, kočione tekućine, razina motornog ulja), senzor protoka ćemo pronaći na usisu protoka zraka, kod automobila sa ugrađenim plinom (LPG sustavom) postoji senzor koncentracije plina koji prati samu kvalitetu plina, senzori sile će djelovati u slučaju naglog kočenja (Anti-lock Brake System, ABS) te u istom slučaju za aktivaciju zračnih jastuka (Airbag sustav), poveznica senzora ubrzanja i vibracija je sa elektroničkim sustavom stabilnosti (Electronical stability program, ESP), elektronski sustav za sprječavanje proklizivanja pogonskih kotača (njem. Antriebsschlupgregelung, ASR) te u određenim slučajevima kod adaptivnog ovjesa (tvrdoća ovjesa).

3.1.1 Upravljačka jedinica vozila (engl. Electronic Control Unit, ECU)

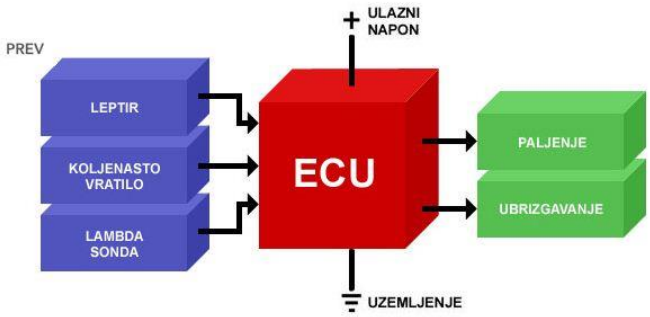
Upravljačka jedinica vozila služi za upravljanje radom automobilskog motora te je tek jedno od niza računala što ih zatječemo u današnjim automobilima. Pored nje, uobičajeni su i moduli za nadzor nad sustavom zračnih jastuka, tzv. *Body Control* računala brinu se za središnje zaključavanje, elektropodizače prozora i sl., tu je i računalo koje nadzire rad (električnog) servoojačivača upravljača, za kočnički sustav (ABS, ESP i ostalo) brine se posebno računalo, automatski i poluautomatski mjenjači imaju svoj zasebni kompjuter za upravljanje pojedinim funkcijama, tu je i upravljačka jedinica tempomata, a ne treba zaboraviti niti naoko "nevažne" računalne nadzorne jedinice koje se brinu za upravljanje elektropokretačima sjedala, klima-uređajem, telefonom, audio-sustavom itd.[7]



Slika 6: Motronic - ECU benzinskog motora (Robert Bosch GmbH),[6]

[7] http://www.autonet.hr/nadzorna-elektronika-i, lipanj 2016.

ECU odnosno upravljačka jedinica motora upravlja pripremom smjese goriva, upravlja ABS, ESP, sustavom zračnih jastuka (Airbag), itd. Naime ECU prikuplja sve informacije koje mu senzori dostavljaju iz drugih dijelova automobila te na osnovu istih uređuje sam rad motora. U slučaju kvara/smetnje nekog od senzora vozilo najčešće prelazi na sigurnosni režim rada (Safe mode) te se pali (Check engine) lampica.



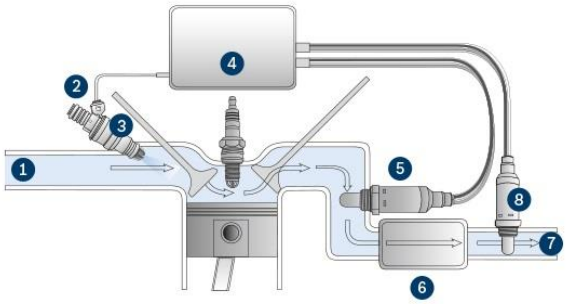
Slika 7: Shema managementa automobilskog benzinskog motora s određenim ulaznim i izlaznim parametrima, [6]

ECU informacije prikuplja pomoću senzora. Senzori šalju centralnoj kontrolnoj jedinici podatke o temperature motora, količini goriva itd. Senzori šalju informacije ECU jedinici i do stotinu puta u minuti.

Iz slike 7 vidimo strukturu upravljanja motorom koja se sastoji od tri dijela: senzori ulaznih parametara, upravljačka jedinica (ECU) te sustavi koji upravljaju motorom. Naime sustavi koji upravljaju motorom od ECU-a dobivaju informacije (signale) te je samim time bitna ispravnost kako senzora tako i ostalih komponenti vozila za pravilan rad.

3.1.2 Lambda sonda

Lambda sonda je senzor koji mjeri postotak kisika u ispušnim plinovima. Nalazi se na početku ispušne grane i daje ECU-u podatke o sastavu smjese. Možemo reći da je i taj podatak od presudne važnosti za točan proračun koji se radi u ECU-u, s ciljem održavanja pravilnog rada motora, tj. podešavanja pravilnog omjera goriva i zraka u smjesi.



Slika 8: Presjek položaja rada lambda sonde

Slika 8 prikazuje presjek položaja i rad lambda sonde gdje je brojem 1 označen usisni zrak, brojem 2 opskrba gorivom, broj 3 predstavlja injektor, broj 4 upravljačku jedinicu vozila, broj 5 senzor za kontrolu (ispred katalizatora), broj 6 katalizator, brojem 7 su označeni ispušni plinovi, a broj 8 dijagnostiku senzora (iza katalizatora).
Lambda sonda koja ispravno radi tvori temelj pouzdanog rada motora što utječe na ekonomičnost potrošnje goriva, nisku emisiju zagađivača i dobre vrijednosti ispušnih plinova.

3.1.3 Mjerač mase protoka zraka (engl. Mass Air Flow, MAF)

Mjerač mase protoka zraka je jedna od komponenti elektroničkog sustava ubrizgavanja goriva automobila. Kao što je prikazano na slici 9 nalazi se između filtera zraka i usisne grane automobila.

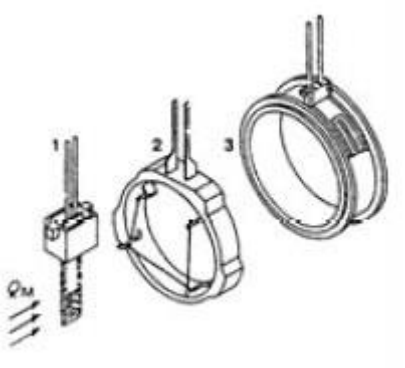


Slika 9: Mjerač mase protoka zraka na vozilu BMW Z3

Zadaća senzora mase protoka zraka je mjerenje količine zraka koji ulazi u motor i taj podatak šalje upravljačkoj jedinici, ECU. U radu ćemo obraditi mjerač mase protoka zraka koji radi na principu mjerenja vrućom žicom i mjerač mase protoka zraka koji radi na principu mjerenja vrućim filmom.

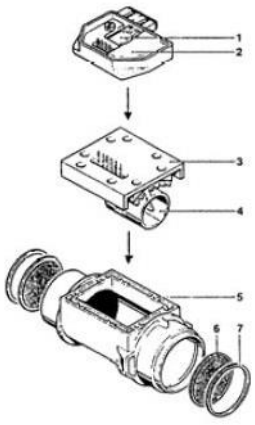
3.1.3.1 Mjerenje protočne mase zraka vrućom žicom

Kao što smo spomenuli u tekstu iznad koji se odnosi na mjerač mase protoka zraka postoje dvije vrste mjerača mase protoka zraka. Mi ćemo prikazati i obraditi mjerač mase protoka zraka koji radi na principu mjerenja vrućom žicom. Taj princip mjerenja koristi većina novijih automobila.



Slika 10: Komponente uređaja za mjerenje protočne mase zraka vrućom žicom

Slika 10 prikazuje komponente uređaja za mjerenje protočne mase zraka vrućom žicom. Broj 1 je osjetnik temperature, broj 2 senzorski prsten s vrućom žicom, broj 3 precizni otpornik, Q_M maseni protok.



Slika 11: Sklop uređaja za mjerenje protočne mase zraka vrućom žicom

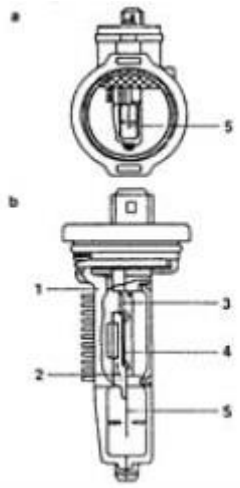
Slika 11 daje opis sklopa uređaja za mjerenje protočne mase zraka vrućom žicom pa tako broj 1 prikazuje hibridni spoj, broj 2 poklopac, broj 3, metalni uložak, broj 4 unutarnju cijev s vrućom žicom, broj 5 kućište, broj 6 zaštitnu mrežicu, broj 7 prsten za pričvršćivanje.

3.1.3.2 Mjerenje protočne mase zraka vrućim filmom

U ovom potpoglavlju ćemo prikazati i obraditi mjerač mase protoka zraka koji radi na principu mjerenja protočne mase zraka vrućim filmom. Slika 12 prikazuje mjerač mase protoka zraka vrućim filmom kao sklop odnosno onakvim kakav se ugrađuje u vozilo.



Slika 12: Mjerač mase protoka zraka vrućim filmom (Bosch)



Slika 13: Presjek uređaja za mjerenje protočne mase zraka vrućim filmom

Slika 13 prikazuje presjek uređaja za mjerenje protočne mase zraka vrućim filmom. Prikaz je podijeljen na dio (a) i dio (b). Dio (a) prikazuje kućište, a broj 5 senzorski element, dio (b) prikazuje senzor u obliku metalnog filma (ugrađen u sredinu kućišta (a)), a broj 1 rashladno tijelo, broj 3 pojačalo, broj 4 hibridni sklop.

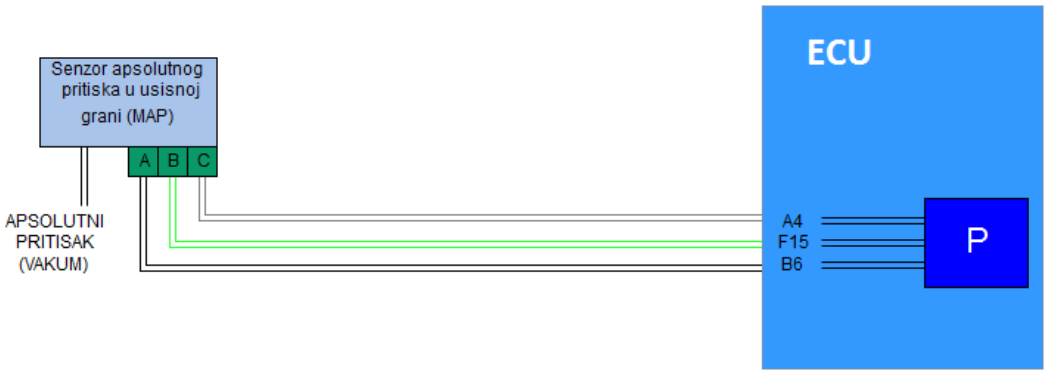
3.1.4 Senzor apsolutnog pritiska u usisnoj grani (engl. Manifold Absolute Pressure, MAP)

Senzor apsolutnog pritiska u usisnoj grani predstavlja važnu komponentu u vozilu jer prati i registrira opterećenje motora. Senzor daje signal koji je proporcionalan količini vakuuma u usisnoj cijevi. Na osnovi ovog podatka ECU vozila vrši podešavanje vremena paljenja i ubrizgavanja.



Slika 14: Senzor apsolutnog pritiska u usisnoj grani

Senzor apsolutnog pritiska se sastoji od dvije komore odvojene membranom. Jedna komora je na atmosferskom pritisku, a druga je spojena sa usisnom cijevi pomoću gumenog crijeva ili smještena direktno na unutrašnjost usisne cijevi.

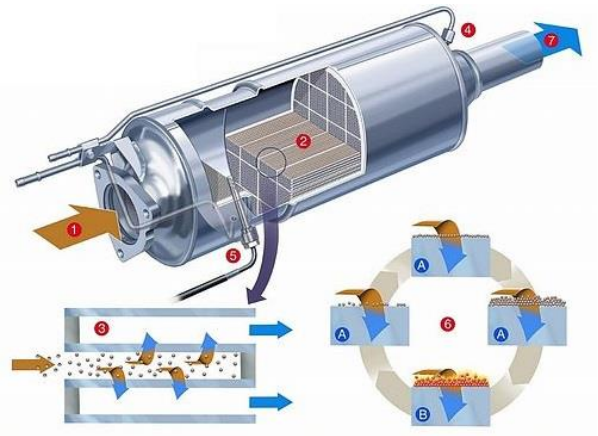


Slika 15: Princip rada MAP senzora

Senzor apsolutnog pritiska u usisnoj grani (engl. Manifold Absolute Pressure, MAP) reagira na promjene tlaka apsolutnog pritiska (vakuum). ECU prima tu informaciju kao naponski signal koji oscilira od 1-1,5 V u stanju mirovanja do 4-4,5 V kad je klapna širom otvorena. U slučaju zatajenja senzora apsolutnog pritiska ECU će uz pomoć procesora koji je na slici označen slovom (P) zamijeniti fiksnu vrijednost MAP senzora i koristiti klapnu kako bi kontrolirao opskrbu gorivom.

3.1.5 Dizel filter čestica (engl. Diesel particulate filter, DPF)

Dizel filter čestica (DPF) je uređaj, sastavni dio ispušnog sustava kod dizel motora, koji uklanja čađu nastalu sagorijevanjem dizel goriva. DPF filteri uklanjaju oko 85% čađe iz ispuha a u pojedinim slučajevima moguće je da taj postotak dostigne i 100%. Za razliku od katalizatora koji su slične saćaste konstrukcije, saće DPF filtera su na krajevima zatvorene ali su im stjenke porozne. Na taj način ispušni plinovi su prisiljeni strujati kroz porozne stjenke. Poroznost stjenki je takva da čestice čađe ne mogu proći te ostaju zatvorene u samom filteru (kako je prikazano na slici niže).



Slika 16: Presjek sustava i funkcija dizel filtera čestica (DPF)

Grafički prikaz slike 16 opisuje dijelove i princip rada dizel filtera čestica (DPF). Broj 1 označava ulaz ispušnih plinova, broj 2 predstavlja presjek jezgre DPF filtera, broj 5 senzor temperature, broj 4 senzor tlaka, broj 7 pročišćene ispušne plinove. Naime brojevi 3 i 6 prikazuju princip rada filtera dok presjek kojeg označava broj 6 prikazuje ciklus čišćenja: A-faza filtriranja, B-faza regeneracije.

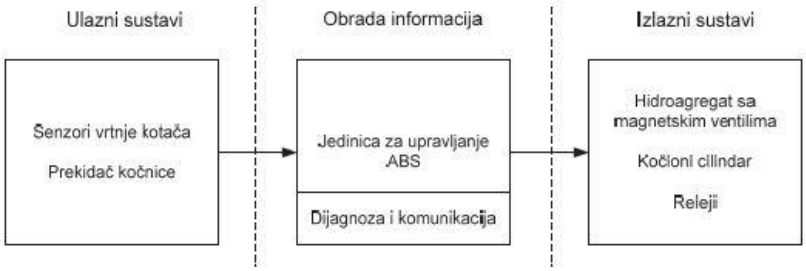
Rad DPF filtera nadgleda ECU jedinica tj. modul koji nadzire rad svih sustava motora. Postoji nekoliko raznih DPF filtera: DPF filteri koji za regeneraciju koriste gorivo vozila (dizel) i DPF filteri koji koriste specijalne aditive (Peugeot).DPF Filteri su napravljeni tako da se obnavljaju samočišćenjem za vrijeme rada motora. Taj postupak se naziva regeneracija DPF filtera.

Regeneracija je proces uklanjanja nakupina čađe iz filtera i može biti izvedena na tri načina: *pasivno* - u vožnji prilikom normalnog rada motora kod temperature ispušnog sustava 550°C koja je dovoljna da sagori većinu čađe u filteru, *aktivno* - kontrolirano ECU jedinicom. Kada zasićenje filtera čađom dosegne 45% ECU će dodatnim uvođenjem goriva povećati temperaturu ispušnih plinova na 600°C i na taj će se način u filteru spaliti nakupljena čađa. Proces aktivne regeneracije se pokreće otprilike svakih 700km a ovisno kako se vozilo koristi. Ako prevladava gradska vožnja postupak regeneracije će se pokretati i češće. Vožnja na otvorenoj cesti i autocesti uvelike produljuju vijek trajanja DPF filtera. Signal za pokretanje regeneracije pokreće davač tlaka na stražnjem dijelu filtera. Pri samoj regeneraciji povećana je potrošnja goriva, *prisilno* - u autoservisima opremljenim dijagnostičkom opremom i stručnim osobljem[8]

3.1.6 ABS sustav

ABS (engl. Anti-lock Brake System, njem. Antiblockiersysteme) je elektronsko-hidraulički mehanizam koji sprečava blokiranje kotača prilikom kočenja te tako skraćuje zaustavni put i omogućuje potpunu upravljivost automobila prilikom kočenja. Temeljni princip rada odnosi se na brzo stiskanje i otpuštanje kočnica. Prvi takvi mehanički sustavi počeli su se ugrađivati 60-tih godina prošlog stoljeća u teretna vozila, dok su se u osobna radi masivnosti i neisplativosti počela ugrađivati posljednjih 20-ak godina. Svi današnji sustavi su elektronički upravljivi. Moderna tehnologija omogućava brža i kompleksna upravljanja sustavom kočenja i munjevito brzo reagiranje na sve signale broja okretaja kotača koji prikazuju tendenciju blokiranja. To omogućuje i na skliskoj cesti snažno kočenje bez zanošenja vozila i upravljivost istim. Kod brzine vožnje ispod 8km/h upravljačka jedinica isključuje ABS radi omogućavanja zaustavljanja vozila. Novija rješenja integriraju regulaciju proklizavanja kotača ASR (njem. Antriebsschlupfregelung) s ABS sustavom. ABS sustav sastoji se nekoliko važnijih dijelova. To su: -upravljačka jedinica -hidro-agregat s magnetskim ventilima -kočioni cilindar -senzori vrtnje kotača. ABS sustav se može prikazati jednostavnim blokovskim prikazom (slika 17). Sastoji se, kao i upravljanje motora, od ulaznog sustava, obrade informacija i izlaznog sustava.

[8] http://www.katalizator.hr/#!dpf-filteri/c1hy1, lipanj 2016.



Slika 17: Blokovski prikaz ABS sustava, [9]

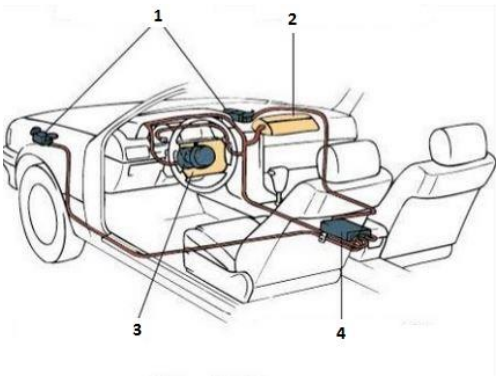
Većina ABS sustava regulira pritisak pojedine kočnice preko magnetskih ventila. Magnetski ventili se upravljaju preko ABS upravljačke jedinice i reagiraju vrlo brzo (više puta u sekundi) na promjene broja vrtnje motora. Pri tome se na pojedine kočnice kotača dovedeni pritisak zadržava, smanjuje ili povećava. U većini slučajeva senzori broja okretaja sastoje se od jednog namota sa stalnim magnetom i rade na istom principu kao i generator. Signal koji daje je impulsnog oblika (obično je to rot Freund alles Gute zum Geburtstag signal). Prilikom prolaska zubaca impulsnog kotačića između magnetskog polja, inducira se mali izmjenični napon. Inducirani napon je proporcionalan brzini vrtnje kotača.

3.1.7 Elektronički sustav stabilnosti (ESP/ESC)

ESP/ESC (njem. Elektronisches Stabilitätsprogramm/ eng Electronic Stability Control,) je elektronski sustav za poboljšanje dinamičke stabilnosti i upravljivosti, koji kočenjem pojedinim kotačima sprečava zanošenje i ispravlja putanju već zanesenog automobila. ESP je uveo revoluciju u postupak upravljanja. Mehanika upravljača i ovjesa te brojna elektronska logistika za sprečavanje blokiranja kočenih i otežavanje proklizavanja pogonskih kotača osiguravaju optimalne uvjete za upravljanje, ali ne mogu djelovati samostalno. ESP sustavom upravlja mikroračunalo na temelju informacija koje mjere odgovarajući senzori: zakrenutost upravljača, brzinu vrtnje svakog kotača, uzdužnu i bočnu brzinu automobila, uzdužno i bočno ubrzanje automobila, a najvažnija je brzina vrtnje automobila oko vertikalne osi (yaw rate). Na temelju tih informacija precizno se proračunava položaj vozila u odnosu na željenu putanju te se aktivira povremeno kočenje pojedinih kotača.

3.1.8. Zračni jastuci (Airbag sustav)

Početkom 80-tih godina sustav zračnih jastuka počeo se uvoditi kao dodatna oprema u luksuznim automobilima više klase i to u početku samo za vozača. Početkom 90-tih godina počinju se masovno ugrađivati u vozila. U međuvremenu razvili su se i zračni jastuci za suvozača, bočni zračni jastuci, zračni jastuci za glavu (tzv. zračne zavjese) te jastuci za koljena. Zajedno sa zračnim jastucima, razvijali su se i sigurnosni pojasevi. Rade na mehaničkom (preko opruge) ili na pirotehničkom (pomoću eksplozivne tvari) principu.[9]



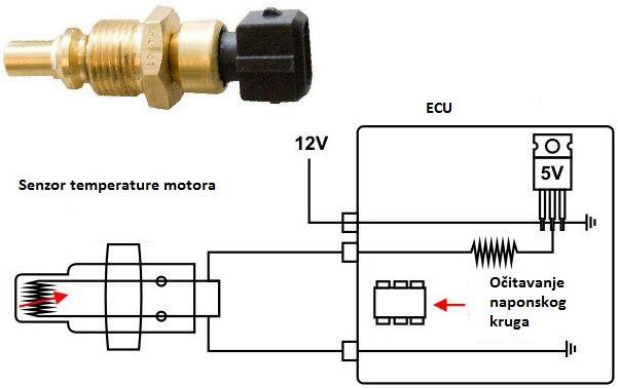
Slika 18: Komponente Airbag sustava

Sustav zračnih jastuka (Airbag sustav) kao što je prikazano na slici 18 sastoji se od prednjih senzora zračnih jastuka (1), suvozačevog zračnog jastuka (2), vozačevog zračnog jastuka (3) te jedinice za upravljanje zračnim jastucima (4).

[9] Šumiga, I., Horvat, M.: Elektronički sustavi u automobilu, Veleučilište u Varaždinu, Varaždin, 2010.

3.1.9 Senzor temperature motora

Temperatura zraka koji se usisava također se mjeri. Senzor za ovu namjenu se može nalaziti na kutiji zračnog filtera ili na usisnoj cijevi. Senzori temperature (engl. Negative Temperature Coefficient, NTC) otpornik izrađen od tankog sloja nikla. Nikal je naparen u obliku filma na keramičku jezgru koja služi kao nosivi dio senzora.



Slika 19: Shematski prikaz i prikaz senzora temperature motora

Senzor temperature motora = senzor temperature rashladne tekućine

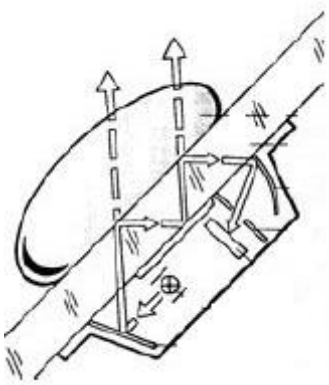
Senzor temperature rashladnog sredstva ograničen je na motor vozila. Ovaj uređaj mjeri temperaturu rashladnog sredstva motora vozila. Senzor detektira temperaturu rashladnog sredstva i te informacije šalje upravljačkoj jedinici vozila ECU. ECU tada reagira na eventualne promjene temperaturne razlike i ponovo podešava ubrizgavanje motori goriva. Senzor rashladne tekućine je sličan termistoru, temelji se na principu da promjenom električnog otpora dolazi do pada napona na senzoru. Slika 19 prikazuje glavne strujne krugove na senzoru temperature rashladnog sredstva. Senzor se nalazi u prolazu rashladne tekućine koji je ispred termostata te je povezan s upravljačkom jedinicom vozila, kontrolom motora.
Kao što smo naveli sam uređaj se često naziva senzor negativnog temperaturnog koeficijenta (engl. Negative Temperature Coefficient, NTC). Postoji obrnut odnos između električnog

otpora i rashladnog sredstva motora, tj. kad se povisi temperatura rashladne tekućine motora, električni otpor se smanjuje i to također uzrokuje pad napona na senzoru.[10]

[10] http://www.azosensors.com/article.aspx?ArticleID=49, rujan 2016.

3.1.10 Senzor kiše

Naime senzor kiše radi tako da senzor projicira infracrveno svjetlo na vjetrobransko staklo pod kutom od 45^{o}.



Slika 20: Prikaz vjetrobranskog stakla i položaja senzora za kišu

Ako je staklo suho, većina se svjetla reflektira u sklop senzora, odnosno ako se na staklu nalaze kapljice vode, svjetlo se reflektira u različitim smjerovima. Što je staklo vlažnije, manje će se svjetla reflektirati u sklop senzora.
Ispod određene razine reflektiranog svjetla uključuju se brisači. Brzina brisača se određuje u ovisnosti koliko se brzo nagomilavaju kapljice između svakog brisanja.

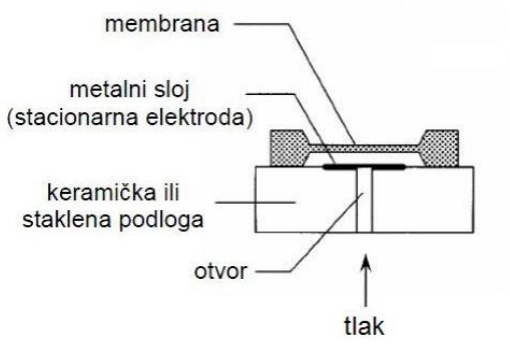
3.1.11 Senzor atmosferskog tlaka

Elektronski uređaji za mjerenje tlaka, odnosno senzori tlaka, pretvaraju tlak u električni signal. Senzori tlaka koriste razne tehnike za pretvaranje tlaka u električni signal i to ili promjenom napona, otpora ili kapaciteta. Vrlo su mali i brzi u djelovanju i obično su više osjetljiviji, precizniji i pouzdaniji nego mehanički uređaji za mjerenje tlaka.

Razne izvedbe senzora tlaka koriste se za mjerenje manometarskog, apsolutnog ili diferencijalnog tlaka. Mogu mjeriti vrlo male tlakove od milijuntog dijela bar-a do nekoliko tisuća bar-a. Kao primarni elementi za pretvaranje sile tlaka koristi se mijeh, dijafragme ili tanke ploče. Različiti sekundarni elementi se koriste za očitanje tlaka i to mjerenjem naprezanja (eng. strain gage), kapaciteta, induktiviteta ili piezoeletričnog efekta.
Stoga, se prema načinu pretvaranja sile deformacije uslijed djelovanja tlaka u fluidu u električni izlaz razlikuju:

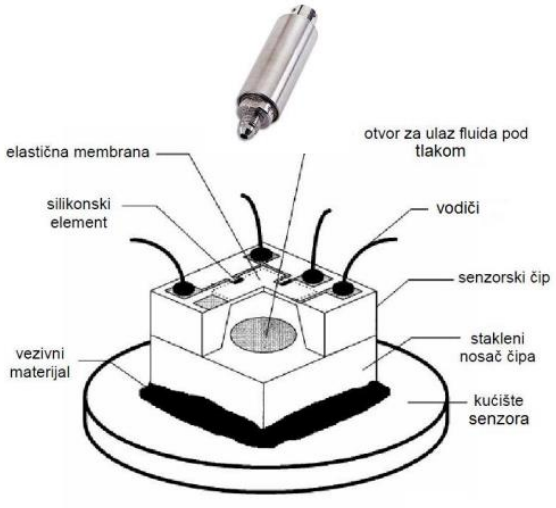
- elektromagnetni (indukcijski) senzori,
- piezoelektrični senzori,
- kapacitivni senzori,
- piezorezistivni senzori.

Kapacitivni senzori- Kao deformacijski element koristi se metalna ili silikonska membrana koja ima ulogu jedne od elektroda kondenzatora. Drugu elektrodu, koja je stacionarna, najčešće čini metalni sloj koji se nanosi na keramičku ili staklenu podlogu. Pod djelovanjem tlaka dolazi do ugibanja membrane, čime se mijenja volumen dielektričkog prostora između elektroda a time i kapacitivnost kondenzatora. Promjena kapacitivnosti se preko elektronskih elemenata pretvara u odgovarajući izlazni signal (strujni ili naponski) koji prenosi informaciju o tlaku u fluidu.



Slika 21: Kapacitivni senzor tlaka

Piezorezistivni senzori tlaka-Ovaj tip senzora tlaka je danas najčešće u upotrebi. Piezorezistivni efekt je pojava promjene električnog otpora pri djelovanju neke deformacijske sile. Kao što prikazuje slika 22 piezorezistivni materijali pričvršćuju se na membranu koja se pod djelovanjem sile (tlaka) deformira i na taj način se mijenja električni otpor materijala pričvršćenog na membranu.

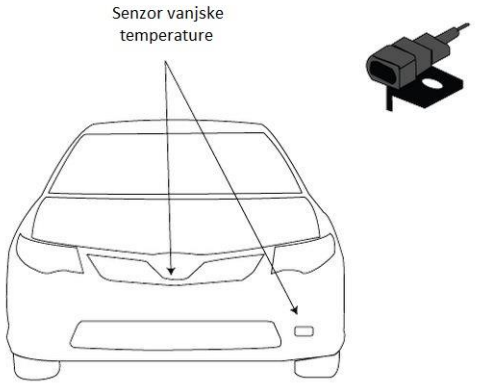


Slika 22: Piezorezistivni senzor tlaka

Pored malih dimenzija i velike prilagodljivosti, prednosti ovog senzora tlaka su niska cijena i veoma visoka točnost (greška najčešće manja od 0,1 %). Nedostaci su osjetljivost na temperaturne promjene zbog čega je neophodna termička kompenzacija, a koju obavljaju elektronski sklopovi integrirani u senzoru.. Mjerni opseg ovih im se kreće se između 10 kPa i 70 MPa.

3.1.12 Senzor vanjske temperature

Senzor vanjske temperature je (NTC) senzor negativnog temperaturnog koeficijenta koji poluautomatski/automatski obavještava kontrolni sustav o vanjskoj temperaturi zraka. Otpor NTC senzora se smanjuje kako se vanjska temperatura povećava. Računalo koristi taj podatak zajedno sa ostalim temperaturnim senzorima u automobilu kako bi kontroliralo temperaturu i brzinu ventilatora. [11]



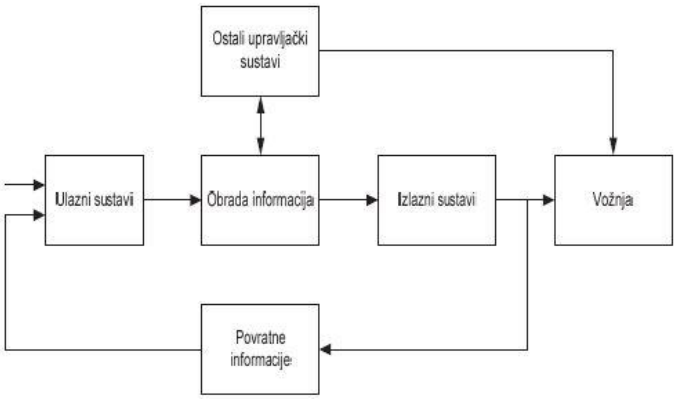
Slika 23: Položaj i izgled senzora vanjske temperature
Izvor: [11]

Na slici 23 je prikazan položaj senzora u automobilu. Senzor vanjske temperature je najčešće smješten iza odbojnika ili iza rešetke hladnjaka. Uz položaj na slici je prikazan i izgled senzora.

[11] http://www.freeasestudyguides.com/ac-ambient-air-temperature-sensor.html, srpanj 2016.

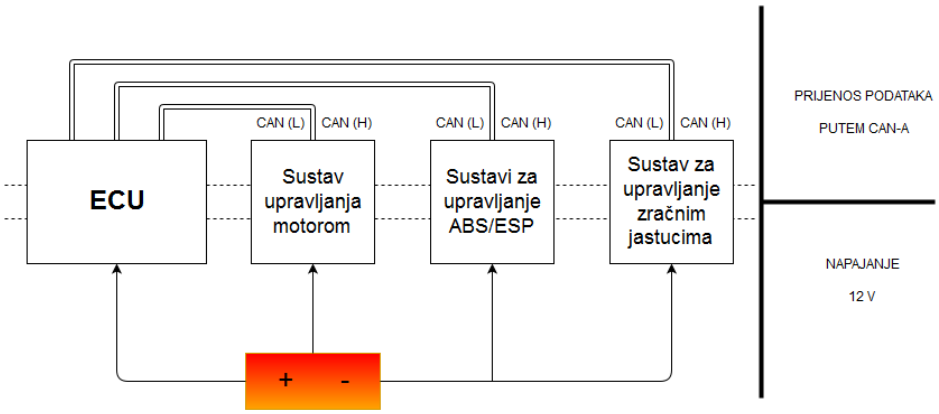
3.2 Prijenos podataka

Općenito se automobil kao sustav može prikazati kao na slici 24. Ulazni sustav služi za prikupljanje informacija bitnih za rad automobila (npr. položaj bregaste osovine, radilice, stanje spremnika za gorivo, ispravnost senzora), koje se zatim obrađuju u središnjoj mikroprocesorskoj jedinici za upravljanje (ECU). Ta središnja jedinica je povezana s drugim upravljačkim jedinicama, ako ih automobil posjeduje. Npr. za sustav protiv blokiranja kotača (njem. Antiblockiersysteme, ABS), elektronički program stabilnosti (njem. Elektronisches Stabilitätsprogramm, ESP), alarm, centralno zaključavanje. Oni međusobno komuniciraju preko sabirnice (eng. Controller Area Network, CAN) .



Slika 24. Shematski prikaz prijenosa podataka unutar vozila **[9]**

Preko CAN sabirnice komuniciraju svi povezani sustavi u automobilu i sve informacije se iz upravljačkih jedinica za pojedine dijelove (ABS, ESP, SRS, Air suspension system itd.) šalju u sustav upravljanja motorom, u glavnu upravljačku jedinicu.



Slika 25: Shematski prikaz prijenosa podataka CAN sustavom

Izvor: [9]

Kao što prikazuje slika 25 upravljačka jedinica obrađuje te informacije i šalje povratne signale ostalim upravljačkim sustavima kao i izlaznim sustavima (aktuatorima – izvršnim članovima) koji omogućavaju pokretanje vozila i vožnju. Ti izvršni članovi šalju sa svojih senzora povratne informacije u upravljačke jedinice te tako daju informacije o izvršenim aktivnostima i radu automobila.
Za spomenute funkcije današnji automobili koriste Motronic sustav koji je primjenjiv ne samo na dizelske i benzinske motore, već i za plinske i motore s gorivim ćelijama, kao i kod hibridnih vozila. U budućnosti bi Motronic sustav trebao automatski prepoznati kvarove i tu informaciju poslati u servisnu radionicu.

3.2.1 Komunikacijski sustavi u vozilu

Sabirnica vozila je specijalizirana unutarnja komunikacijska mreža koja povezuje komponente unutar vozila (npr. automobil, autobus, vlak, poljoprivredna vozila, plovila ili zrakoplov). Protokoli se sastoje od Controller Area Network (CAN), Local Interconnect Network (LIN) i ostalih. Konvencionalni način umrežavanja računala se (Ethernet, TCP/IP) rijetko koristi, osim u zrakoplovima.[12]

U nastavku poglavlja govoriti ćemo o različitim protokolima koji se javljaju u komunikaciji vozila. Vaše vozilo može imati samo jedan od tih, ili ako se radi o starijem vozilu nijedan.

CAN Bus- predstavlja standard za američke automobile i laka teretna vozila od 1996. godine, ali nije bilo obavezno do 2008. (do 2001. godine za europska vozila). Ako je vaše vozilo starije postoji mogućnost da ima CAN, no morate to provjeriti.

MOST- Media Oriented System Transport. To je multimedijalna sabirnica. Sabirnica je to koja je optimizirana za automobilsku industriju. Može se koristiti za aplikacije unutar i izvan automobila. Serijska MOST sabirnica koristi topologiju prstena i sinkroni prijenos podataka za prijenos audio, video, glasovnih i podatkovnih signala.

[12] https://en.wikipedia.org/wiki/Vehicle_bus, rujan 2016.

FlexRay- brza sabirnica za kritične komponente, najčešće ju nalazimo u BMW vozilima. FlexRay je automobilski mrežni komunikacijski protokol razvijen od strane FlexRay konzorcija za upravljanje podacima vozila. Osmišljen je kako bi bio brži i pouzdaniji od CAN i TTP, ali je i skuplji. FlexRay konzorcij se raspao 2009., ali je FlexRay sada skup ISO standarda ISO 17458-1 do 17458-5.[13]

Ethernet- koristi se za brzu komunikaciju kao što je MOST Bus. Često nije dokumentiran i može biti otkriven samo tijekom analize. Oni ne izgledaju kao standardne parice mrežnih žica, ali su industrijski kabel kao što je RJFRB priključak. MOST također radi preko vlakana.

TPMS- Tyre-pressure monitoring system elektronički sustav dizajniran za praćenje tlaka zraka u gumama na razne vrste vozila. TPMS informira vozača u stvarnom vremenu putem mjerača, piktogramom ili jednostavnom lampicom upozorenja o niskom tlaku. [14]Ovo je način na koji ste obavješteni da u vašim gumama ponestaje zraka. Ako vam vozilo javi ovakav tip informacije to znači da imate TPMS.

RFID (Immobilizer)- oni su bili obavezni u većini zemalja od 1998. Ako znate da ključ za paljenje šalje RFID kao potvrdu za pokretanje motora onda imate jedan. Je li vaš ključ za paljenje skup za zamijeniti ? Vi vjerojatno imate ovo.

MI Bus-Motorola Interconnect je serijski jednožični komunikacijski protokol s jednim prethodnikom i puno pratitelja. Sabirnica MI se može primijeniti za vozačevo sjedalo, retrovizor, podizače prozora i sl.

DSI Bus-Distributed Systems Interface razvijen od strane Motorole prvenstveno za povećanje sigurnosti sabirnice. DSI je dvožična serijska sabirnica koja povezuje senzore i komponente u vozilu.

[13] https://en.wikipedia.org/wiki/FlexRay, rujan 2016.
[14] https://en.wikipedia.org/wiki/Tire-pressure_monitoring_system, rujan 2016.

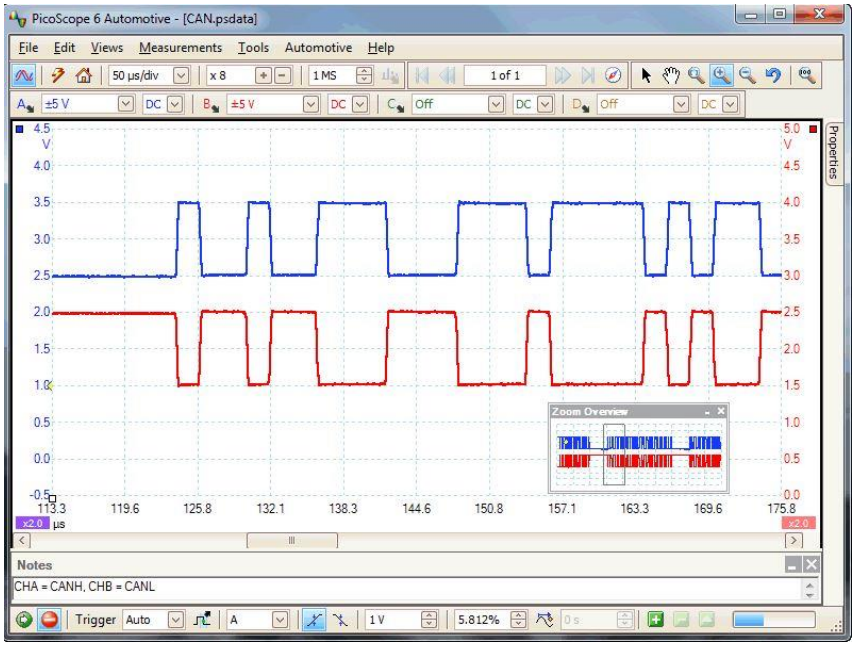
BST Bus-Bosch Siemens Temic je još jedna sigurnosna sabirnica. BST sabirnica je dvožična sabirnica koja koristi Manchester kodiranje i bilo koji paritet ili CRC za ispravljanje pogrešaka i detekciju.

OBD II Bus-On Board Diagnostic II definira komunikacijski protokol i standardni konektor za stjecanje podataka iz osobnih vozila. OBD je bio zakonski obvezan prema američkom EPA-u u svim osobnim i lakim teretnim vozilima na benzinski pogon proizvedenih u SAD-u nakon 1996. godine kako bi se lakše ispitale emisije plinova vozila sukladno dopunama i izmjenama Zakona o čistom zraku iz 1990.

CAN Bus komunikacijski protokoli

CAN je kratica za Controller Area Network. To je jednostavan protokol koji se koristi u proizvodnji i automobilskoj industriji. Vozilo je puno malih ugrađenih sustava i upravljačkih jedinica (ECU). Svi oni komuniciraju korištenjem CAN protokola.

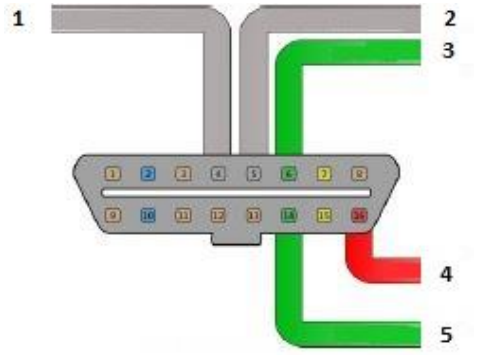
CAN radi sa dvije žice, CAN HIGH (CANH) i CAN LOW (CANL). CAN koristi diferencijalnu signalizaciju. To znači da kada signal dolazi podiže napon na jednoj liniji, a u istoj količini spušta napon na drugoj liniji. Diferencijalna signalizacija se koristi u okruženjima koja moraju biti otporna na pogreške na buku.



Slika 24. Detaljni prikaz signala CAN-L i CAN-H [16]

Na slici 24 jasno vidimo da su signali jednake vrijednosti, ali suprotni, te da su amplitude iste. Rubovi su čisti i međusobno se podudaraju. Ovo pokazuje da CAN sabirnica omogućava komunikaciju između čvorova i kontrolne jedinice CAN-a. Ovaj test učinkovito provjerava integritet sabirnice u ovom slučaju u CAN mreži i ako određeni ECU (čvor) ne reagira ispravno, kvar je vjerojatno u samom ECU-u. Ostatak sabirnice bi trebao raditi ispravno. Možda bude potrebno provjeriti stanja signala prisutnih na konektoru ECU-a na CAN mreži, kao posljednja provjera. Podaci na svakom čvoru će biti isti na istoj sabirnici. Imajte na umu da je sigurnost za veliki dio podataka na mreži kritična, pa ne koristite izolacijske prodorne sonde na linijama CAN sabirnica.[15]

CAN se lako može uloviti preko kabela, jer mu je stacionarni napon 2.5V. Kada signal dolazi, njemu će se dodati ili oduzeti 1V (3.5V i 1.5V). CAN HIGH je u slučaju 3.5V (1V se dodaje), a CAN LOW je u slučaju 2.5V (1V se oduzima).
Vozila su opremljena s OBD-II priključkom izravno ispod stupa upravljača ili na upravljačkoj konzoli.



Slika 25: Shematski prikaz OBD priključka [16]

Slika 25 detaljno prikazuje OBD-II priključak. Broj 1 prikazuje uzemljenje šasije, broj 2 prikazuje uzemljenje signala, broj 4 napajanje, brojevi 3 i 5 prikazuju CAN High i CAN Low odnosno iglice 6 i 14.

Konektor može ponuditi pristup više nego jednoj sabirnici. Tu često nalazimo i sabirnice prosječne brzine i sabirnice nižih brzina.[16]

[15] https://www.picoauto.com/library/automotive-guided-tests/can-l-h, rujan 2016.
[16] http://opengarages.org/handbook/2014_car_hackers_handbook_compressed.pdf, lipanj 2016.

Prednosti CAN su brojne, neke od njih su: niži troškovi, poboljšana otpornost na električne smetnje, manji broj konektora, manji broj igli na kontrolnim modulima, manja težina, manji broj senzora, poboljšana dijagnoza objekata, velika brzina prijenosa.

Primjena CAN-a

CAN je kao serijsko sučelje originalno razvijan za potrebe automobilske industrije, nalazi svoju sve širu primjenu i u drugim područjima, kao što su: industrijska automatizacija, automatizacija stambenih i poslovnih zgrada, medicinska oprema, pomorska elektronika i sl. U svim navedenim slučajevima glavni zahtjevi su:

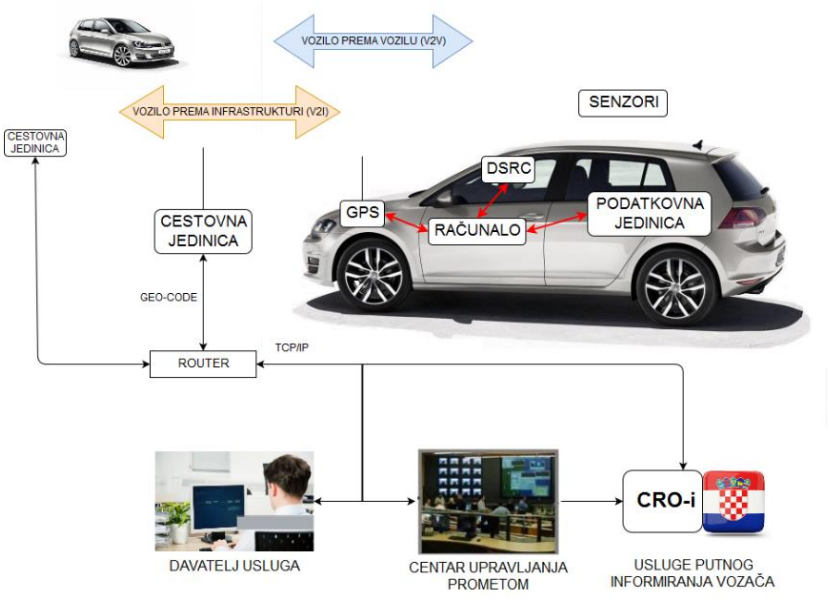
- niska cijena
- sposobnost funkcioniranja u različitim okruženjima
- podrška radu u realnom vremenu
- izuzetno visoka pouzdanost
  jednostavna upotreba

Suvremeni trendovi u razvoju svih vrsta vozila podrazumijevaju primjenu sve većeg broja elektronskih kontrolnih sustava. Razvoj automobilske elektronike je dijelom uzrokovan željom kupaca za što sigurnijom i udobnijom vožnjom, dijelom potrebom za što ekonomičnijom vožnjom, a dijelom i sve rigoroznijim propisima po pitanju emisije štetnih plinova u atmosferu. Dakle kontrolni uređaji (inteligentni senzori i aktuatori) koji trebaju ispuniti ove zahtjeve moraju biti prisutni svuda: u motoru, prijenosnom mehanizmu, moraju kontrolirati protok goriva kroz rasplinjač, implementirati ABS (Anti Blocking System) i ASC (Acceleration Skid Control) sisteme za kontrolu proklizivanja itd. To podrazumijeva razmjenu relativno velike količine podataka, što bi primjenom konvencionalnih signalnih linija centraliziranog upravljačkog sistema postalo skoro neizvodljivo zbog složenosti takvog komunikacionog sistema, visoke cijene i smanjene pouzdanosti. Pored toga, mnoge od ovih funkcija podrazumijevaju sinkroniziranu akciju više kontrolnih uređaja. Na primjer, ASC zahtjeva interakciju kontrolnih uređaja motora i rasplinjača da bi se smanjio moment koji se stvara na pogonskim kotačima. Primjena CAN baznih mreža omogućila je da se svi kontrolori, senzori i aktuatori povežu na jednu serijsku komunikacijsku liniju. Sam protokol posjeduje moćne mehanizme za korekciju grešaka pri prijenosu. Dijagnostika stanja sistema je znatno pojednostavljena, kao i mogućnost online konfiguracije pojedinih kontrolnih uređaja na liniji.

Prema zahtjevima i ciljevima koji se postavljaju pred serijsku komunikaciju u vozilima, CAN primjene se tipično dijele u 3 grupe: mreže za kontrolu motora, prijenosnog mehanizma i karoserije. Prve dvije primjene CAN protokola zahtijevaju brzinu prijenosa podataka koja je tipična za sisteme koji rade u realnom vremenu, a to je od 200 kb/s – 1 Mb/s. Treća primjena podrazumijeva umrežavanje tzv. Karoserijske elektronike, koja je zadužena za komfor vozila. Pod tim se podrazumijeva kontrola svjetla, rashladni sustav vozila (A/C), centralna brava, podešavanje sjedišta i retrovizora i sl.[17]

3.2.2 Komunikacijski sustavi izvan vozila

Kooperativni sustavi u prometu i transportu su sustavi u kojima vozilo bežično komunicira s drugim vozilom, infrastrukturom (prometnica i prateća oprema) te drugim korisnicima (pješaci, VRU i dr.). U odnosu na postojeće sustave, tehnologija kooperativnih sustava omogućuje dvosmjernu komunikaciju: V2V - vozila s vozilom, V2I – vozilo s infrastrukturom, V2U- vozilo s ostalim korisnicima (npr. VRU), I2U – infrastruktura s ostalim korisnicima (npr. VRU). Ovaj pristup se približava prirodnoj komunikaciji više učesnika u nekom poslu. Kao posljedica, ostvaruje se mogućnost izgradnje socijalne inteligencije.[18]



Slika 26: Shematski prikaz rada kooperativnih sustava u prometu

[17] Vasiljević, D.: CAN PROTOKOL I NJEGOVA PRIMJENA, Infoteh Jahorina, Sarajevo, ožujak 2011.

[18] http://www.fpz.unizg.hr/icsi/FPZ/News/Entries/2013/4/25_Festival_znanosti_2013.html, srpanj 2016.

Komunikacijski sustavi izvan vozila koriste dvije komunikacijske tehnologije: Bluetooth omogućava bežično povezivanje perifernih jedinica računalnog sustava, kao i prijenos podataka između raznih drugih naprava i sustava. Mreže takve vrste često se nazivaju mrežama osobnog prostora, jer vrše prijenos na vrlo ograničenom prostoru, do nekoliko desetaka metara udaljenosti. Wi-Fi omogućuje bežični prijenos podataka (npr. V2I) na udaljenosti do sto metara, ili znatno manje, zavisno od lokalnog okruženja (zgrade, zapreke).

3.2.2.1 Bluetooth u vozilu

Bluetooth je bežična komunikacijska tehnologija koja je jednostavna, sigurna, a može se naći gotovo svugdje. Možete ga pronaći u milijardama uređaja u rasponu od mobitela i računala na medicinske proizvode i kućne proizvode namijenjene zabavi. Namjera je zamijeniti fizičko povezivanje uređaja, zadržavajući visoku razinu sigurnosti. Automobilska primjena Bluetooth tehnologije započinje s implementacijom Hands Free Profile za mobilne telefone u automobilima. Glavne osobine Bluetooth tehnologije su rasprostranjenost, ekonomičnost i niska cijena. Bluetooth specifikacija definira jedinstvenu strukturu za širok raspon uređaja za povezivanje i komunikaciju jednih s drugima.

Kada se dva Bluetooth uređaja nastoje povezati međusobno, to je tzv. uparivanje. Struktura i globalno prihvaćanje Bluetooth tehnologije znači bilo koji Bluetooth uređaj, gotovo svugdje u svijetu, da se može povezati s drugim uređajima koji sadrže Bluetooth tehnologiju koji se nalazi u blizini jedan drugog.

Također u vozilu inteligentna sučelja mogu pružiti npr. tehničke podatke o vozilu za vozača putem Bluetooth kanala. U V2I sustavima Bluetooth se može koristiti za pružanje komunikacijskog kanala između automobila i sustava prometne signalizacije. Danas nekoliko proizvođača nudi uređaje s integriranom Bluetooth vezom koji imaju mogućnost nadmetanja za javni prijevoz na raskrižjima ili mjerenje tokova prometa i pješaka uz pomoć elektroničkih uređaja s integriranom Bluetooth vezom (kao što su pametni telefoni, tableti, navigacijske jedinice i slično). Ovi sustavi otkrivaju anonimne Bluetooth signale koje prenosi vidljiv Bluetooth uređaj koji se nalazi unutar vozila, koji se zatim koristi za izračunavanje vremena putovanja. On očitava jedinstvenu MAC adresu Bluetooth uređaja, koji su u procesu komunikacije. Povezujući MAC adrese Bluetooth uređaja na različitim lokacijama, uspostavlja

se komunikacija za razmjenu podataka koja je vidljiva samo uparenim uređajima. Bluetooth veza pogodna je komunikaciju ravnopravnih sudionika kraćeg dometa i niže podatkovne propusnosti.

3.2.2.2 Wi-Fi u vozilu

Wi-Fi (Wireless Fidelity) or WLAN (Wireless Local Network) komunikacijski sustav koji je utemeljen na Institutu električkih i elektroničkih inženjera elektrotehnike (engl. Institute of Electrical and Electronics Engineers, IEEE) prema 802.11 standardu.

Wi-Fi mreža je prihvatljivo rješenje u područjima gdje je pristup interneta dovoljno raširen (urbana područja). Tehnička implementacija uređaja nije kompliciranа te sama primjena Wi-Fi mreže pogodna je za aplikacije koje zahtijevaju podršku na veće udaljenosti i veće podatkovne brzine, uključujući aplikacije za audio i video strujanje podataka.

Problematika Wi-Fi mreže se pojavljuje u malim zonama pokrivenosti koju pruža samo jedna pristupna točka, pa vozilo u pokretu jedino može održavati stabilnu komunikacijsku vezu ako pristupne točke postoje cijelim putem, uz obaveznu primjenu IP tehnologije.

Samo je IEEE 802.11p namjenska komunikacija kratkog dometa (engl. Dedicated short-range communications, DSRC) sposobna za sigurnu i pouzdanu komunikaciju u V2X aplikacijama.

4. Tehničko rješenje sustava akvizicije podataka iz vozila

U tehničkom smislu, svaki parametar vozila koji uređaji očitavaju bilježi se pomoću kodiranih PID-ova (eng. parameters IDs)[19]

Takav način označavanja parametara vozila predstavlja zaštitni mehanizam od neautorizirane uporabe. Svaki proizvođač vozila definira vlastite vrijednosti PID-ova za parametre vozila. Ovakav način kodiranja zadovoljavao je razinu zaštite od neovlaštene upotrebe sve dok je jedini način pristupa vozilu bio putem fizičke (žičane) veze. Pojavom funkcionalnosti daljinskog nadzora komunikacijske mreže postoji mogućnost neovlaštenog upada u komunikacijsku mrežu te slanje zaštićenih PID-ova centralnom računalu vozilu koje bi primjerice moglo pri većim brzinama aktivirati električni servo upravljač te skrenuti vozilo i namjerno izazvati prometnu nezgodu. Ova mogućnost predstavlja značajan sigurnosni propust za koji je u skoroj budućnosti potrebno tehničko tehnološko rješenje zaštite.[20]



Slika 27: OBD dongle s GPS lokatorom i SIM karticom

Aplikacije sustava potpore eko-vožnji u vozilu omogućavaju akviziciju podataka u bilo kojim okolnostima u svrhu energetske učinkovitosti vožnje. Vožnja se snima u cijelosti te nema dijelova vožnje koji nisu snimljeni odnosno samu akviziciju podataka ništa ne prekida (pozivi, SMS poruke kod mobilnih uređaja). Podaci dobiveni u vožnji koriste se u svrhu raznih istraživanja i izradi novih projekata baziranih na smanjenje CO_2 i povećanje ekološke svijesti kod svih sudionika u prometu.

[19] P. Dzhelekarski, D. Alexiev: Reading and Interpreting Diagnostic Dana from Vehicle OBDII System, Bulgaria, Sofia, 2005.

[20] Vojvodić, H.: Sustav potpore eko-vožnji osobnog automobila, Fakultet prometnih znanosti, Diplomski rad, Zagreb, 2015.

4.1 Integrirani sustavi akvizicije podataka

Radio sustav tj. „Smart Radio System“ ima tvornički implementiranu aplikaciju koja radi neprekinuto prilikom vožnje vozila. Radio sustav ne pohranjuje podatke u samo vozilo već u eksterni hard tj. memory stick koji se dobije prilikom kupnje vozila.

Jedna od poznatijih integriranih aplikacija sustava potpore eko-vožnje u vozilu je „Fiat ecoDrive“. Izumio ga je Fiat u suradnji s poznatim proizvođačem navigacija „TomTom“.

Vlasnik vozila može sam odlučiti o integraciji ovakvog sustava u svoje vozilo prilikom kupnje. Ako se vlasnik odluči na korištenje ovog sustava uz vozilo dobiva i memory stick s bootable- om aplikacijom koja snima podatke o vožnji (vrijeme trajanja puta, stupanj mjenjača, brzina vozila itd.) [21]

4.2 Sustavi naknadne ugradnje akvizicije podataka

4.2.1 Upotreba OBD dongle-a

OBD (On Board Diagnostic). OBD dongle-ovi koji omogućavaju razmjenu informacija sa različitim vanjskim uređajima, kao što su npr. aplikacije za pametne telefone. Također, OBD dongle-ovi svoju primjenu su pronašli za potreba naprednog praćenja flote vozila. Pomoću takvih uređaja moguće je pratiti rad vozila te nadzirati istovremeno većinu parametara uz funkcionalnosti pridruživanja tih istih parametara i satelitskog pozicioniranja vozila. Navedene funkcionalnosti OBD dongle-ova moguće je dodatno proširiti mobilnom komunikacijskom mrežom.

[21] Vojvodić, H.: Sustav potpore eko-vožnji osobnog automobila, Fakultet prometnih znanosti, Diplomski rad, Zagreb, 2015.

4.2.2 Upotreba BLACK BOX-a

Mnogi uređaji za nadziranje u vozilu su u suštini „crne kutije“ s ugrađenim akcelometrima, GPS i drugim značajkama. Općenito govoreći postoje dva tipa: Snimači podataka putovanja i snimači podataka događaja.

Uređaji za snimanje podataka o događaju prati vozilo na način da se vozilo vozi tijekom putovanja, ali snima samo podatke o nekom događaju (primjerice, sudaru, naglom kočenju, itd.) Obično snime nekoliko sekundi prije, tijekom i nakon događaja. Analiza podataka je na vozaču i/ili nekoj trećoj strani, nakon putovanja, najčešće putem web stranice ili aplikacije. Neki pružaju upozorenja u stvarnom vremenu u vizualnom ili zvučnom obliku.

Snimači podataka putovanja prati vozilo na način da tijekom vožnje prikuplja informacije najčešće u intervalima od 1. sekunde. Bilježe se podaci za cijelo putovanje i analiza pruža vozaču i/ili trećoj strani informacije putem web stranice ili aplikacije. Neki također pružaju u upozorenja u stvarnom vremenu u vizualnom ili zvučnom obliku.

Naime i snimači podataka putovanja i uređaji za snimanje podataka o događaju prate ponašanje vozača tijekom putovanja, ali snimači podataka o događaju bilježe samo malu količinu podataka te se tako i mala količina podataka može uopće analizirati dok snimači podataka putovanja bilježe sve podatke putovanja te na temelju toga raspolažemo svim podacima za daljnje analize.[22]

4.3 Mobilne aplikacije u svrhu akvizicije podataka

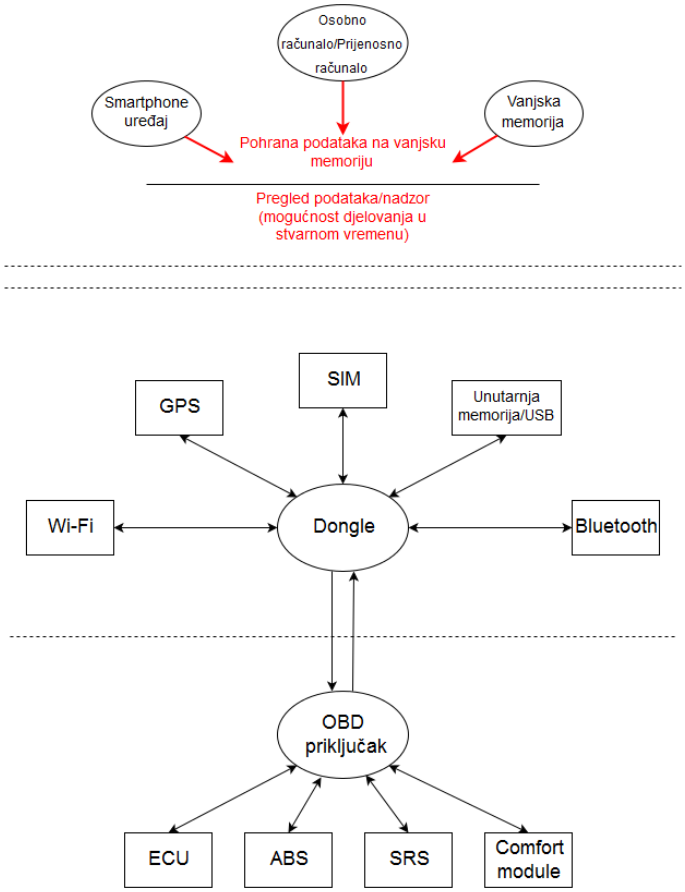
Torque je OBD-II izvedba i dijagnostički alat za bilo koji uređaj kojeg pokreće Android operativni sustav. Omogućiti će vam pristup mnogim senzorima unutar vašeg vozila kao i omogućiti vam da pregledate i obrišete kodove kvarova. [23]

[22] The Royal Society for the Prevention of Accidents Road Safety and In-Vehicle Monitoring (Black Box) Technology Policy Paper, veljača 2013.
[23] https://torque-bhp.com/wiki/Main_Page, kolovoz 2016.



Slika 28: Torque pokrenut na Nexus S mobitelu

Aplikacija iščitava vrijednosti parametara o trenutačnoj brzini vozila, okretajima motora, temperature rashladne tekućine, pritiska turbine itd.



Slika 29: Dijagram komunikacije i upravljanja sustavima u vozilu

Slika 29 prikazuje dijagram komunikacije i upravljanja sustavima u vozilu. Donji dio dijagrama prikazuje komunikaciju OBD priključka s vozilom (ECU, ABS, SRS, Comfort module (zračni

ovjes, Hi-Fi ozvučenje i slično)), srednji dio dijagrama prikazuje pristupne točke OBD dongle-a (Wi-Fi, GPS, SIM, Unutarnja memorija, Bluetooth), gornji dio dijagrama prikazuje vanjsku memoriju (mogućnost pohrane podataka), osobno/prijenosno računalo (mogućnost pohrane, obrade, pregleda podataka, te prosljeđivanja očitanih ili obrađenih podataka), smartphone uređaj (mogućnost pohrane, pregleda te prosljeđivanja podataka).

4.4 PID-ovi (engl. Parameters IDs)

P-kodovi ili OBD II PID-ovi (engl. Parameters IDs) su kodovi za potraživanje podataka iz vozila, korišteni kao dijagnostički alat. Ti kodovi su dio SAE standarda J/1939 koji definira mnoge PID-ove. Naime potrebno je provođenje istog standarda u svim automobilima koji se prodaju u Sjevernoj Americi od 1996. godine. Važno je spomenuti razne proizvođače koji također definiraju više drugih PID-ova specifičnih za njihova vozila.

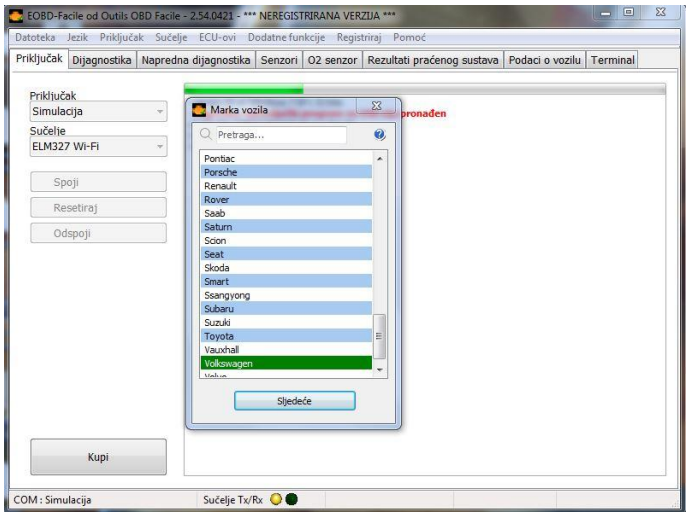
Standardni PID-ovi

Standardni OBD II PID-ovi definirani su od strane SAE J1979. Očekivani odgovor je dan za svaki PID, zajedno s informacijama o tome kako prevesti odgovor u smislene podatke. Naposljetku neće sva vozila podržati svaki PID, te se možemo susresti sa PID-ovima definiranim od strane proizvođača koji nisu definirani u normi OBD-a II.

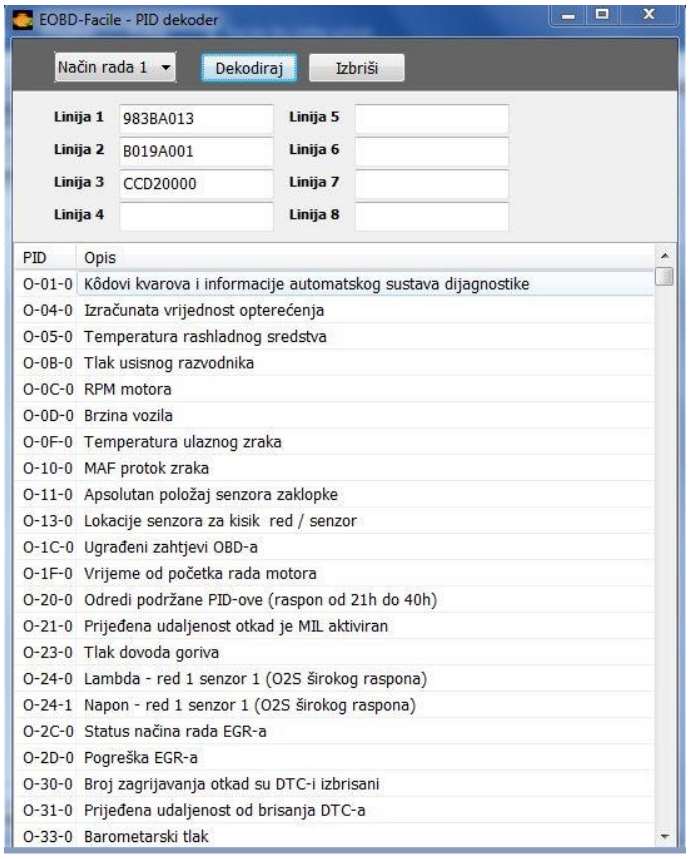
Nestandardni PID-ovi

Većina svih OBD II PID-ova u upotrebi je nestandardna. Za većinu modernih vozila, postoji mnogo više funkcija podržanih na OBD-II sučelju, nego su pokrivene standardnim PID-ovima, a tu je i relativno manje preklapanja između proizvođača vozila za ove nestandardne PID-ove.[24]

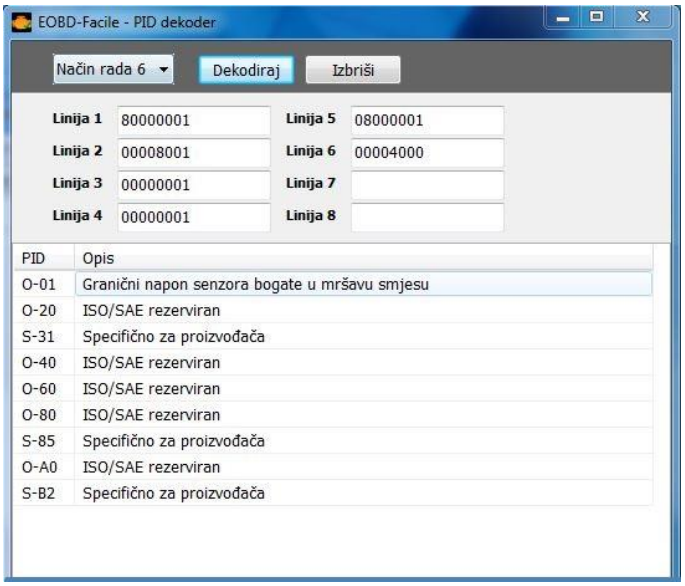
[24] http://obdcon.sourceforge.net/2010/06/obd-ii-pids/, rujan 2016.



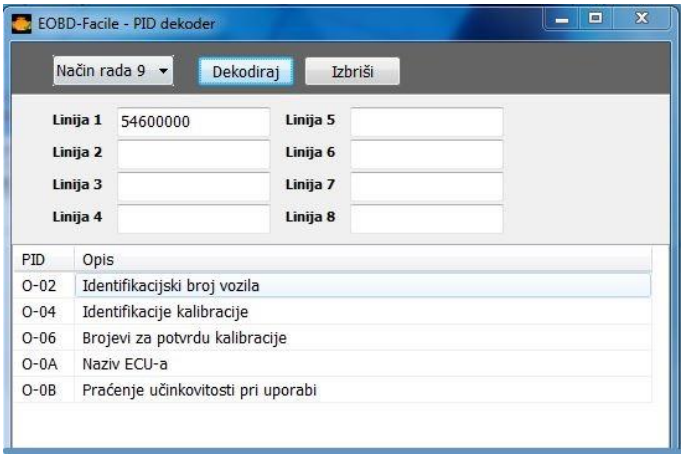
Slika 30: Prikaz odabira marke VW u padajućem izborniku EOBD-Facile dijagnostičkom alatu



Slika 31: Prikaz dekodiranja načina 1



Slika 32: Prikaz dekodiranja načina 6



Slika 33: Prikaz dekodiranja načina 9

Za ovaj primjer koristili smo Outils OBD Facile online dijagnostički alat u koji kako je prikazano na slici 30 unosimo PID-ove te dekodiranjem istih dobivamo informacije o vozilu koje su nam dostupne. PID-ove smo za vozilo VW Golf 6 unijeli u dijagnostički alat te time dobili podatke prikazane na slikama 31, 32, 33. VW Golf 6 godine je proizvodnje 2011., sa dizelskim motorom 2.0 TDI koji ostvaruje 140 konjskih snaga. Protokol po kojem se radnja odvija je CAN 11 bit 500 kb. Naime kako smo već spomenuli u tekstu iznad PID-ovi za sve automobile nisu isti odnosno neki automobili sadrže kodove u nekim „načinima“ pa tako naš automobil iz primjera ima kodove iz načina 1: 983BA013, B019A001, CCD20000, način 2: 583B0003, 20182001, 4CD00000, način 5: NE, način 6: 80000001, 00008001, 00000001, 00000001, 00004000, način 7: DA, način 9: 54600000.

5.Tehnička izvedba i testiranje

Za potrebe istraživanja ovog diplomskog rada provedena su testiranja na vozilima VW Polo 1.9 SDI i VW Golf 7 GTE. Za sustav praćenja parametara rada vozila i potpore eko-vožnji korišten je uređaj OBD Log proizvođača TEXA. OBD uređaji koriste istu veliku bazu podataka marki i modela koje je TEXA razvila za svoje konvencionalne alate, a isto tako koriste TEXA IDC4 program.



Slika 34: Prikaz spajanja OBD Log-a na računalo (prijenos podataka), [27]

Kao što prikazuje slika 35 uređaj se izravno priključuje na dijagnostičku utičnicu vozila i bilježi sve funkcijske parametre i greške određene EOBD protokolom. OBD Log možete instalirati u automobil klijenta i tamo ga ostaviti. OBD Log nastavlja bilježiti sve bitne podatke dok se za to vrijeme korisnik istog normalno vozi. Svi mehaničari znaju da se neke greške događaju samo pod „specijalnim uvjetima“.



Slika 35: Prikaz mjesta priključenja OBD Log-a, [27]

Na kraju nadzornog perioda, možete prenijeti zabilježene parametre stvarne vožnje, pružajući precizne informacije o točnom vremenu kad se greška dogodila. Ovisno o tome da li je greška detektirana ili ne, uz opis vožnje javlja se crvena ili zelena ikona. Ako je ikona crvene boje program automatski prikazuje detalje kako bi mogli analizirati uključene parametre.[25]

Tablica 4: Tehničke karakteristike OBD Log-a

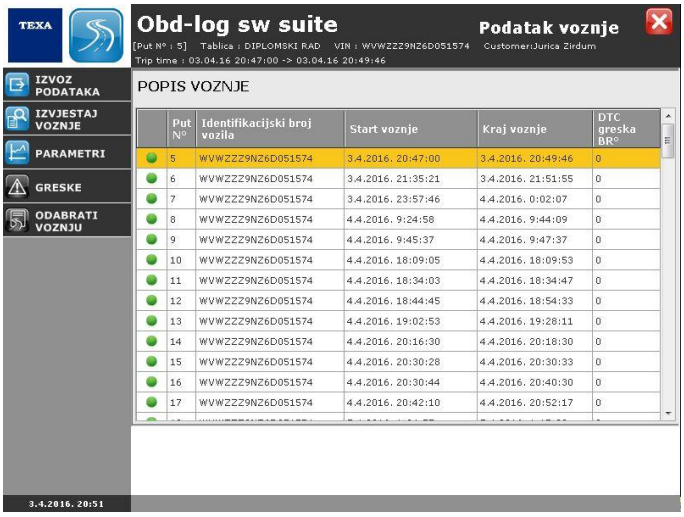
Sučelje vozila	OBD utičnica
EOBD sukladnost	Kompletna električna i mehanička sukladnost s EOBD standardom
EOBD podržani protokoli	Svi protokoli prema J1850-41.6, J1850-10.4, ISO9141-2K/L, CAN (Control Area Network ISO 11898)
Napajanje	OBD utičnica za 12V, USB priključak za PC
Potrošnja struje s upaljenim motorom	< 100 mA
Potrošnja struje s ugašenim motorom	< 1 mA
Procesor	ARM 32-bit Cortex-M3
Interna memorija	2048 KB
Interval uzorka	1 sekunda
Vrijeme snimanja	90 sati sa praćenjem 8 parametara intervalom svakih 5 sekundi
Autonomija pričuvne baterije	Minimalno 18 mjeseci bez napajanja, preko 20 godina u normalnim radnim uvjetima
Korisničko sučelje	Višenamjenski plavi status LED
Radna temperatura	-40 C/ +85 C
Dimenzije	23 x 45.5 x 28.2 mm
Težina	19.5 g
PC sučelje	USB 2.0 kabl
Program	OBD Log SW Suite
Kompatibilni operativni programi	Windows Vista, Windows XP SP2, Windows Server 2000 SP4
Snimljeni parametri	Svi parametri EOBD protokola, uključujući brzinu, okretaji motora, temperaturu rashladnog sredstva, opterećenje motora, protok mase zraka, temperaturu zraka, tlak zraka usisa, tlak goriva, napon akumulatora
Otkrivene greške	Sve greške EOBD protokola, otprilike 2,500
Snimljeni putni podaci	ID broj vozila, broj vožnji, vrijeme početka vožnje, vrijeme završetka vožnje

Izvor: [27]

[25] TEXA S.p.A., brošura, Treviso, Italija, 2011.

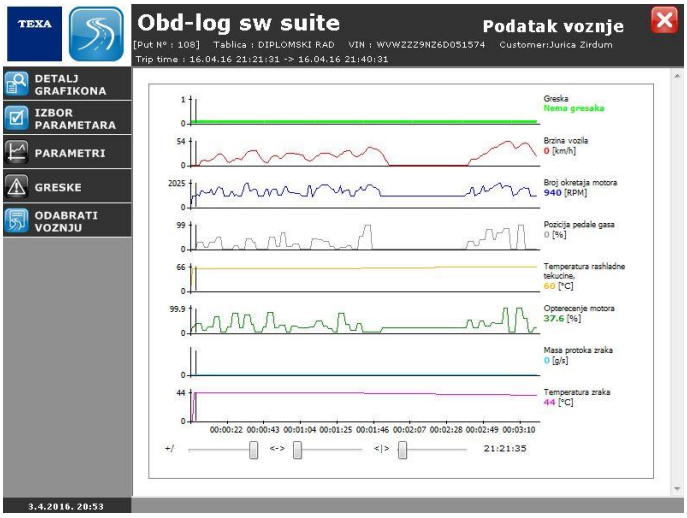
5.1 Provedba testiranja na vozilu Volkswagen Polo

Za testiranje OBD Log uređaja koristili smo Volkswagen Polo proizveden 2006. godine sa dizelskim motorom 1.9 SDI, 47 KW. Navedeno vozilo ima motor EURO 4 norme s emisijom CO_2 127 g/km.



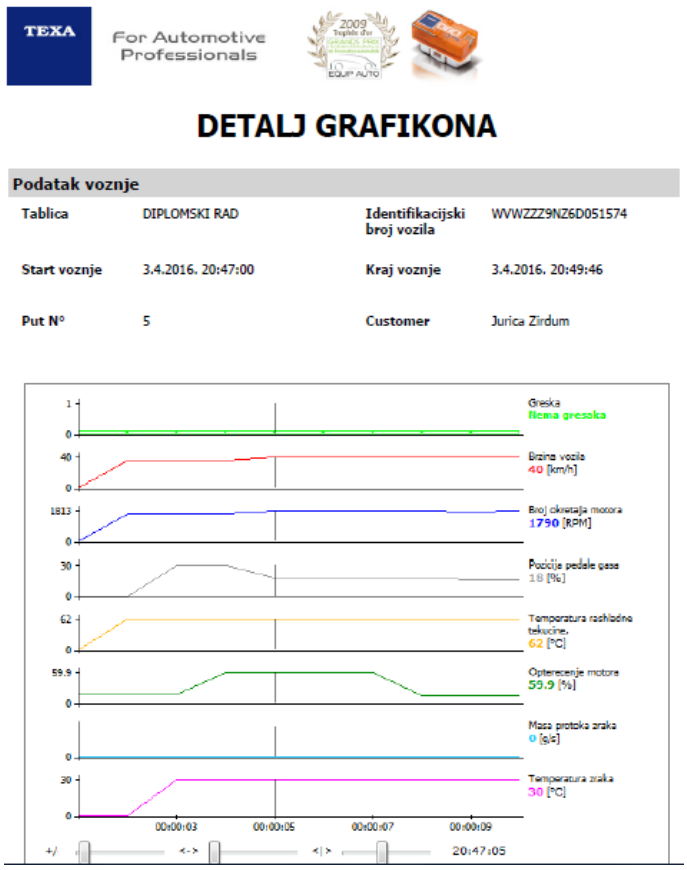
Slika 36: Prikaz baze podataka svih testova OBD Log-a

Slika 36 prikazuje bazu podataka svih prethodnih testova. Postoji mogućnost arhiviranja testnih vožnji vozila na kojemu radite. Baza podataka sadržava identifikacijski broj vozila (broj šasije), vrijeme početka i kraja vožnje te broj grešaka u ECU. S obzirom da su sve ikone zelene boje možemo utvrditi da nema niti jedne greške.



Slika 37: Prikaz parametara zabilježenih OBD Log-om, VW Polo

OBD Log bilježi parametre koji su prikazani na slici 37.; brzinu vozila, broj okretaja motora, poziciju pedale gasa, temperaturu rashladne tekućine, opterećenje motora, masu protoka zraka, temperaturu zraka. Prvi grafički prikaz na slici prikazuje da se tijekom promatranog razdoblja nije zabilježila nikakva greška u radu vozila koju je ECU detektirao.



Slika 38: Grafičko izvješće zabilježenih parametara, VW Polo

Slika 38 prikazuje grafičko izvješće koje možete napraviti programom OBD Log . Izvješće može poslužiti za klijenta ili ga mehaničar može zadržati u arhivi za određeno vozilo uz svu prateću servisnu dokumentaciju (radni nalog, itd.).

5.2 Provedba testiranja na vozilu Volkswagen Golf

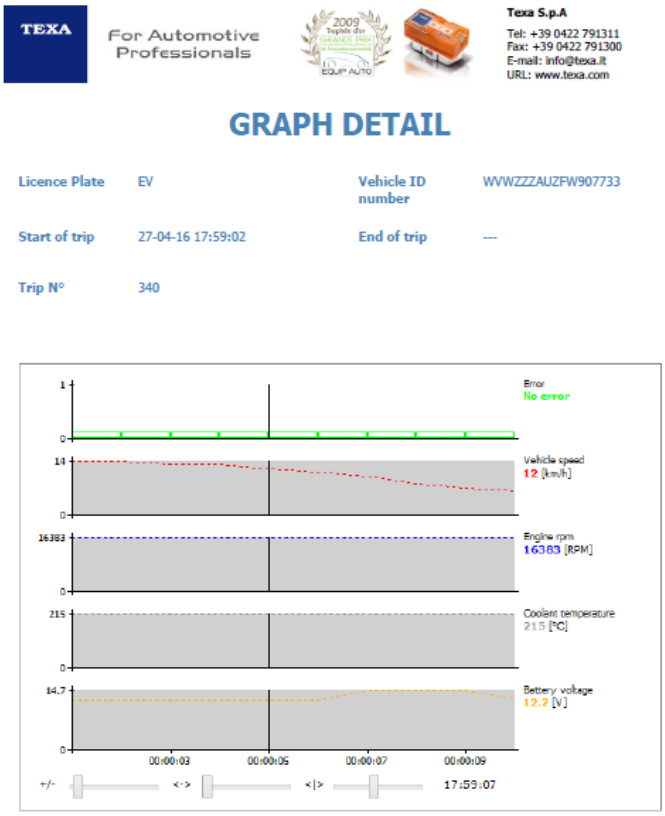
U drugom dijelu testiranje smo proveli na Volkswagen Golfu proizvedenom 2016 godine. Automobil je pogonjen električnim motorom snage 85 kW. Emisija CO_2 je 0 g/km, a potrošnja energije je 12,7 kWh/100 km. Automobil pripada A+ razredu energetske učinkovitosti.



,7

Slika 39: Prikaz parametara zabilježenih OBD Log-om, VW Golf

OBD Log bilježi parametre prikazane na slici 39: brzinu vozila, broj okretaja motora, temperaturu rashladne tekućine, opterećenje motora, temperaturu zraka, poziciju pedale gasa D, pozicija pedale gasa E. Prvi grafički prikaz na slici prikazuje da se tijekom promatranog razdoblja nije zabilježila nikakva greška u radu vozila koju je ECU detektirao.



Slika 40: Grafičko izvješće zabilježenih parametara, VW Golf

Slika 40 prikazuje grafičko izvješće koje možete napraviti programom OBD Log . Izvješće može poslužiti za klijenta ili ga mehaničar može zadržati u arhivi za određeno vozilo uz svu prateću servisnu dokumentaciju (radni nalog, itd.).

5.3 Tehnička ograničenja sustava

Naime postoje parametri koje uređaj korišten u svrhu ovog diplomskog rada nije mogao očitati iz razloga što OBD Log komunicira preko EOBD protokola koji ima jasno dorađeno softversko rješenje, tj. čita greške motora te za iste ima mogućnost pohrane, prikaza podataka kroz tablice, grafikone i slično. Neki parametri su zaštićeni od strane samog proizvođača vozila (autoindustrije) zbog hakerskih napada. Podaci koji ne bi smjeli doći u ruke neovlaštenih osoba su kod ključa, identifikacijski podaci vozila (broj šasije, broj prijeđenih kilometara, datum zadnjeg servisa vozila itd.), parametri DPF-a, itd. Tim podacima, ovlašteni serviseri imaju potpun pristup koristeći ovlaštenu dijagnostiku od auto proizvođača, dok ostali serviseri imaju znatno smanjen pristup vozilu, jer im nije omogućena kupnja ovlaštene autodijagnostike.

6. Zaključak

Odvijanje svakodnevnih prometnih i transportnih aktivnosti predstavlja sve veći problem za okoliš. Štetni ispušni plinovi moraju biti svedeni na minimum kako bi generacijama koje dolaze nakon nas sačuvali okoliš oko nas. Automobili su odgovorni za oko 12 % ukupnih emisija ugljičnog dioksida (CO_2) Europske unije, glavnog stakleničkog plina.

Zadnjih godina proizvođači automobila što zbog zakonskih odrednica što zbog privlačenja ekološki osviještenih klijenata rade na smanjenju emisije. Naime već sada imamo u ponudi vozila sa motorima sa unutrašnjim izgaranjem sa znatno manjom emisijom nego prije par godina, a tu su još i razne izvedbe hibrid i električnih vozila koja su u svom tehnološkom uzgonu.

Razni su sustavi koji omogućavaju smanjenje potrošnje vozila (integrirani sustavi u vozilu koji upućuju na promjenu stupnja prijenosa, pravilan rad rashladnog uređaja, start-stop sustav, kod hibridnih vozila punjenje baterije uslijed kočenja kada radi benzinski motor.)

S obzirom na male mogućnosti daljnjeg smanjenja emisija značajnu ulogu imaju telematički uređaji koji na svojim sučeljima omogućavaju detaljan prikaz režima vožnje, eventualnih grešaka vozila te parametara (brzina vozila, broj okretaja motora, temperatura rashladne tekućine, opterećenje motora, temperatura zraka, pozicija pedale gasa). S obzirom na kompletan uvid u režim rada vozila korisnik ima mogućnosti osobnog djelovanja u smjeru smanjenja emisije, potrošnje goriva.

S povećanjem ekološke svijesti i promjenom režima vožnje svatko od nas može doprinijeti smanjenju emisija.

7. Literatura

1. He, Z.: Data acquisition and transmission in smart vehicle based community sensing, Polytehnic University, Hong Kong, 2015.
2. Šumiga, I., Horvat, M.: Elektronički sustavi u automobilu, Veleučilište u Varaždinu, Varaždin, 2010.
3. Vasiljević, D.: CAN protokol i njegova primjena, Infoteh Jahorina, Sarajevo, ožujak 2011.
4. P. Dzhelekarski, D. Alexiev: Reading and Interpreting Diagnostic Dana from Vehicle OBDII System, Bulgaria, Sofia, 2005.
5. Vojvodić, H.: Sustav potpore eko-vožnji osobnog automobila, Fakultet prometnih znanosti, Diplomski rad, Zagreb, 2015.
6. The Royal Society for the Prevention of Accidents Road Safety and In-Vehicle Monitoring (Black Box) Technology Policy Paper, veljača 2013.
7. TEXA S.p.A., brošura, Treviso, Italija, 2011.

Internet izvori:

8. http://ec.europa.eu/clima/policies/transport/vehicles/cars/index_en.htm, svibanj 2016.
9. http://www.dieselnet.com/standards/eu/hd.php, lipanj 2016.
10. http://energopak.hr/adblue/adblue_tehnicki_podaci/, rujan 2016.
11. https://hr.wikipedia.org/wiki/Senzori, lipanj 2016.
12. http://www.autonet.hr/nadzorna-elektronika-i, lipanj 2016.
13. http://www.katalizator.hr/#!dpf-filteri/c1hy1, lipanj 2016.
14. http://www.azosensors.com/article.aspx?ArticleID=49, rujan 2016.
15. http://www.freeasestudyguides.com/ac-ambient-air-temperature-sensor.html, srpanj 2016.
16. https://en.wikipedia.org/wiki/Vehicle_bus, rujan 2016.
17. https://en.wikipedia.org/wiki/FlexRay, rujan 2016.
18. https://en.wikipedia.org/wiki/Tire-pressure_monitoring_system, rujan 2016.
19. https://www.picoauto.com/library/automotive-guided-tests/can-l-h, rujan 2016.
20. http://opengarages.org/handbook/2014_car_hackers_handbook_compressed.pdf, lipanj 2016.

21. http://www.fpz.unizg.hr/icsi/FPZ/News/Entries/2013/4/25_Festival_znanosti_2013.html, srpanj 2016.
22. https://torque-bhp.com/wiki/Main_Page, kolovoz 2016.
23. http://obdcon.sourceforge.net/2010/06/obd-ii-pids/, rujan 2016.

Popis slika

Slika 1: Grafički prikaz smanjenja emisije CO_2

Slika 2: Katalizator za benzinske motor

Slika 3: Filter čestica za dizelske motore

Slika 4: Prikaz AdBlue sustava u vozilu

Slika 5: Shema digitalnih ulazno-izlaznih kanala u suvremenom automobilu

Slika 6: Motronic - ECU benzinskog motora (Robert Bosch GmbH)

Slika 7: Shema managementa automobilskog benzinskog motora s određenim ulaznim i izlaznim parametrima

Slika 8: Presjek položaja rada lambda sonde

Slika 9: Mjerač mase protoka zraka na vozilu BMW Z3

Slika 10: Komponente uređaja za mjerenje protočne mase zraka vrućom žicom

Slika 11: Sklop uređaja za mjerenje protočne mase zraka vrućom žicom

Slika 12: Mjerač mase protoka zraka vrućim filmom (Bosch)

Slika 13: Presjek uređaja za mjerenje protočne mase zraka vrućim filmom

Slika 14: Senzor apsolutnog pritiska u usisnoj grani

Slika 15: Princip rada MAP senzora

Slika 16: Presjek sustava i funkcija dizel filtera čestica (DPF)

Slika 17: Blokovski prikaz ABS sustava

Slika 18: Komponente Airbag sustava

Slika 19: Shematski prikaz i prikaz senzora temperature motora

Slika 20: Prikaz vjetrobranskog stakla i položaja senzora za kišu

Slika 21: Kapacitivni senzor tlaka

Slika 22: Piezorezistivni senzor tlaka

Slika 23: Položaj i izgled senzora vanjske temperature

Slika 24. Shematski prikaz prijenosa podataka unutar vozila

Slika 25: Shematski prikaz prijenosa podataka CAN sustavom

Slika 24. Detaljni prikaz signala CAN-L i CAN-H

Slika 25: Shematski prikaz OBD priključka

Slika 26: Shematski prikaz rada kooperativnih sustava u prometu

Slika 27: OBD dongle s GPS lokatorom i SIM karticom

Slika 28: Torque pokrenut na Nexus S mobitelu

Slika 29: Dijagram komunikacije i upravljanja sustavima u vozilu

Slika 30: Prikaz odabira marke VW u padajućem izborniku EOBD-Facile dijagnostičkom alatu

Slika 31: Prikaz dekodiranja načina 1

Slika 32: Prikaz dekodiranja načina 6

Slika 33: Prikaz dekodiranja načina 9

Slika 34: Prikaz spajanja OBD Log-a na računalo (prijenos podataka)

Slika 35: Prikaz mjesta priključenja OBD Log-a

Slika 36: Prikaz baze podataka svih testova OBD Log-a

Slika 37: Prikaz parametara zabilježenih OBD Log-om, VW Polo

Slika 37: Prikaz parametara zabilježenih OBD Log-om, VW Polo

Slika 39: Prikaz parametara zabilježenih OBD Log-om, VW Golf

Slika 40: Grafičko izvješće zabilježenih parametara, VW Golf

Popis tablica

Tablica 1: Mobilni elementi za prijenos podataka

Tablica 2: Klasifikacija senzora prema mjernoj veličini

Tablica 3: Podjela senzora prema području primjene

Tablica 4: Tehničke karakteristike OBD Log-a