

Факултет инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу



Назив студијског програма: Машинско инжењерство

Ниво студија: Мастер академске студије

Модул: Моторна возила и мотори

Предмет: Мехатроника моторних возила и мотора

Број индекса: 331/2011

Немања М. Живановић

Дијагностика електронских система на моторним возилима

мастер рад

Комисија за преглед и одбрану:

1. Проф. др Драган Тарановић - ментор

2. _____

3. _____

Датум одбране: 14.11.2014.

Оцена: _____

У оквиру овог мастер рада кандидат треба да објасни принципе дијагностике електронских система на моторним возилима и да прикаже реализацију тих принципа у пракси. Оквирни садржај рада би требало да садржи следеће тематске целине:

- Електронски системи на моторним возилима;
- Процес дијагностике система на моторним возилима;
- Процес дијагностике електричних система на возилима;
- Дијагностички системи уграђени у електронским системима моторних возила;
- Дијагностички системи у сервисима;
- Примери из праксе дијагностичких поступака на моторним возилима;
- Закључци.

Препоручена литература:

- [1] Tom Denton, *Automobile Mechanical and Electrical Systems*, Elsevier Butterworth-Heinemann, Great Britain, 2011.
- [2] Tom Denton, *Advanced Automotive Fault Diagnosis*, Elsevier Butterworth-Heinemann, Great Britain, 2006.
- [3] Александар Грујовић, Електроника аутомобила, Машински факултет у Крагујевцу, Центар за информационе технологије, Крагујевац, 2008.
- [4] Allan W. M. Bonnicksen, *Automotive Computer Controlled Systems – Diagnostic Tools and Techniques*, Oxford, 2001.
- [5] Charles White, *Automotive Diagnostic Fault Codes*, Haynes Publishing, Sparkford, 1998.

Крагујевац, 22.04.2014.

ментор:

Проф. др Драган Тарановић

Резиме

Мастер рад покрива тематику дијагностиковања стања електронских система на моторним возилима и идентификовања узрока могућих отказа на возилу. Објашњени су универзални принципи, односно универзални процес дијагностике стања возила који се базира на идентичним логичким принципа, независно од комплексности система који се испитује.

Направљен је осврт на еволуциони развој електронских система на возилима, који данас представљају активне системе који се састоје од низа механичких и електронских компонената – електронских управљачких јединица, сензора и актуатора. До масовне примене електронских система на возилима је дошло зарад смањења емисије издувних гасова, смањења потрошње горива, побољшања перформанси возила, повећања стабилности, безбедности и комфора.

У поглављима 3, 4 и 5 детаљно су описане дијагностичке методе, односно дијагностички параметри који се прате током утврђивања стања возила, са посебним освртом на методе упрошћавања дијагностичких процеса.

Дијагностички системи који су директно уграђени у електронске системе моторних возила (*On-Board* дијагностика - OBD), као и примена савремених дијагностичких уређаја представљају најактуелније тематике у области аутономне дијагностике. Карактеристике и имплементација савремених дијагностичких техника савремених возила су објашњене на примерима из праксе.

Кључне речи: Дијагностика возила, Електронски системи на возилу, OBD (*On-Board*).

Abstract

This thesis covers topic of diagnostic of electronic systems in motor vehicles and identifying the causes of potential failures within the vehicle. Universal principles or universal diagnostic process conditions of the vehicle are explained. Those principles are based on the identical logical principles, independent of the complexity of the system being tested.

Evolutionary development of electronic systems on vehicles is reviewed, which now represent the active systems consisting of a series of mechanical and electronic components - electronic control units, sensors and actuators. Massive use of electronic systems in vehicles occurred due to reducing exhaust emissions, reducing fuel consumption, improving vehicle performance, increase stability, security and comfort.

In chapters 3, 4 and 5 are described diagnostic methods, i.e. diagnostic parameters that are monitored during determining the condition of the vehicle, with special emphasis on methods of simplifying the diagnostic process.

Diagnostic systems that are directly embedded in the electronic systems of motor vehicles (*On-Board* Diagnostics - OBD), as well as application of modern diagnostic devices represent the most contemporary topics in the field of autonomous diagnostics. Characteristics and implementation of modern diagnostic techniques on modern vehicles are explained through examples from practice.

Key words: Vehicle diagnostics, Electronic systems on the vehicle, OBD.

САДРЖАЈ

1.	Увод.....	3
2.	Електронски системи на моторним возилима	4
2.1.	Појам електронике	4
2.2.	Електроника аутомобила.....	5
2.3.	Хронологија развоја и примене електронике на аутомобилу	6
2.4.	Структура и карактеристике елемената система електронског управљања.....	11
2.4.1.	Електронска управљачка јединица (ЕУЈ)	12
2.4.2.	Давачи (сензори)	14
2.4.3.	Актуатори	14
2.5.	Пренос информација у електронским системима управљања.....	15
2.5.1.	Архитектура електронских система на возилу	17
2.5.2.	Мреже и мрежни протоколи на возилима	19
3.	Дијагностика система на моторним возилима	24
3.1.	Избор и оцена дијагностичких параметара возила и одређивање карактеристика њихових промена са аспекта одржавања.....	24
3.1.1.	Утврђивање норматива дијагностичких параметара	27
3.2.	Приказ суштине дијагностичких метода које се најчешће примењују при утврђивању техничког стања возила.....	28
3.2.1.	Аутоматизовани дијагностички системи.....	32
3.2.2.	Самодијагностички системи	33
3.2.3.	Дијагностички системи модуларног типа.....	34
4.	Процес дијагностике система на моторним возилима	36
4.1.	Поступци дијагностиковања	36
4.2.	Теоријска/прелиминарна дијагностика.....	38
4.3.	Механичке дијагностичке технике.....	39
4.3.1.	Бука, вибрације и крутост возила.....	39
4.3.2.	Тест у путним условима	41
5.	Технике електронске дијагностике	44
5.1.	Опште процедуре електронске дијагностике	44
5.1.1.	Тестирање пада напона.....	45
5.1.2.	Тестирање кратких спојева са уземљењем	45
5.1.3.	Техника „црне кутије“	46
5.1.4.	Метод праћења сигнала од сензора ка ЕУЈ	47
5.2.	Методе за упрошћавање дијагностичких процеса	47
5.2.1.	Појам отворених и затворених система	48

5.3.	Коришћење блок-дијаграма	49
6.	Дијагностички системи уграђени у електронским системима моторних возила	50
6.1.	<i>On-Board</i> дијагностика и њена примена на моторним возилима	50
6.1.1.	Хронологија OBD дијагностичких система	50
6.1.2.	Основни појмови техничке OBD дијагностике.....	51
6.1.3.	Сигнална сијалица на инструмент табли – MIL.....	54
6.1.4.	Дијагностички код неисправности – DTC.....	54
6.1.5.	Серијски пренос података	59
6.1.6.	Примери примене OBD дијагностике	59
6.2.	Флексибилни сервисни системи у оквиру возила.....	62
7.	Дијагностички системи у сервисима.....	64
7.1.	Софтвери за дијагностику возила.....	64
7.2.	Примена савремених дијагностичких уређаја.....	69
7.2.1.	Поступак идентификације возила и упознавање са електронским системом за управљање радом мотора	70
7.2.2.	Комуникациона мерења у електронском систему за управљање радом мотора	73
8.	Пример савременог возила.....	78
8.1.	Практични пример дијагностике путничког возила	79
8.2.	Дијагностиковање стања новопроизведеног возила.....	86
9.	Закључна разматрања	90
10.	Литература.....	91

1. Увод

Крајем двадесетог и почетком двадесет првог века је у аутомобилској индустрији извршена масовна примена електронских система на возилима у циљу смањења емисије издувних гасова, смањења потрошње горива, побољшања перформанси возила, повећања стабилности, безбедности и комфора.

Конкуренција, жеље корисника и законски прописи произвођаче возила приморавају на побољшање карактеристика постојећих модела и развој нових модела возила.

Основни захтеви при развоју нових модела возила су:

- повећање активне и пасивне безбедности возила,
- смањење потрошње горива, мазива и других флуида,
- лакше управљање возилом тако што се возач ослобађа рутинских послова и помаже му се у проналажењу најбољег решења у критичним ситуацијама,
- побољшање комфора возача и путника,
- побољшање еколошких карактеристика смањењем емисија возила и коришћењем еколошких материјала у изради возила који омогућавају потпуно рециклирање на крају употребног века возила,
- смањење трошкова производње и сл.

С једне стране све строжија законска регулатива о смањењу емисије штетних издувних гасова, а с друге стране захтеви купаца везани за карактеристике и додатну електронску опрему у возилима, довели су до техничке опремљености возила која захтева стручно и напредно утврђивање стања возила.

У данашње време је све више присутна примена електронике у сектору поправке возила, што је довело до тога да су поправке постале знатно сложеније.

Само коришћењем дијагностичких метода и уређаја могуће је вршити поправку савремених возила. Интегрисани електронски системи на возилу имају све већу брзину комуникације што захтева све комплексније и брже дијагностичке системе који су у могућности да изврше функцију аутономног дијагностиковања.

Процес дијагностике на возилу се базира на идентичним логичким принципа, независно од комплексности система који се испитује. У наставку рада су описани принципи, поступци и примери дијагностиковања система на савременима возилима.

2. Електронски системи на моторним возилима

У данашње време, електронски системи на возилима су круцијални за ефикасно покретање и рад возила. Чак и пре самог стартовања мотора, интегрисана електронска кола су активирана – возило је откључано и спремно за рад у складу са склоностима возача.

Електронски систем у возилу представља подсистем који се састоји углавном од полупроводничких уређаја који имају задатак да сакупе податке, обраде их и активирају различите функције и апликације на возилу.

2.1. Појам електронике

Сагласно дефиницији Међународне Електротехничке Комисије (енгл. *International Electrotechnical Commission* - ИЕС) електроника, уопште, представља грану науке и технике која се бави истраживањем и применом физичких феномена у вези са протицањем електричне струје у гасовима, течностима, вакууму и полупроводницима – који представљају елементе електричних уређаја.

Електроника се у основи може поделити на физичку и техничку.

Физичка електроника се бави теоријским и експерименталним изучавањем електронских појава, принципима конструкције електронских елемената и склопова, принципима производње и претварања електричне енергије помоћу електронских уређаја, као и механизмима деловања електричних товара, квантова и електромагнетског поља на материју.

Техничка или примењена електроника се бави теоријом и праксом примене електронских елемената, уређаја и система у различитим делатностима. Подела техничке електронике према облицима примене електронских елемената, уређаја и система техничка електроника је дата у табели 2.1.

Табела 2.1 – Подела техничке (примењене) електронике [1]	
Информациона	Предмет изучавања су сензори, претварачи, бројачи, комуникациони уређаји, рачунари и сл.
Јакострујна	Предмет изучавања су усмерачи, стабилизатори и сл.
Енергетска	Непосредно претварање топлотне, нуклеарне и светлосне енергије у електричну.
Технолошка	Електростатско филтрирање, електрофореза, електроерозија и сл.

Електроника аутомобила или аутоелектроника представља једну од ужих области примене електронике.

2.2. Електроника аутомобила

Појам електронике аутомобила, у ширем смислу, се односи на област технике која се односи на пројектовање, производњу и примену електронских компонената, уређаја и система на моторним возилима и моторима. Поред појмова *електроника аутомобила* или *аутоелектроника* у савременој терминологији се често користи појам *мехатроника* (композиција појмова механика и електроника аутомобила).

Електронска опрема је неодвојиви део савременог аутомобила. Обављајући врло одговорне функције детектовања, претварања и обраде сигнала знатно ефикасније у односу на конвенционална средства сличне намене (механичка, пнеуматска и хидраулична) електронски уређаји показују читав низ предности као што су:

- мале димензије и мала сопствена маса,
- мала потребна снага управљања,
- велика брзина рада,
- мали губици снаге,
- могућност генерисања потребних функција,
- једноставно повезивање и пренос сигнала,
- велика поузданост и дуг век трајања.

У данашње време битна предност електронских система на возилу је и економско-еколошки аспект.

Имајући у виду чињеницу да не постоји хабање контакта и да се карактеристике не мењају у дужем временском периоду искључена је потреба превентивног одржавања електронских уређаја на аутомобилу. У односу на конвенционалне електромеханичке системе на возилу вредновањем се може утврдити да су електронски системи јефтинији при истим функционалним карактеристикама, бољи су при истој цени или су знатно бољи уз нешто вишу цену. Наиме, електронски системи поскупљују возило, али се на дуже стазе, кроз експлоатацију и одржавање, укупна вредност возила снижава [1].

Међутим, најбитније је да електронски системи на возилу у области мерења, управљања и дијагностике, везано за задовољење строгих захтева у области екологије и безбедности, извршавају задатке који апсолутно превазилазе техничке могућности конвенционалних система.

Подела електронике аутомобила могућа је са различитих становишта. С обзиром на функције и услове окружења уобичајена је подела приказана у табели 2.2.

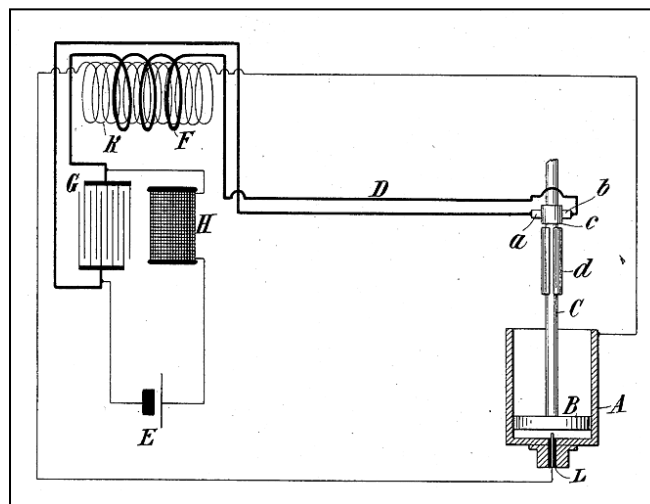
Табела 2.2. – Подела електронике аутомобила [1]

❖ Електроника мотора и трансмисије	❖ Електроника возила	❖ Информациони систем возача
Електроника мотора са унутрашњим сагоревањем, укључујући и трансмисију	Електронски уређаји за кочење, ослањање, управљање, безбедност, осветљење, светлосну сигнализацију, прање и брисање стакла и климатизацију	Обухвата све показиваче, светлосну и звучну сигнализацију, дијагностику и комуникационе уређаје.

2.3. Хронологија развоја и примене електронике на аутомобилу

Развој и примена електронике на аутомобилу у тесној су вези са општим развојем електронике и електронске технологије, а такође и са догађајима који су одлучујуће утицали на светска кретања у области безбедности у саобраћају, на економичну потрошњу горива и заштиту животне средине [1].

Четворотактни мотор који је конструисао Ото (*Nikolaus August Otto*) још 1876. год. имао је електрични систем паљења са индуктивним пражњењем и са акумulatorском батеријом као извором електричне енергије. Батеријски систем паљења са капацитивним пражњењем патентирао је Никола Тесла још 1898. године, али у то време такав систем није нашао ширу примену на аутомобилу. Копија шеме система у оквиру Теслине патентне пријаве (патент *US609250 A* од 16.08.1898. године) која се односи на батеријски систем паљења показана је на слици 2.1.



Слика 2.1. – Шема Теслиног система за паљење из 1898. године [1]

Један од модернијих систем паљења са унутрашњим сагоревањем, тзв. SDI систем (*Saab Direct Ignition*) само је усавршена и применом електронских елемената осавремењена

варијанта Теслиног система паљења. SDI систем је развила аутомобилска компанија Саб (*Saab*) и заснива се на принципу кондензаторског пражњења.

Електрична опрема на аутомобилу постепено се усавршавала и добијала нове елементе да би тек тридесетих година двадесетог века са цевним радио-пријемником на аутомобилу почела и примена електронике. С обзиром на своје конструктивне и експлоатационе карактеристике електронске цеви нису нашле ширу практичну примену на опреми самог аутомобила. Као пример прве електронске опреме аутомобила наводи се да је фирма Џенерал Моторс (*General Motors*) 1952. године презентирала аутоматски прекидач светла фарова изведен са електронским цевима на возилима Кадилак (*Cadillac*) и Олдсмобил (*Oldsmobile*). Тек са открићем транзистора 1946. године од стране физичара Вилијама Шоклија (*William Shockley*) отворене су широке могућности за примену електронике на аутомобилу и то како за потребе комфора, комуникација и сл, тако и за обављање највитаљнијих функција на возилу.

Даљи след догађаја је у складу како изузетно динамичним развојем електронске технологије тако и са растом производње аутомобила, нарочито у времену после II светског рата. Значајнија имплементација електронике у аутомобилској индустрији је отпочела седамдесетих година прошлог века применом електронски контролисаног система убризгавања горива.

Већ 1959. год. патентирана су интегрисана кола, 1961. МОС (метал-оксид) транзистори, а 1965. године и МОС интегрисана кола.

Од полупроводничких елемената прву важну примену на аутомобилу нашле су силицијумске диоде као усмерачи у колу алтернатора (Крајслер, 1960. год.). Одмах затим уследила је шира примена електронских елемената и склопова, прво са транзисторима у дискретној технологији, а затим и са интегрисаним колима:

- Транзисторски радио-пријемник са аутоматским тјунером (Тојота, 1962.).
- Транзисторско паљење са контактним управљањем и електронски обтомер (Форд, 1963.).
- Бесконтактно електронско паљење (Џенерал Моторс, 1964.).
- Електролуминисцентно осветљење; аутоматско закључавање врата (Тојота, 1964.).

Године 1965. у САД су усвојене норме о безбедности у саобраћају.

- Електронски регулатор напона алтернатора (Џенерал Моторс, 1966.); електронско убризгавање горива (Бош (*Bosch*), 1967.).
- Аутоматски регулатор брзине вожње (Тојота, 1967.).
- Електронско управљање трансмисијом (Рено (*Renault*), 1968.).
- Антиблокирајући систем – ABS (Форд, 1968.).

Године 1970. у САД је усвојен закон о чистом ваздуху (енгл. *Clean Air Act*), а у ЕЕЗ је издата директива 70/220/ЕЕС која се односи на заштиту ваздуха од емисије штетних

гасова из аутомобила. 1971. год. у Европи је усвојен Правилник ЕСЕ R15 о ограничењу емисије штетних гасова.

- Клима уређаји са аутоматском регулацијом (Нисан (*Nissan*), 1971.).

Године 1973. догодила се прва светска нафтна криза.

- Електронска контрола заштитних појасева (Фолксваген (*Volkswagen*), 1973.).
- Кварцни часовник (Крајслер, 1973.).
- Сервоуправљач (Тојота, 1974.).
- Електронско управљање ваздушним јастуком (Џенерал Моторс, 1974.).

Године 1975. у САД-у је усвојен закон о газдовању енергијом ЕРСА (*Energy Policy and Conservation Act*) и **CAFE** (*Corporate Average Fuel Economy*) стандарди о потрошњи горива. Од те године електронски уређаји за паљење примењени су скоро на свим новопроизведеним путничким аутомобилима у САД.

- Електронски систем за паљење са аналогним регулатором угла претпаљења (Крајслер, 1975.).
- Електронски систем за паљење са дигиталним регулацијом угла претпаљења помоћу микропроцесора (“MISAR”, Џенерал Моторс, 1975.).
- Транзисторски релеј мигавца (Тојота, Toyota, 1976.).
- Интегрални систем управљања функцијама мотора (систем ЕЕС I, Форд, 1977.).
- Електронски управљано активно вешање; електронски информациони систем возача (Џенерал Моторс, 1977.).
- Електронско управљање функцијама карбуратора (Нисан, 1978.).
- Интегрални систем управљања функцијама мотора у затвореној петљи са ламбда сондом и са трокомпонентним катализатором (ЕЕС II, Форд, 1978.).

Године 1979. је била друга светска нафтна криза.

- Навигациони систем возача (Мицубиши (*Mitsubishi*), 1980.).
- Вишеканални оптички кабл на возилу (Нисан, 1981.).
- Интегрални систем управљања функцијама мотора и трансмисије (*Motronic*, Бош, 1983.).
- Електронски систем паљења са директним капацитивним пражњењем (SDI, Саб (*Saab*) 1988.).

1985. године, Одбор за заштиту ваздуха у Калифорнији (енгл. *California Air Resources Board* – CARB) усвојио је пропис према коме сва возила произведена од 1988, продата на тржишту Калифорније, морају бити опремљена системом дијагностике (енгл. *On Board Diagnosis* – OBD) и самопровере свих елемената и система који су релевантни за емисије штетних издувних гасова.

Од 01.07.1992. године у Европи важи Правилник ECE R83/01 о ограничењу емисије штетних гасова, усаглашен са одговарајућом директивом EEZ 91/441/EEC (EURO I). У табели 2.3 су приказани EURO стандарди од увођења до данас.

Табела 2.3 – Стандарди са емисију штетних гасова из возила [2]							
Класификација	Датум	CO [g/km]	THC [g/km]	NMHC [g/km]	NO_x [g/km]	HC+NO_x [g/km]	PM [g/km]
Дизел мотори							
Euro 1	Јул 1992.	2,72 (3,16)	-	-	-	0,97 (1,13)	0,14 (0,18)
Euro 2	Јануар 1996.	1,0	-	-	-	0,7	0,08
Euro 3	Јануар 2000.	0,64	-	-	0,50	0,56	0,05
Euro 4	Јануар 2005.	0,50	-	-	0,25	0,30	0,025
Euro 5	Септембар 2009.	0,500	-	-	0,180	0,230	0,005
Euro 6	Септембар 2014	0,500	-	-	0,080	0,170	0,005
Бензински мотори							
Euro 1	Јул 1992.	2,72 (3,16)	-	-	-	0,97 (1,13)	-
Euro 2	Јануар 1996.	2,2	-	-	-	0,5	-
Euro 3	Јануар 2000.	2,3	0,20	-	0,15	-	-
Euro 4	Јануар 2005.	1,0	0,10	-	0,08	-	-
Euro 5	Септембар 2009.	1,000	0,100	0,068	0,060	-	0,005
Euro 6	Септембар 2014	1,000	0,100	0,068	0,060	-	0,005

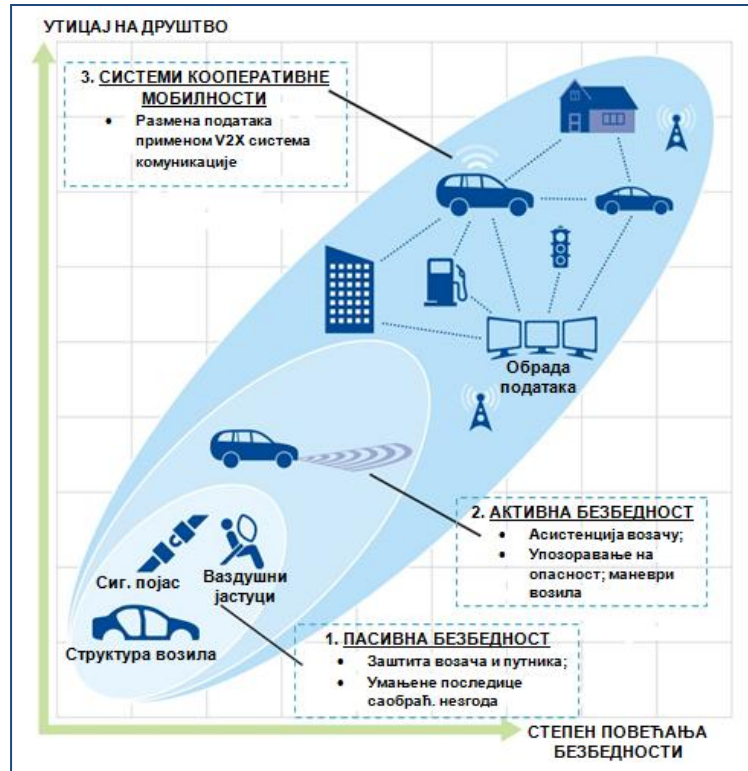
Еколошки захтеви, који су почетком седме деценије били врло различити у појединим државама и регионима и временом је постигнут тренд прогресивног смањења дозвољених граница емисија штетних гасова уз извесне промене у методама и поступцима испитивања емисија и уз усклађивање и хармонизацију одговарајуће регулативе.

Дакле, увођење и развој електронских система управљања омогућава да се произведу возила која имају боље погонске и употребне карактеристике. Редослед увођења електронских система на возила као и тренд будућег развоја посебно у погледу повећања пасивне и активне безбедности возила дат је на сликама 2.2 и 2.3.



Слика 2.2. – Тенденције развоја активне и пасивне безбедности [5]

На слици 2.3. је приказан утицај пораста степена безбедности, односно развоја система пасивне и активне безбедности на друштво. Процес развоја пасивне и активне безбедности је текао преко развоја система за заштиту возача; потом је уследио развој система за асистенцију возачу у вожњи; преко глобалних система за повезивање и размену података.



Слика 2.3. – Утицај пораста степена безбедности на друштво [4]

V2X системи кооперативне мобилности - V2X је заједнички назив за V2V (Vehicle-to-Vehicle) и V2I (Vehicle-to-Infrastructure) комуникацију. V2X системи омогућавају возилима да размењују податке између себе, као и са путном инфраструктуром. V2X комуникација је базирана на 5.9GHz DSCR (Dedicated Short Range Communication) радио комуникацији. То је двосмерна, бежична комуникација кратког домета специјално дизајнирана за објекте у покрету. V2X комуникација је слична Wi-Fi комуникацији уз коришћење ефикасних (*ad hoc*) функција умрежавања. Крајњи циљ ове технологије јесте да се контрола руковања аутомобилом полако пренесе са возача на само возило.

2.4. Структура и карактеристике елемената система електронског управљања

Савремени системи електронског управљања на возилу функционишу на принципу који се састоји од три основна корака. Као и код људских бића и код аутомобила се циклус извршења жељене радње састоји од опажања (пријем информација), обраде улазних информација и извршења жељене радње. На слици 2.4. је приказан општи пример – око прима информацију, мозак је обрађује, а прсти је извршавају.



Слика 2.4. – Пријем и обрада информација и извршење жељене радње [5]

Како је већ истакнуто, пут од пријема информације до извршења је у аутомобилу врло сличан (слика 2.5.). пријем информација се врши преко сензора, обрада информација у компјутерској управљачкој јединици, а извршни уређаји су актуатори. У даљем тексту су објашњене основне функције основних елемената електронског система управљања. Треба напоменути да је овај систем може бити отвореног или затвореног типа. На сликама 2.4. и 2.5. је приказан систем затвореног типа, у коме се примењује принцип повратне спреге, односно ток информација је кружни.



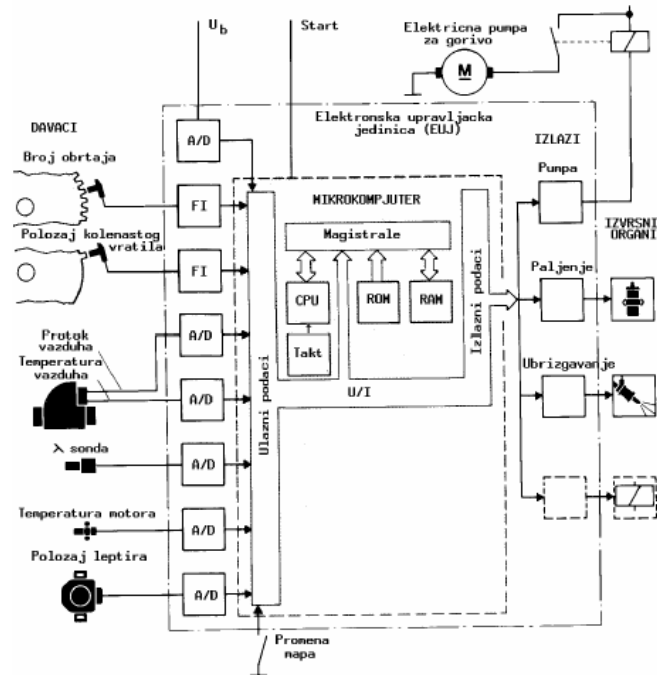
Слика 2.5. – Илустрација принципа рада електронског управљачког система на возилу [5]

2.4.1. Електронска управљачка јединица (ЕУЈ)

У електронским системима аутомобила појам електронска управљачка јединица (енгл. *Electronic Control Unit* – ECU) означава сваки уграђени компјутерски систем који управља једним или више система или подсистема на возилу. Реалан изглед једне електронске управљачке јединице је дат на слици 2.6.а), а на слици 2.6.б) је приказана блок шема електронске управљачке јединице.



Слика 2.6 а) - Изглед ЕУЈ произвођача GeoStorm [6]



Слика 2.6 б) - Блок шема електронске управљачке јединице [3]

ЕУЈ се састоји од микропроцесора, RAM (енгл. *random access memory*) меморије, ROM (енгл. *read only memory*) и интерфејса за улаз/излаз. На основу информација које добија преко улазних давача – сензора, ЕУЈ одређује оптимална подешавања излазних елемената – актуатора.

Неке од врста ЕУЈ су [7]:

- модул за управљање радом мотора (енгл. *Engine Control Module - ECM*),
- модул за управљање погонском групом (енгл. *Powertrain Control Module - PCM*),
- модул за управљање трансмисијом (енгл. *Transmission Control Module - TCM*),
- модул за управљање кочионим системом (енгл. *Brake Control Module - BCM* или *EBCM*),
- централни контролни модул (енгл. *Central Control Module - CCM*),
- централни временско-зависни модул (енгл. *Central Timing Module - CTM*),
- модул за управљање системом ослањања (енгл. *Suspension Control Module - SCM*),
- управљачка јединица или управљачки модул.

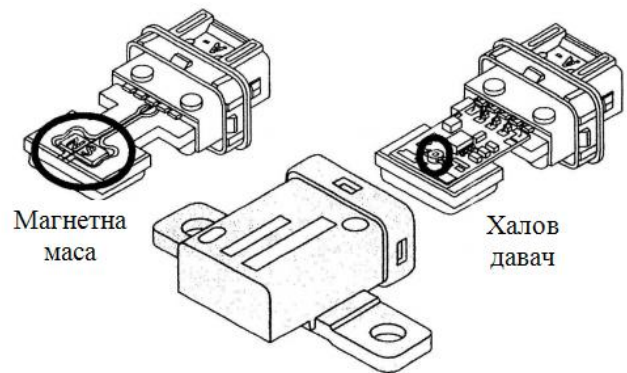
Заједно, ови управљачки модули сачињавају компјутер аутомобила (технички, то није један, већ више компјутера). Нека савремена возила имају до 80 управљачких јединица. Софтвери ових ЕУЈ-а су све комплекснији и напреднији [7].

2.4.2. Давачи (сензори)

Улазни орган или члан у мерним системима и у системима аутоматског управљања је мерни елемент или уређај који даје информације о квалитативним и квантитативним карактеристикама мерене величине, односно посматраног објекта, стања или процеса. Тај први, полазни члан мерног ланца назива се мерни давач. Његов задатак је да прима информацију од посматраног објекта, стања или процеса у облику мерене физичке величине и да је у складу са одређеним природним или физичким законом претвори у информацију исте те или неке друге физичке величине, у мерни или управљачки (обично електрични, пнеуматски или хидраулични) сигнал погодан за пренос и даљу обраду. На сликама 2.10. и 2.11. су приказана два типа давача који се примењују у возилу, илустративно.



Слика 2.10. - Реалан изглед сензора брзине аутомобила [3]



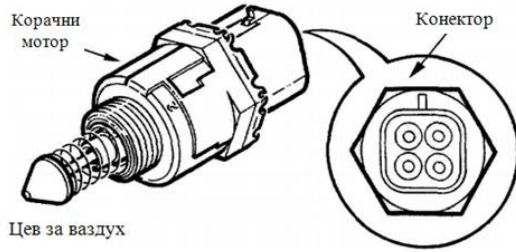
Слика 2.11. - Сензор бочног убрзања [3]

2.4.3. Актуатори

У електронским системима мерења и управљања на моторним возилима као излазни органи се користе различите врсте електроventила, сервомотори, корачни мотори, индукциони калемови, релеји, светлосни и звучни сигнални уређаји и слично.

Излазни члан система управљања чији је задатак да непосредно утиче на објекат или процес управљања назива се извршни орган или актуатор.

Најчешће примењени актуатори су корачни мотори, соленоиди и хидраулични актуатори. На сликама 2.12. и 2.13. су приказана два типа актуатора, илустративно.



Слика 2.12. - Корачни мотор у систему празног хода [3]



Слика 2.13. - Вентил са соленоидом – електромагнетни актуатор [3]

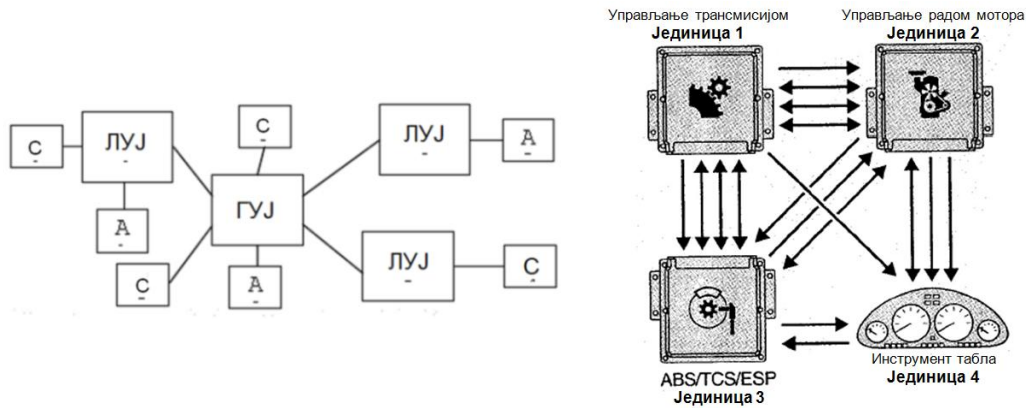
2.5. Пренос информација у електронским системима управљања

Да би возило, које има све већи број различитих електронских система, функционисало као целина, неопходно је да ти електронски системи међусобно размењују информације. То условљава веома сложену хардверску и софтверску структуру савремених и будућих возила.

Конвенционалан начин преноса и размене података од тачке до тачке, помоћу индивидуалних линија одавно је достигао своје практичне лимите. Комплексност жичне инсталације на возилима и величине утичница и конектора су већ сада веома тешки за руковање. Ограничен број пинова у конекторима такође је успорио рад на развоју електронских управљачких јединица. Треба напоменути и то да је на возилу средње величине, укупна дужина каблова већа од 1 km, има око 300 конектора и кућишта са укупним бројем од око 2000 пинова. Дакле, једино решење је примена мрежних система за пренос података и управљање.

Широки спектар примене електронских комуникационих система и система управљања у отвореној и затвореној повратној спрези, за различите функције на возилу, учинио је да је од суштинског значаја мрежно повезивање појединачних електронских управљачких јединица.

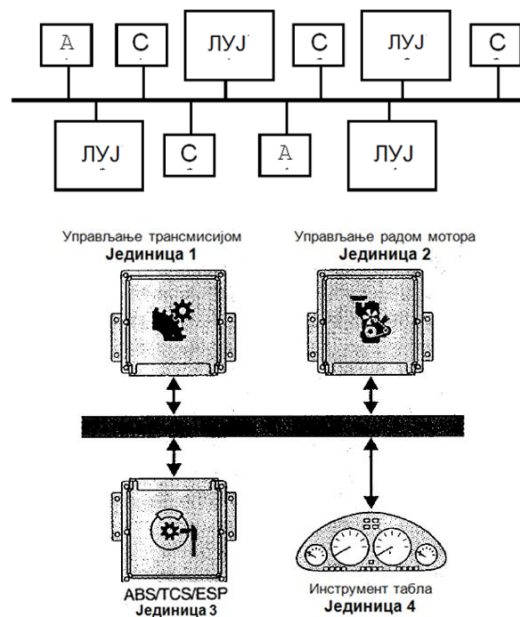
Класични систем преноса података и управљања функцијама возила има звездасту структуру, приказану на слици 2.14, у којој постоји једна главна (мастер) управљачка јединица (ГУЈ), као и више локалних управљачких јединица (ЛУЈ), сензора (С), и актуатора (А), које су са ГУЈ повезане преко локалне серијске или паралелне везе. Обрада сигнала сензора и команде актуаторима могу бити реализоване у главној микропроцесорској управљачкој јединици или у одговарајућем локалном управљачком систему.



Слика 2.14. - Звездаста структура система управљања [3]

Звездаста конфигурација управљачког система захтева да главни управљачки систем има микропроцесор велике брзине како би обрадио све информације које се у њега сливају. Жичана инсталација за повезивање сензора и актуатора са управљачким јединицама је веома сложена, велике дужине, што отежава интеракцију између различитих система, а истовремено цео систем је подложен сметњама [8].

Бољи квалитет управљања возилом постиже се применом мреже, обично двојичне, на коју су прикључене све управљачке јединице система на возилу, интелигентни сензори и интелигентни актуатори, и код које се комуникација одвија серијски. Шематски приказ једне такве мреже дат је на слици 2.15. У њој не мора да постоји главна управљачка јединица.



Слика 2.15. - Мрежна структура система управљања [3]

Мрежа на возилу треба да омогући и везу са другим компјутерским системима који су ван возила (навигација, дијагностика, контрола еколошких параметара возила итд.), због чега

мора да задовољи и опште стандарде повезивања компјутерске опреме дате стандардом ISO 7498 који дефинише отворени систем повезивања OSI (енгл. *Open System Interconnection*) са седам основних нивоа повезивања [7]. У Табели 2.4. дат је преглед нивоа повезивања и њихова основна функција полазећи од највишег нивоа.

Табела 2.4.: Нивои повезивања и њихова основна функција [3]		
Ниво	Назив нивоа	Функција
7	Ниво апликације (<i>Application layer</i>)	Омогућава везу између корисника и OSI околине. Садржи функције које су неопходне за управљање системом.
6	Ниво приказивања (<i>Presentation layer</i>)	Приказује податке у одговарајућем облику (на пример у ASCII облику).
5	Ниво повезивања (<i>Session layer</i>)	Обезбеђује дијалог између комуникационих уређаја у мрежи.
4	Ниво транспорта (<i>Transport layer</i>)	Обезбеђује поуздан пренос података између удаљених јединица мреже.
3	Мрежни ниво (<i>Network layer</i>)	Дефинише повезивање подсистема који се разликују на нивоу података и физичком нивоу.
2	Ниво података (<i>Data link layer</i>)	Омогућава повезивање и размену података између уређаја који су на истом физичком нивоу помоћу одговарајућих протокола.
1	Физички ниво (<i>Physical layer</i>)	Одређује физичке карактеристике кабла за повезивање и излазног дела управљачког уређаја. Дефинише нивое и облике електричних сигнала.

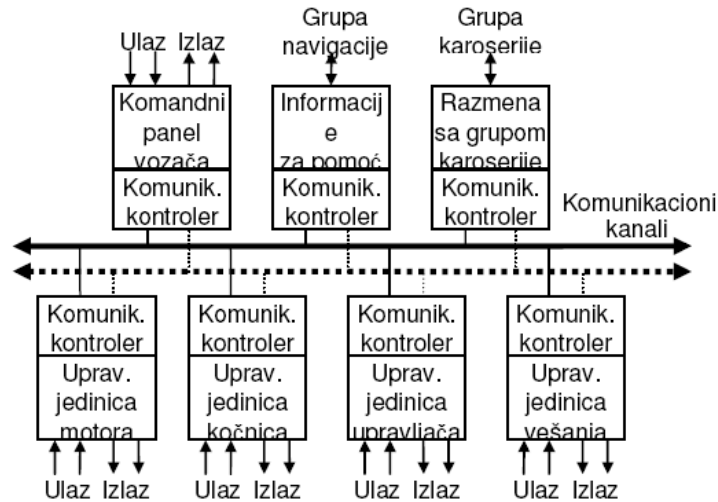
Код возила је довољно реализовати три нивоа повезивања у мрежу: 1. ниво: физички ниво; 2. ниво: ниво података и 7. ниво: ниво апликације, мада постоје протоколи који дефинишу свих седам нивоа повезивања.

2.5.1. Архитектура електронских система на возилу

Возило, као сложени дистрибуирани електронски систем, се састоји од више мрежно повезаних подсистема који се називају групе (енгл. *clusters*). Свака група реализује једну посебну функцију. Примери за групе су електронски системи за управљање погонским агрегатом и динамиком возила, електронски системи каросерије (сигнализација и комфор), мултимедијални и навигациони електронски системи итд.

Група се састоји од више чворова (енгл. *node*). на пример, систем за управљање погонским агрегатом и динамиком возила има чвор са електронским системом за управљање кочионим системом, чвор са електронским системом за управљање возилом, чвор са електронским системом за управљање трансмисијом, чвор за командни панел возача, чвор за повезивање са другим групама и сл. У циљу размене података сви чворови се повезују

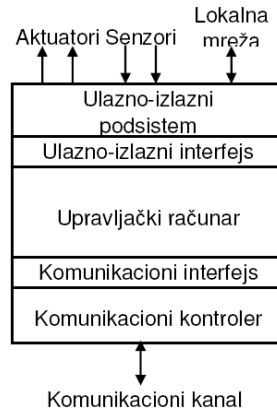
комуникационим каналима помоћу којих се информације размењују по одговарајућем протоколу. Комуникациони канал код система који су критични са становишта безбедности има редундансу добијену дуплирањем комуникационог канала при чему се иста информација преноси преко оба канала. Шематски приказ једне групе дат је на слици 2.16.



Слика 2.16. - Мрежно повезани подсистеми, групе [3]

На слици 2.17. дат је шематски приказ једног чвора. Чвор се састоји од три главна дела:

- 1) **Улазно-излазни подсистем** за прикупљање информација од интелигентних сензора и актуатора који припадају том чвору. Више сензора и актуатора могу бити повезани локалном мрежом а затим повезани на улазно-излазни подсистем.
- 2) **Управљачки рачунар** са одговарајућим софтвером који у реалном времену израчунава и шаље актуаторима команде на основу података од сензора и података добијених преко комуникационог канала. За повезивање са улазно-излазним подсистемом и комуникационим контролером користе се одговарајући интерфејси.
- 3) **Комуникациони контролер** повезује чвор преко комуникационог канала са осталим чворовима у групи ради размене информација. Хардверска реализација комуникационог контролера зависи од комуникационог канала. Комуникациони канал као хардверска компонента мреже може бити реализован применом жичаних веза (једножично, двојично, четворожично, итд.) или оптичким проводницима уз унапред дефинисане нивое корисног сигнала. Размена информација, односно софтверски облик поруке, обавља се према унапред дефинисаном стандардизованом поступку – протоколу.



Слика 2.17 - Шематски приказ чвора [3]

2.5.2. Мреже и мрежни протоколи на возилима

Возило обично има више мрежа који имају различите хардверске и софтверске реализације, односно функционишу примењујући различите протоколе. Мрежа и мрежни протокол за примену на возилу морају да имају следеће основне карактеристике:

- висока интеграбилност укомпонована са осталим компонентама и системима
- возила у целину, тј. вероватноћа појаве случајних грешака треба да је безначајна и да не утиче на функционисање возила,
- функционална прилагођеност, тј. максимално време чекања на пренос и пренос информације треба да буде довољно кратко тако да не омета управљање,
- конфигурабилност мреже тј. мрежа се може лако проширивати и модификовати,
- отпорност на грешке тј. комуникација се мора обновити када се отклони грешка а постојање резервног канала је пожељно а понекад и неопходно; минималан број међувеза тј. свака додатна веза односно конектор повећава
- вероватноћу појаве грешке,
- димензионо и функционално прилагођени конектори,
- електромагнетска компатибилност - отпорност на утицаје околине - температуру, влажност, вибрације, прашину,
- капљице горива, уља, мазива итд,
- ниска цена [3, 8].

Класификација мрежа може се извршити по различитим критеријумима. Америчко друштво аутомобилских инжењера (енгл. *Society of Automotive Engineers* – SAE) у зависности од брзине преноса информација кроз мрежу, а самим тим и од примене на возилима, поделило је у својим стандардима мреже на возилима у три класе: А, В, и С. Брзи развој мултимедијских апликација (Интернет, навигација, дигитална телевизија) као и такозвано „управљање помоћу жице”, тј. *X-By-Wire*, (где се управљање, „X”, односи на управљач, кочницу, мењач, мотор и сл.), захтевају веће брзине преноса података што

условљава да се формира још нестандардизована класа D. Основне карактеристике и намене тих класа дате су у Табели 2.5.

Табела 2.5 - Подела мреже на возилима у класе [3]		
Класа мреже	Брзина преноса	Примена
A	<10 kb/s Мале брзине	Комфор возача и путника: подешавање огледала и седишта, отварање пртљажника, централно закључавање.
B	10-125 kb/s Средње брзине	Инструменти у возилу, брзина возила, подаци о емисијама возила.
C	125 kb/s – 1 Mb/s Велике брзине	Управљање у реалном времену функцијама мотора, динамиком возила, кочионим системом.
D	>1 Mb/s	Управљање у реалном времену системима одговорним за безбедност путника и возача; мултимедијалне апликације.

Примена мрежа у системима управљања системима возила условила је потребу за одговарајућим протоколом за размену информација између чворова у мрежи. Појавило се више типова протокола јер су произвођачи различито реализовали и назвали протоколе:

- *Volkswagen* је развио ABUS протокол,
- *Renault & PSA* – VAN протокол,
- *Toyota* – BEAN протокол,
- *General Motors* – J1850VPW протокол,
- *Ford* – J1850PWM протокол, итд.

Лидер у области мрежних протокола за примену на возилима постао је *Bosch* са својим CAN (енгл. *Controller Area Network*) протоколом који је формиран 1985. Године, а актуелни облик добио 1991. Године. *Bosch* је омогућио да његов протокол буде отворен за све кориснике због чега је брзо прихваћен и постао основа за ISO и SAE стандарде како на возилима тако и у индустрији и другим областима. Према начину на који се појављују информације на мрежи протоколе можемо поделити на протоколе управљане догађајем и временски управљане протоколе.

Протокол управљан догађајем

Возило обично има више мрежа које имају различите хардверске и софтверске реализације, односно функционишу примењујући различите протоколе.

Према начину на који се појављују информације на мрежи протоколи се могу поделити на протоколе управљане догађајем (CAN протокол – енгл. *Controler Area Network*) и временски управљане протоколе (TTP протокол – енгл. *Time Trigered Protocol*).

Протоколи управљани догађајем раде на принципу да се информација из неког чвора у мрежи генерише када дође до промене информације коју шаље тај чвор. У једном тренутку само један чвор у мрежи емитује поруку коју примају сви чворови у мрежи па и

онај који је емитије. Ако се информација не мења чвор је не шаље па самим тим и не оптерећује мрежу.

Сви чворови у мрежи имају одговарајући приоритет и при истовременом слању поруке из два чвора одбацује се порука нижег приоритета. Овакав тип протокола обично се имплементира помоћу серијске мреже. Једна од најважнијих његових предности је заштита од појаве грешака у мрежи и унутрашњих грешака постојањем самоконтроле (*BUS Guardian*).

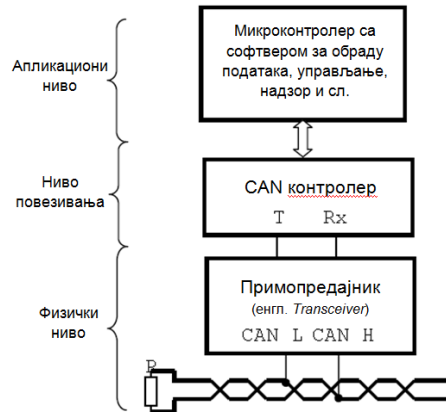
Протоколи управљани догађајем су CAN (*Controler Area Network*), LIN (*Local Interconnection Network*), *Buterflight*, и други.

CAN протокол је постао основа за стандарде за мреже у возилима у Европи: ISO 11519-2 стандард за споре апликације, ISO 11898 за брзе апликације и ISO 9141 за дијагностику, као и у Америци: SAE J1939 за мреже класе C на теретним возилима, SAE J2284 за путничка возила (заснован на ISO 11898) и SAE J1850 за мреже класе A и B и дијагностику.

Повезивање управљачких јединица, интелигентних сензора и интелигентних актуатора, који чине чворове мреже, на електрични вод, захтева да те јединице имају структуру која је приказана на слици 2.18, у складу са унапред познатим моделом повезивања.

Мрежа заснована на CAN протоколу има следеће особине:

- свака порука које се шаље помоћу мреже има одговарајући приоритет,
- за поруке нижег приоритета гарантује се слање после одређеног времена чекања,
- мрежа мора да има флексибилност при додавању нових чворова у мрежу,
- временски синхронизован пријем и предају свих чворова у мрежи,
- променљив формат података који се шаљу мрежом,
- више главних (мастер) чворова у мрежи,
- детекција грешака и њихова сигнализација,
- аутоматско понављање неисправних порука чим је мрежа слободна,
- раздвајање привремених од трајних грешака у чворовима и аутономно искључивање неисправних чворова.



Слика 2.18. – Структура чвора мреже на возилу [3]

[Апликациони ниво је специфичан за сваки чвор мреже. Ако је чвор мреже „интелигентни“ сензор онда се у њему врши обрада сигнала одговарајућег давача ради довођења у жељени облик (линеаризација, појачавање), самопровера исправности, самокалибрација и припрема података за слање мрежом.

У апликационом нивоу „интелигентног“ актуатора обрађује се командни сигнал добијен преко мреже и на основу њега генерише одговарајућа акција актуатора. Ту се врши и самопровера исправности актуатора и самоподешавање [9].

Управљачке јединице у мрежи у апликационом нивоу врше обраду података добијених преко мреже, као и података добијених од сензора који су локално везани за ту управљачку јединицу и генерише податке неопходне за управљање локалним или „интелигентним“ актуаторима.

Проблем код протокола управљаног догађајем је што оптерећење мреже није константно тако да се може десити да поруке чворова нижег приоритета буду потискиване толико дуго да постану неактуелне [8].

Временски управљан протокол

Поруке код временски управљаних протокола, ТТР (енгл. *Time Trigered Protocol*) шаљу се у унапред дефинисаним временским интервалима. Укупно време у коме морају да се појаве све поруке дели се на интервале, одељке, и сваком чвору се одређује одељак у коме треба да шаље поруку. Сви чворови у мрежи при томе имају приступ мрежи и могу да читају све остале поруке па и своју поруку. Због временске дефинисаности тренутка слања поруке, мрежа мора бити временски синхронизована, што се постиже обично посебним чвором који шаље синхронизационе импулсе свим чворовима.

Временски управљани протоколи су *TTP/C*, *FlexRay* итд. Њихова основна примена је предвиђена за системе критичне са становишта безбедности, као што су системи за „управљање помоћу жице“ (*X-by-Wire*), где се постојећи механички системи замењују мехатроничким системима.

Мехатронички системи немају резервни механички систем којим се преузима контрола у случају отказа електронског система па је због тога неопходно да електронски системи са војим комуникационим каналима буду тако направљени да су имуни на грешке било које врсте.

Детерминисаност временски управљаног протокола ствара велику поузданост у системима управљања уз равномерно оптерећење мреже, али отежава прикључење нових чворова у мрежу. Додавање нових чворова захтева потпуно реконфигурисање целе мреже.

Добре карактеристике временски управљаних протокола и протокола управљаних догађајима су покушали у *Bosch*-у да интегришу у TTCAN (енгл. *Time Trigered Controller Area Network*) протоколу. TTCAN дели време приступа мрежи тако да у одређеним одељцима мрежи имају приступ одређени чворови, битни за поуздано функционисање система управљања, док се у другим одељцима примењују стандардни режими CAN протокола.

3. Дијагностика система на моторним возилима

3.1. Избор и оцена дијагностичких параметара возила и одређивање карактеристика њихових промена са аспекта одржавања

Дијагностика је научна дисциплина која се бави истраживањем веза између промена стања возила, односно сваког техничког система, и промена његових структурних параметара. Те промене се упоређују са унапред утврђеним квалитативним и квантитативним критеријумима. На основу упоређивања добијених резултата доноси се закључак о стању у коме се возило налази. Ако се на возилу јави одређени отказ, следећи корак јесте налажење места и узрока настанка отказа.

Дијагностика углавном обухвата поступке утврђивања стања возила и идентификације узрока таквог стања, а ти поступци се врше применом средстава дијагностике.

У току процеса корективног одржавања захвално је користити тзв. дијагностичке алгоритме. Они указују на могуће начине уклањања уочених неисправности, односно отказа.

Дијагностички објекат може бити возило као целина, као и делови и подсистеми возила (мотор, кочиони систем, трансмисија и сл.).

Структура возила се изражава помоћу делова и веза између њих. Сложена структура возила се описује структурним параметрима. Ови структурни параметри могу бити:

- различите геометријске величине (дужина, ширина, дебљина, површина, запремина и сл.);
- механичке величине (маса, сила, притисак, напон и сл.);
- виброакустичне величине (фреквенција, амплитуда, јачина звука);
- топлотне величине (температура, специфична топлота).

Структурним параметрима се не дефинишу ни радни, ни пратећи процеси, већ се само описује понашање структуре.

Дијагностичким параметрима се описују излазни (радни и пратећи) процеси. Они зависе од: улазних карактеристика, карактеристика процеса, спољашњег оптерећења и услова окружења возила. На пример, излазни процеси код возила могу бити:

- трење фрикционих елемента (радни процес) и повећање температуре делова кочница (пратећи процес);
- пренос механичког оптерећења код лежишта (радни процес) и трење (пратећи процес); итд.

Постоји већи број дијагностичких параметара који су настали због постојања пратећих процеса. Неки од тих параметара су: интензитет буке, температура лежаја, амплитудно-фреквентне карактеристике, вибрације и сл.

Величина која изражава излазне карактеристике возила може бити дијагностички параметар уколико испуњава следеће услове:

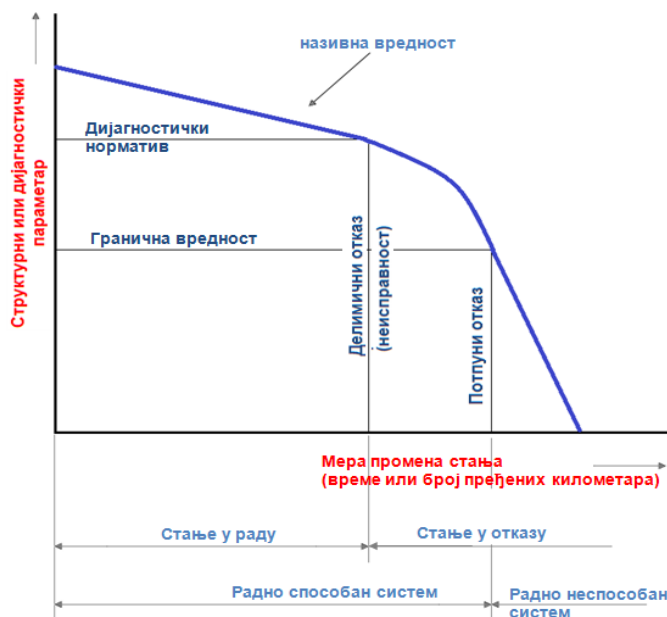
- једнозначност (вредности параметра одговара само једна, строго одређена вредност излазних карактеристика);
- осетљивост излазне карактеристике на промену структурног параметра;
- могућност мерења перформанси и других карактеристика излазних процеса.

Велики број величина код возила карактерише излазне процесе, и управо се те величине узимају за дијагностичке параметре. Природа тих величина, односно дијагностичких параметара може бити: геометријска, механичка, топлотна, виброакустична, хемијска и сл. Важно је истаћи да се дијагностичка испитивања не могу вршити у било којим условима.

Теоријске анализе дијагностике ослањају се на тзв. модел објекта. Он има задатак да олакша успостављање везе између стања возила и дијагностичког параметра, нарочито у фази развоја. При развоју дијагностичких система користе се:

- аналитички,
- тополошки и
- функционални модели објекта.

Приликом утврђивања стања возила неопходно је вршити мерења дијагностичких параметара. Мерењем, добијене вредности дијагностичких параметара се упоређују са задатим нормативима (дозвољеним вредностима дијагностичких параметара), као што је илустровано на слици 3.1.



Слика 3.1. - Стање структурног дијагностичког параметра [10]

При формирању модела одржавања према стању са контролом параметара, од правилности избора граничне вредности параметара стања зависи и њихова применљивост. При одређивању граничне вредности дијагностичких параметара неопходно је водити рачуна о препорукама произвођача дијагностичке опреме и постојећим нормама.

Одређивање граничних вредности структурних дијагностичких параметара возила може се извршити на основу искуства, експерименталних истраживања, или на основу прорачуна.

Граничне вредности структурних дијагностичких параметара возила се одређују на основу испитивања и анализе, као и на основу добијених података током њиховог коришћења и одржавања, а на основу следећих критеријума:

- техничког критеријума – полази се од претпоставке да ће у одређеном тренутку времена наступити гранично стање (разарање – лом, истрошење итд.);
- критеријума ефикасности – полази се од претпоставке да ће доћи до опадања ефективности возила испод дозвољених граница (нпр. повећање потрошње горива и мазива, смањење снаге мотора, повећање трошкова текућег одржавања возила итд.);
- функционалног критеријума - полази се од претпоставке да ће доћи до опадања удобности управљања возилом, односно да ће доћи до погоршања услова кретања са аспекта безбедности саобраћаја (нпр. повећање нивоа буке, прегревање појединих склопова на возилу, проклизавање спојнице итд.).

Најчешће се као дијагностички параметри код возила узимају:

- потрошња горива,
- снага на погонским точковима,
- време залета у датом интервалу брзине,
- максимално успорење при кочењу,
- садржај отровних материја у издувним гасовима.

Уколико се врши дијагностиковање само одређеног система или дела возила, примењују се карактеристични дијагностички параметри су који су наведени у тексту који следи. Као дијагностички параметри се могу узети за:

- Кочиони систем – сила кочења на точковима, разлика силе кочења на точковима једне осовине, слободан ход педале кочнице, истрошеност фриксионих облога кочница, максимално успорење возила при кочењу, притисак у преносном систему за кочење, температура у фриксионом споју, ниво кочионе течности у резервоару;
- Погонски агрегат - снага мотора, притисак на крају такта сабијања, карактеристике вибрација, број обртаја коленастог вратила, ниво уља у картеру,

температура блока и главе мотора, састав издувних гасова, притисак гасова у картеру, температура уља;

- Систем за хлађење – ниво расхладне течности, разлика у температури расхладне течности на улазу и излазу из хладњака;
- Систем за пренос снаге - слободан ход педале спојнице, температура радне течности у резервоару главног цилиндра спојнице, губитак снаге у систему трансмисије, количински и квалитативни састав продуката хабања у уљу, карактеристике вибрација;
- Систем за управљање - слободан ход точка управљача, ниво уља у картеру управљачког механизма, зазор у преносном систему, сила на управљачком точку и сл.

Дијагностика је технологија која је са једне стране везана за тренутно стање возила, а са друге стране за систем одржавања примењен на том возилу. Дакле, закључује се да дијагностика представља интегрални део конкретног система одржавања.

Поступци дијагностиковања се базирају на контролама стања возила са основним циљем утврђивања његове исправности. Аутоматизовани дијагностички системи, уместо возача, обезбеђују непрекидни и објективни надзор над радом возила. У случају да се појави било каква неисправност у раду возила овај аутоматизовани дијагностички систем упозорава возача да је потребно извршити одговарајућу интервенцију на возилу [10].

3.1.1. Утврђивање норматива дијагностичких параметара

Дијагностика возила представља објективну методу утврђивања стања у коме се оно налази. Утврђивање стања (утврђивање проблема), односно постављање дијагнозе, је поступак који претходи свакој операцији одржавања, тј. представља њену прву фазу.

Постављање дијагнозе служи да се утврди да ли је возило исправно или не и да се утврде узроци евентуалне његове неисправности. Постављање дијагнозе се своди на успостављање везе између возила и насталог отказа, као и на утврђивање стања у коме се возило налази, при чему се све то врши на основу унапред утврђене функције критеријума.

Систем дијагностике возила обухвата следеће активности:

- успостављање законитости промене параметара стања возила и његове погодности за контролу;
- избор дијагностичких параметара и одређивање карактеристика њихових промена и веза са параметрима стања возила;
- утврђивање норматива дијагностичких параметара;
- одређивање могућности постављања дијагнозе;
- избор одговарајуће методе и мерних средстава;

- одређивање оптималне процедуре, односно алгоритма дијагностике;
- утврђивање режима, технологије, као и места и положаја дијагностике у укупном систему одржавања возила.

Потреба повезивања процеса дијагностике у систем дијагностике са процесима одржавања и условима коришћења возила је логична и нужна, јер на стање возила утичу сви они фактори који карактеришу њихово коришћење и одржавање. Током коришћења возила већи број фактора делује у правцу поремећаја његовог исправног функционисања. Задатак одржавања возила је да омогући њихово исправно функционисање, што значи задржавање стања возила увек на истом нивоу. То је веома тешко остварити, јер је немогуће непрекидно остваривати равнотежу између неповољних и повољних утицаја [10].

3.2. Приказ суштине дијагностичких метода које се најчешће примењују при утврђивању техничког стања возила

У зависности од тога да ли је објекат дијагностике цело возило или неки његов подсистем, односно део возила, дијагностика може бити општа и локална.

Опште дијагностичке методе се примењују када је потребно утврдити опште стање возила са циљем провере испуњености основних захтева у погледу исправности, који су утврђени законским регулативама.

Локалне дијагностичке методе примењују се у случајевима када је потребно утврдити не само стање возила, већ и врста отказа, као и место и узрок његове појаве.

Подела дијагностичких метода се може извршити на основу више различитих критеријума. Поред поделе на опште и локалне, дијагностичке методе се могу поделити и на: *објективне* и *субјективне*; *путне* и *лабораторијске*; *специјалне* и *универзалне*. Последња подела је и најчешћа подела дијагностичких метода.

Од **универзалних дијагностичких метода**, које се заснивају на опште важећим принципима, најчешће се примењују:

- енергетске,
- топлотне,
- стробоскопске,
- виброакустичне.

Кроз мерење перформанси возила, потрошње горива и других потрошних материјала и радних течности, утврђују се промене у радним и пратећим процесима применом енергетских метода. Применом енергетских метода дијагностиковање се спроводи углавном применом тзв. динамометарских ваљака.

Као дијагностички параметар при примени топлотних метода најчешће се користи температура, односно интензитет промене температуре или брзина те промене. Мерење

температуре код возила врши се на глави или блоку мотора, кућишта мењача, добоша или диск кочнице, у моторском уљу, расхладној и кочној течности, код котрљајних (кугличних) и клизних лежајева, и на другим карактеристичним позицијама.

Стробоскопска дијагностичка метода, заснована на тзв. стробоскопском ефекту, се може применити када постоји периодично обртно или транслаторно кретање (мотор, спојница, преносник снаге, систем еластичног ослањања и сл.).

Када се говори о тзв. специјалним дијагностичким методама, најчешће се срећу:

- геометријска метода,
- метода за оцену хемијског састава или концентрације штетних материја,
- електрична метода,
- метода за одређивање степена пропуштања или херметичности радних запремина.

Применом геометријске методе се може утврдити промена геометријских параметара код возила, као што су: ходови командних и извршних органа, зазори различитих склопова, геометрија управљачких точкова и сл.

Методе за оцену хемијског састава или концентрације штетних материја примењују се при одређивању садржаја нечистоћа у гориву, уљу и издувним гасовима.

Електрична дијагностичка метода има широку примену на возилу, пре свега због великог пораста броја електричних, односно електронских уређаја на савременим возилима, а заснива се на утврђивању промена неких електричних величина.

Мерење радног притиска у одређеном радном простору, као и мерење промене запремине радних флуида у одређеним деловима возила, чини суштину метода за одређивање степена пропуштања или херметичности радних запремина. Примена ових метода је могућа код многих склопова возила (мотор, системи за кочење, управљање, ослањање, пнеуматици, пнеуматске и хидрауличне инсталације...).

Анализу стања возила неопходно је извршити узимајући у обзир све утицаје без обзира да ли потичу од услова коришћења или од примењеног система одржавања.

Услови коришћења возила теже да погоршају функционисање возила, а утицаји одржавања возила имају супротну тенденцију.

Стање возила зависи од односа ових утицаја и мења се током времена, јер се и ови утицаји током времена мењају.

Само на основу експерименталног одређивања квалитативних и квантитативних показатеља стања возила може се доћи до објективног дијагностичког закључка о његовом стању.

Анализу резултата експерименталних метода, доношење закључака на основу њих, а потом и доношење одлуке о даљим активностима по питању спровођења одређене технологије одржавања, треба спровести у најкраћем временском интервалу. Из тог

разлога није неопходно извршити само аутоматизацију процеса мерења, већ и процеса анализе добијених резултата, као и доношења одлуке о даљим активностима са возилом. Аутоматизацијом ових активности тај интервал се може свести на минимум.

Сваки резултат мерења може имати само два значења. Прво, да се може наставити са коришћењем возила без предузимања мера одржавања, и друго, да је возило могуће даље користити само ако се спроведу одређени поступци одржавања.

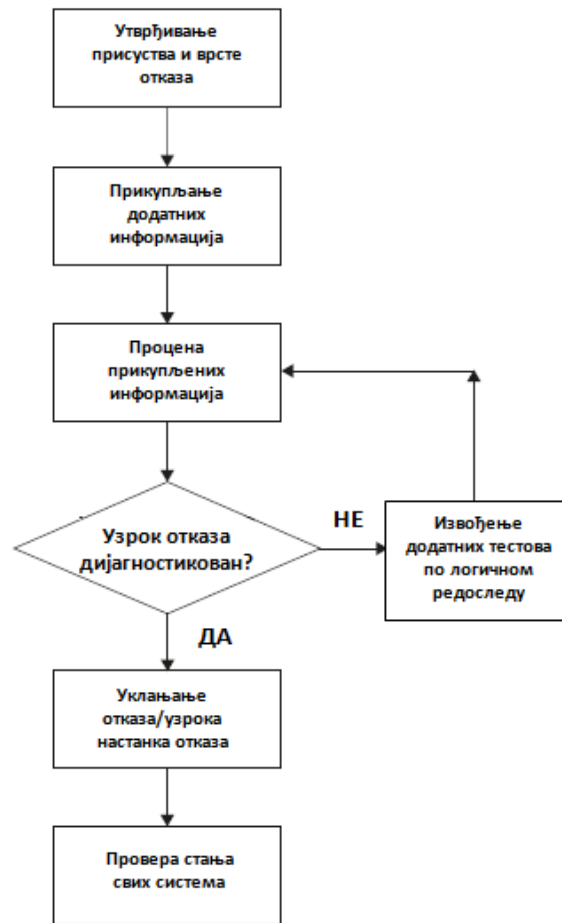
Технологија дијагностиковања обухвата избор методе и начин њеног спровођења.

Микро-технолошка обележја дијагностике обухватају прецизна упутства за рад механичара – дијагностичара. Ова упутства садрже потпуно дефинисану мерну, односно дијагностичку опрему, начин прикупљања резултата мерења и њиховог приказивања, начин упоређивања са дијагностичким нормативима (еталоном) итд.

Дијагностика је везана за стање возила (објекат дијагностиковања), а са друге стране и за примењен систем одржавања. На основу тога, следи логичан закључак да дијагностика представља интегрални део сваког конкретнег система одржавања, односно примењене технологије одржавања. Уколико се дијагностиковањем утврди да возило не извршава своју функцију на прописан начин, онда је потребно утврдити узроке непрописног функционисања.

Дијагностика представља технологију која у себи садржи елементе и превентивног и корективног карактера. Управо то је разлог зашто је примена дијагностике неопходна како код превентивних, тако и код корективних технологија одржавања.

Алгоритам дијагностике возила указује на редослед решавања задатака при његовом дијагностиковању (слика 3.2). Поступци дијагностиковања базирани су на контролама стања, са основним циљем утврђивања исправности возила.



Слика 3.2 - Алгоритам дијагностике [10]

У оквиру алгоритма дијагностике (слика 3.2.) прецизно се указује и на активности које треба спровести при отклањању неисправности, у случају да су оне већ уочене. Ако се контролом стања возила утврди да је возило исправно, поступак дијагностике је завршен. Уколико се утврди нека неисправност на возилу неопходна је примена поступака технологије корективног одржавања.

Пре тога, потребно је дијагностичким методама утврдити место и узрок настанка неисправности. Алгоритмом дијагностике сликовито се показује веза дијагностике са технологијама превентивног и корективног одржавања.

У поглављу број осам у оквиру овог рада су објашњени примери из праксе, а редослед операција у наведеним примерима се заснива управо на алгоритму приказаном на слици 3.2.

Корисник возила први запажа неправилности у његовом раду. Он је дужан да то своје запажање пренесе на оне који су задужени за одржавање конкретног возила. Применом расположивих метода утврђује се узрок и место појаве неисправности. После спроведене

адекватне технологије одржавања, неопходно је извршити контролу квалитета извршених радова.

Данашњи ниво развоја технике омогућава примену аутоматизованих прикључних или аутоматизованих уграђених дијагностичких система. Ови системи, који раде на принципу непрекидног надзора над радом возила издају налоге за спровођење поступака његовог одржавања. Уколико је дијагностички систем дао упозорења о неопходности спровођења одређених поступака одржавања возила, а његов корисник то није спровео, дијагностички систем спречава даљу употребу возила. Овакви савремени дијагностички системи имају све ширу употребу.

3.2.1. Аутоматизовани дијагностички системи

Аутоматизовани дијагностички системи имају задатак да, уместо возача, обезбеде прецизан и непрекидан надзор над радом возила. Њиховом применом квалитет одржавања возила у најмањој мери зависи од самог корисника. Он у овом случају има улогу информатора о квару. Систем делује превентивно и не дозвољава рад возила у случају да настали квар може да доведе до појаве веће неисправности или хаварије. Дакле, овај аутоматизовани систем упозорава корисника да је неопходно извршити одговарајућу интервенцију на возилу.

Аутоматским управљањем, односно дијагностиковањем се надзире рад возила, подешава се режим рада возила, према унапред дефинисаним излазима. Као интерфејс, између дијагностичког система и аутоматског система управљања користи се процесор високе способности управљања процесом на бази експертских система (ЕУЈ). Овим аутоматским системима на возилу се кориснику, односно возачу, указује на неправилности у раду возила (прегрејаност мотора, недовољан ниво кочне течности, пад притиска уља у мотору, недовољан напон акумулаторске батерије, неисправност електро инсталације, претерана истрошеност кочионих облога и сл.). Такође, област рада овог система обухвата и упозорења која се шаљу возачу о безбедносним системима на возилу (незатвореност врата, неприкопчаност сигурносних појасева, неотпуштеност паркирне кочнице, о нивоу горива у резервоару испод минималне вредности и сл.).

Аутоматизовани систем на возилу даје излазну информацију кориснику применом аудио или визуелних сигнала, и систему одржавања преко магнетног медијума, преко одговарајућег интерфејса или директно.

Захваљујући овом систему, информације о понашању возила у протеклом периоду доступне су систему за одржавање. Ове информације имају велики значај како за превентивно, тако и за корективно одржавање возила.

3.2.2. Самодијагностички системи

Примена електронских система и електронике генерално је у сталном порасту код свих произвођача аутомобила. То се пре свега односи на системе за контролу рада мотора, системе за повећање безбедности и удобности, као и на системе за комуникацију. Одржавање оваквих система представља јако сложен и комплексан процес.

Постоје системи који су у стању да утврде стање одговарајуће електронске или електричне опреме возила. То су тзв. самодијагностички системи.

У рачунарско-процесорске јединице одговарајућих електронских система уграђују се посебне меморијске јединице чији је задатак меморисање појаве специфичних догађаја у току рада тог електронског система. Меморисање је могуће применом одговарајућих кодова за сваку врсту неисправности. Овај део меморије ради на принципу селекције и пропуштања. Меморија задржава податке о појави извесних кодова, али није у стању да на основу тих кодова оцени појаву отказа. Регистровани кодови се у дијагностичким радионицама преводе и на основу њих се утврђује врста настале неисправности.

Самодијагностички системи могу да буду самостални или да представљају одговарајућу периферну јединицу савремених дијагностичких електронских станица.

Веза између ових система и система за декодирање најчешће се остварује адаптационим интерфејсом. Њиховом применом није могуће извршити дијагностиковање аномалија које могу настати у командном уређају електронског система, као и регистровање догађаја случајне природе (нпр. прекиди контакта). Користе се и такви системи који преко одговарајућег монитора показују текстуалне поруке (опис радова које треба извршити) уместо бројева. Примена ових система је посебно актуелна у области дијагностике мотора и његове опреме (транзисторско или интегрално електронско паљење, електронско убризгавање), као и код система против блокирања и проклизавања точкова. Као резултат сарадње између произвођача возила и произвођача дијагностичке опреме, настала је типизација и унификација кодова помоћу којих се откази идентификују, што омогућава универзалну примену самодијагностичких система. Приликом дијагностиковања електронског паљења код мотора прати се рад електронских кола, састав издувне емисије и режим његовог рада (број обртаја при одређеном пуњењу).

Део управљачког процесора код бензинских мотора представља самодијагностички систем за његову електронску регулацију и убризгавање горива. Применом самодијагностичких система није могуће управљати процесом отклањања неисправности возила, али преко одговарајућег кода дијагностичару указују на неисправност коју треба отклонити.

Све сложенија структура савремених возила смањује могућности примене универзалне дијагностичке опреме. При развоју савремене дијагностичке опреме води се рачуна о обезбеђењу високог нивоа прикладности за њену употребу.

У технологијама дијагностицирања све више се користе аутоматски дијагностички системи и самодијагностички системи, али су још увек у примени тзв. конвенционална дијагностичка средства, чија је основна одлика универзалност (средства за дијагностику управљачког система, система за ослањање, динамометарски ваљци и сл.). Све више се примењује принцип сумирања отказа, што омогућава ширу примену дијагностичких средстава код мотора, као и при утврђивању стања других система на возилу (нпр. система за климатизацију возила, ABS-а, система активног ослањања, система аутоматске трансмисије) [10, 11].

3.2.3. Дијагностички системи модуларног типа

Дијагностички системи модуларног типа, познати под називом „**дијагностичке станице**“, примењују се за реализацију већег броја дијагностичких задатака на возилу и најчешће су управљане преко рачунара. Основна јединица дијагностичке станице омогућава утврђивање стања возила, мерењем и контролом стања без изградње конкретног дела са возила. Дијагностичку станицу мора да одликује погодност за рад и брзо добијање корисних резултата, као и могућност проширења њеног опсега рада са циљем адаптације за примену на различитим, све савременијим возилима. Дијагностичке станице су, између осталог, опремљене и монитором, штампачем и тастатуром. Њиховом применом могуће је декодирати сваки код на основу чега се доноси закључак о стварном отказу са указивањем на начин његовог отклањања.

Дакле, дијагностичка станица обавља цео процес дијагностике, почев од прихватања и анализе одговарајућих кодова (тзв. дијагностичког млаза), мерења дијагностичких параметара који карактеришу те кодове, њихово упоређивање са претходно утврђеним нормативима (еталонима), до указивања на отказ и његове узроке, као и начин његовог отклањања. Посебно треба имати у виду оспособљеност људства које рукује дијагностичком станицом.

Постоји већи број изведених решења дијагностичких станица које се примењују како за дијагностику мотора, систем за убризгавање, тако и за друге склопове возила (систем за управљање, ослањање, кочење и други системи на возилу).

Основни модул дијагностичке станице у највећем броју случајева омогућава следеће функције:

- мерење ефективне снаге мотора (после утврђивања исправности паљења);
- дијагностику претпаљења;
- мерење ниског напона (дијагностиковање акумулатора, електро-покретача, алтернатора и регулатора напона, напон и струја електро-покретача, напон и струја напајања алтернатора, учестаност напајања и унутрашњи отпор акумулатора);
- мерење високог напона (дијагностиковање електронског система за паљење, свећица и њихових каблова, јачину варнице, пад напона на контактима код

класичног паљења, угао претпаљења, величину сигнала из дијагностичког давача, максимални напон електронског паљења и сл.).

Поред основног модула, дијагностичка станица поседује и периферијске јединице (допунске модуле). Допунски модули се најчешће примењују за:

- за дијагностику електронског убризгавања са контролом издувних гасова;
- за анализу издувне емисије;
- за дијагностику дизел мотора;
- за дијагностику система против блокирања и против проклизавања точкова;
- за дијагностику система еластичног ослањања и др.

Дијагностика, као део технологије одржавања возила, врши се у посебно опремљеним објектима – дијагностичким радионицама. Разноврсност и сложеност структуре возила не дозвољава примену јединствених метода и уређаја за дијагностиковање свих врста и типова возила. Из тог разлога дијагностичка радионица мора бити опремљена разноврсним дијагностичким системима, почев од класичних уређаја, као што су нпр. динамометарски и кочиони ваљци, до најсавременијих система за дијагностиковање. При избору дијагностичке опреме узимају се у обзир многи технички, економски и организациони фактори.

Као што је већ истакнуто, један од основних задатака одржавања јесте утврђивање тренутног стања возила. Међутим, неповољно је то што на основу познавања тренутног стања возила није могуће прогнозировать са великом поузданошћу будућа стања возила. Ипак, оправданост утврђивања тренутног стања возила постоји само када се на основу њега може сагледати понашање возила у будућности. Временски интервал између две узастопне контроле стања зависи првенствено од услова коришћења возила, као и од концепције и организације одржавања.

Дијагностика се бави стањем возила у тренутку посматрања, али и предикцијом (прогноза стања возила у будућности), као и ретроспекцијом (прошлошћу возила). Тачност прогнозе понашања возила у будућности је већа уколико је заснована на већем броју података о његовом понашању у прошлости, али и уколико су познати услови коришћења и одржавања возила у прошлости, садашњости и будућности [10, 11].

4. Процес дијагностике система на моторним возилима

Као што је детаљно објашњено у претходном поглављу дијагностика или проналажење грешака је фундаментални део у сервисирању возила.

4.1. Поступци дијагностиковања

Кључна чек-листа, односно **шест основних корака у процесу дијагностиковања** грешака на возилу су приказани у табели 4.1.

Табела 4.1. – Логичка дијагностичка рутина [7]

1. Утврђивање грешке (отказа) на возилу;
2. Прикупљање додатних информација;
3. Процена прикупљених информација;
4. Даље извођење тестова, по логичном редоследу;
5. Отклањање квара (узрока отказа);
6. Провера стања свих система на возилу.

Основна знања која су потребна како би се прецизно утврдило стање возила се:

1. Познавање система у коме се појавио отказ;
2. Примена логичке дијагностичке рутине.

Најједноставнији пример коришћења дијагностичке логике је следећи:

Након повезивања црева и одвртања славине, вода не истиче на супротном крају црева. Како би се утврдио узрок настанка прекида, потребно је применити следеће кораке:

1. Потврдити да вода заиста не протиче кроз црево.
2. Да ли вода истиче са других славина, или је истицала на овој славини пре повезивања црева?
3. На основу утврђених очигледних чињеница; и уколико је одговор „ДА“, закључује се да је црево блокирано или „преломљено“.
4. Дуж црева проверити да ли је преломљено.
5. Исправити црево.
6. Тестирати да ли сада вода истиче исправно и да се нису у међувремену појавили неки нови проблеми.

Наведени пример је крајње баналан, али процедура која је примењена се може применити на било који систем, независно од степена комплексности тог система.

Процедура проналажења узрока отказа, односно дијагностиковања је приказана на слици 3.2. у претходном поглављу. На слици је приказан тзв.алгоритам дијагностике који се може имплементирати у све системе. Алгоритам приказан на слици указује на циклус испитивања који се понавља док се не утврди узрок настанка отказа у систему, односно на возилу.

С обзиром да се полази од претпоставке да се сваки проблем може дијагностиковати применом процеса истраживања у шест основних корака, још један пример примене овог поступка је објашњен у даљем тексту [7].

Пример је отказ у систему за регулацију температуре мотора у возилу. Уочени проблем је прегревање мотора.

- *Корак 1:* Уочавање очигледних аномалија као што су цурење флуида, физичка оштећења или недостатак радног флуида. Возило се стартује и утврђује се да ли постоји квар. На пример, узрок отказа би могао бити и неисправан мерач температуре.
- *Корак 2:* Да ли возач може да обезбеди додатне информације? На пример, да ли се мотор прегрева у сваком режиму вожње или само при повећаном броју обртаја? Проверавање меморије/историје сервисирања возила, уколико је могуће.
- *Корак 3:* Узимање у обзир доступних информација. Да ли у овом тренутку опсег могућих узрока отказа може бити сужен? На пример, уколико се мотор стално прегрева и уколико је пре кратког времена замењена заптивка на цилиндру, да ли треба сумњати на овај фактор као могући узрок отказа? У овом кораку је кључно да се сузи опсег могућих узрока отказа на возилу.
- *Корак 4:* Даљи тестови који се изводе се ослањају на поступке примењене кораку 3 у процесу дијагностиковања. У овом тренутку се неки од могућих узрока настанка отказа још увек не могу искључити (нпр. лоша заптивеност цилиндра, оштећена заптивка или нефункционисање термостата). Следећи тест је провера промене (опадање и пораст) притиска у различитим режимима вожње. Уколико при повећању броја обртаја долази до наглог пораста притиска у систему, лако се долази до закључка да оштећена заптивка или нешто слично није узрок појаве отказа. У случају да нема пораста притиска приликом повећања броја обртаја, врше се додатни тестови како би се сузио опсег могућих узрока настанка отказа. После сваког теста следи повратак на корак три (петља алгоритма дијагностике).
- *Корак 5:* Претпоставка да је проблем термостат који је ван функције. Извршава се замена термостата и допуњује се радни флуид.
- *Корак 6:* Провера да ли систем функционише исправно. Такође се врши провера да ли је дошло до појаве новонасталих отказа као што су цурење флуида, промена положаја инсталација на возилу и/или слично.

Наведени пример је поједностављен, али се уочава да постоји огромна сличност са простим примером са цревом. Сличност је процес решавања проблема, односно редослед корака који се примењују у том процесу, посебно аналитички корак три. Врло често је могуће да се у кораку три одмах открије узрок настанка отказа, под условом да корисник одлично познаје принципе рада система који дијагностикује.

Дијагностички процес у шест корака није стриктна „чек-листа“ која се мора пратити у процесу дијагностиковања, али представља логички принцип у проналажењу узрока проблема.

4.2. Теоријска/прелиминарна дијагностика

Веома је важно истаћи да процес дијагностиковања може отпочети и пре самог „растављања“, односно пре контакта са самим возилом. Као илустрација „прелиминарног“ дијагностиковања у тексту који следи описана су два примера отказа на возилу, као и нејвероватнији узроци настанка тих отказа. Постоји више могућих узрока настанка отказа, али се као решење увек одлучује за онај са највећим степеном вероватноће.

Табела 4.2. – Примери отказа на возилу и могућих узрока настанка отказа [7]

Симптоми	Могући узроци отказа
А Стоп светла не функционишу. Током провере је утврђено да након притиска на педалу ниједна од две ЛЕД сијалице не функционишу. Остали системи на возилу функционишу исправно.	1. Прегореле две сијалице (ЛЕД и стандардне) 2. Отворено коло релеја помоћних система 3. Прекидач стоп светла не функционише
В Приликом смањења брзине кретања возила мотор има тенденцију да прекине рад (да се угаси). У осталим условима вожње мотор функционише исправно, тј. отказ се јавља са прекидима	1. Излазни притисак пумпе за гориво је низак 2. Прекид у раду вентила на мотору 3. Инсталација сензора брзине на мотору је оштећена

У примеру А највероватнији узрок настанка грешке је под редним бројем три. Такође је могуће да су сијалице прегореле, али је мала вероватноћа да су све прегореле у исто време. Отворено коло релеја помоћних система би утицало и на остале системе на возилу.

Код примера В највероватнији одговор је понуђен под бројем 2. Могуће је да је пад притиска узрок, али ова промена би изазвала аномалије у раду у другим режимима вожње. Оштећена инсталација сензора брзине би могла да изазове прекид у раду мотора при заустављању, али би се као нуспојава јавила и немогућност стартовања мотора при покретању возила.

Описани примери прелиминарног дијагностиковања узрока отказа на возилу се ослањају на прва три корака у процесу дијагностиковања у шест корака. Применом прелиминарне дијагностике се знатно може скратити време потребно за утврђивање узрока отказа на возилу, односно представља смерницу за даљи ток испитивања возила.

Поред фаза самог процеса постоји још једна битна ставка у процесу дијагностиковања, а то је искуство. Пример: Радни опсег отпорника је од 60 до 90 Ω , а мерењем је утврђено да

је вредност 55 Ω . У овом случају искуство може пресудити да ли разлика између измерене вредности и доње граничне вредности представља битну разлику за функционисање испитиване компоненте.

Дакле, неопходно је ослањати се на емпиријске податке, али и на субјективну дедукцију која се ослања на искуство.

4.3. Механичке дијагностичке технике

Механичке дијагностичке технике се ослањају на принципе уочавања очигледних чињеница на возилу.

4.3.1. Бука, вибрације и крутост возила

Бука, вибрације и крутост (енгл. *noise, vibration and harshness* - NVH) су фактори удобности који су временом постајали све важнији за кориснике возила. Данас возачи имају све веће захтеве по питању удобности и комфора у вожњи. Фактори удобности као што су бука и вибрације у највећој мери потичу од мотора, али се ови проблеми решавају све бољим системима изолације моторског простора, а самим тим и повећањем редуковања буке која потиче од мотора и система трансмисије. Главни елементи возила који утичу на повећање појаве вибрација, буке и преношења вертикалних сила које потичу од коловоза су:

- пнеуматици;
- погонски систем (мотор и трансмисија);
- систем ослањања.

Приликом дијагностиковања стања возила неопходно је изоловати NVH факторе на специфичне зоне на возилу (нпр. приликом тестова у путним условима).

Пет најчешћих споредних извора буке на возилу су издувни систем, пнеуматици, бочне и кровне лајсне на возилу и елементи трансмисије.

Важно је истаћи да приликом дијагностиковања стања возила, односно пре детаљнијег испитивања возила треба утврдити да ниједан од следећих фактора није узрок настанка буке на возилу:

1. У одређеним условима, бука издувног система може звучати као бука из мењача; док под неким другим условима може звучати као да је дошло до одвајања лежаја у точку.
2. Приликом коришћења нестандартних пнеуматика, долази до појаве звукова који подсећају на буку из мењача.

3. Лајсне и испусти на бочним странама и крову возила могу приликом кретања произвести буку која је налик буци која се јавља приликом озбиљнијих отказа на возилу.
4. Бука у виду брујања се може јавити приликом притиска/пуштања папучице гаса када у систему трансмисије постоји зазор.

Услови појаве буке

Буку је врло тешко описати. Међутим, у тексту који следе су описани услови у којима се бука најчешће јавља, односно описани су проблеми на возилу на које појава буке указује.

- Бука која потиче из мењача се јавља у условима оштећења зупчаника или неадекватног преднапрезања лежајева. Може се јавити у одређеним режимима вожње, али може бити и континуална.
- Приликом убрзавања и успоравања долази до појаве буке у виду лупања и/или „звекетања“ која указује на постојање одређених проблема у експлоатацији возила.

Дакле, када се уочи појава буке на возилу, неопходно је установити да ли уочена бука потиче од пнеуматика, издувног система или од испуста на возилу; и тек након тога приступити дијагностиковању самог возила.

Услови појаве повећаних вибрација

Присуство повећаних вибрација на возилу се може уочити при малим брзинама, а може бити проузроковано следећим факторима:

- Истрошене спољашње и унутрашње зглобне везе (најчешћи узрок ове појаве је изостанак подмазивања);
- Лоше позиционирана погонска осовина;
- Погонска осовина је у контакту са неком дригом компонентом;
- Оштећен или непричвршћен лежај носача точка, кочница или нека компонента система ослањања.

Фактори који могу утицати на повећане вибрације у условима вожње при нормалним брзинама:

- Неизбалансираност точкова;
- Оштећеност пнеуматика.

Фактори који могу утицати на појаву „подрхтавања“ или повећање вибрација приликом убрзавања су следећи:

- Оштећеност носача у систему трансмисије;
- Изузетно оштећене компоненте хомокинетичког зглоба.

Узрок настанка повећане буке се често може предвидети након уочавања првих трагова цурења мазива. Неподмазаност лежајева или зглобова ће произвести појаву буке на возилу. Са тачке гледишта механичког дијагностиковања је потребно применити следеће:

1. Визуелна провера и испитивање да ли на зглобовима постоје трагови мазива, пукотине или оштећења.
2. Провера доње стране возила како би се уочили трагови мазива у близини предњих полуосовина.
3. Проверити вредности обртног момента на главчинама предњих точкова.

4.3.2. Тест у путним условима

Уколико се након прелиминарних испитивања са прецизношћу не утврди узрок настанка отказа на возилу, најпоузданији метод механичке дијагностике је испитивање стања возила у путним условима. Наравно, тестови у условима саобраћаја, односно у путним условима се могу изводити на возилу које је у возном стању.

Пре свега, потребно је одабрати праву руту за вршење споменутог теста. Најбољи избор представља коловоз који омогућава да се при кретању могу применити сви режими вожње. Дакле, потребно је одабрати пут на коме постоје деонице различитог типа – варијанте нагиба, равности, као и варијанте површине коловоза. Не треба бирати путеве на којима су изузетно изражене неравнине – избочине и удубљења, јер се приликом кретања у овим условима јавља додатна бука која омета процес утврђивања стања возила.

Као део прелиминарног процеса дијагностиковања потребно је визуелно проверити и испитати возило пре почетка возног теста.

1. Мерење притиска у пнеуматичима, али их не подешавати.
2. Визуелна провера трагова цурења мазива.
3. Уочавање недовољно дотегнутих вијака и навртки.
4. Уочавање места на којима је могуће да долази до трења између две компоненте.
5. Провера да ли у пртљажном простору не постоји терет који би додатно оптерећивао возило.

Испитивање возила у вожњи, односно у путним условима се изводи у неколико узастопних серија. Потребно је испитати возило у свим режимима вожње, а најмеродавнији начини тестирања описани су у тексту који следи.

1. **Вожња при брзинама од 20 до 80 km/h** уз постепено повећање брзине. У овим условима вожње је могућа појава буке и повећаних вибрација у предњем делу кабине возила. Реакције (бука и вибрације) могу бити још израженије при одређеним брзинама.
2. **Наизменично постепено убрзавање и успоравање возила.** У овим условима се често уочавају повећане вибрације и тзв. подрхтавање седишта које се налазе изнад погонске осовине, бочних испуста на возилу и сл.

3. **Вожња при великим брзинама.** У овим условима вожње долази до појаве повећаних вибрација у предњој зони кабине возача, односно вибрације се преносе преко седишта. Ове вибрације су мање „видљиве“, односно потреси су мањи, али је бука знатно израженија.
4. **Симптом: мотор је „осетљив“ при одређеном броју обртаја.** Приликом возног теста може се уочити да је при одређеном броју обртаја мотор „осетљивији“, односно при одређеној брзини. У овим случајевима се режим понавља у више наврата, како би се утврдио узрок отказа. Вожња у „осетљивом“ режиму као последицу има повећање вибрација, у свим зонама возачке кабине. Могући узроци настанка наведених симптома су каишници, спојнице и сл.
5. **Симптом: појава повећане буке и вибрација приликом скретања** (појава тзв. кликтања, лупкања и сличних звукова). Могући узроци ових појава су: оштећен хомокинетички зглоб; ослабљена веза предњих точкова и полуосовина; полуосовина је у контакту са неком другом компонентом; истрошен или лоше позициониран лежај и/или главчина точка; оштећени носачи погонског и/или система трансмисије.

Након возног теста, корисно је да се изврше слични тестови на дизалици (у сервису или лабораторији). Приликом извођења тестова на дизалици, потребно је обратити пажњу на следеће:

- Ако је дозвољена ротација само једног точка, брзина коју показује брзиномер мора бити ограничена на 55 km/h. Ово ограничење произилази из сазнања да је реална брзина ротације точка два пута већа од оне која је исказана на брзиномеру.
- Систем за ослањање не може бити слободан, односно возило мора бити ослоњено.

Тестови у лабораторији, тј. на дизалици, могу дати нешто различитије податке од тестова изведених у путним условима, али сублимацијом добијених резултата се може доћи до прецизнијих решења.

Бука из моторског простора – узроци и последице

Дефинисање буке која потиче из моторског простора је изузетно тешко описати речима. У табели 4.3. су приказани могући узроци настанка повећане буке, као и потребне мере које треба преузети и/или даљи кораци у процесу дијагностике.

Табела 4.3. – Узроци и последице буке из моторског простора [7]

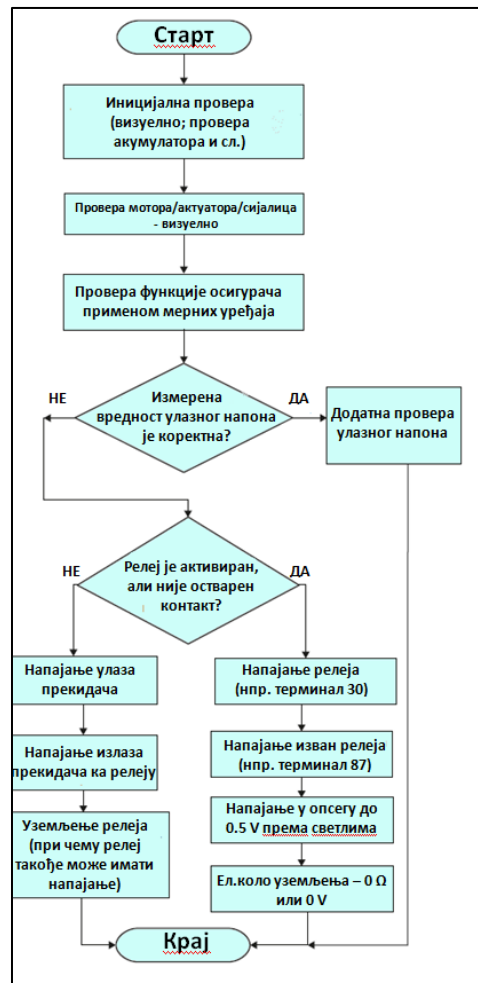
Извори појаве буке из моторског простора	Могући узроци	Акција коју треба предузети
Изостанак паљења/касно паљење	- Погрешан тип погонског горива; неадекватан октански/цетански број горива - Грешка у систему за паљење - Превисока температура у мотору	- Испитати који тип горива се налази у резервоару - Провера система за паљење - Провера система за хлађење мотора
	- Сувишне честице угљеника у цилиндру мотора које изазивају појаву варница и изостанак паљења	- Уклонити честице угљеника додавањем адитива за побољшање квалитета горива и возити са повећаном опрезношћу
Отказ компонената на мотору	- Клипови - Прстенови клипова - Заптивка клипа - Лежајеви	- Демонтирати мотор и испитати компоненте
Споредне компоненте	- Компоненте мотора или споредне компоненте оштећене или недостају	- Проверити све везе (да ли су довољно дотегнуте и да ли су комплетне). Додатно подесити везе међу компонентама; а оштећене заменити

5. Технике електронске дијагностике

Код електронских, као и код механичких метода дијагностиковања стања возила је потребно прво уочити очигледне чињенице на возилу, а тек након тога приступити процесу детаљнијег испитивања стања возила, односно насталог отказа.

5.1. Опште процедуре електронске дијагностике

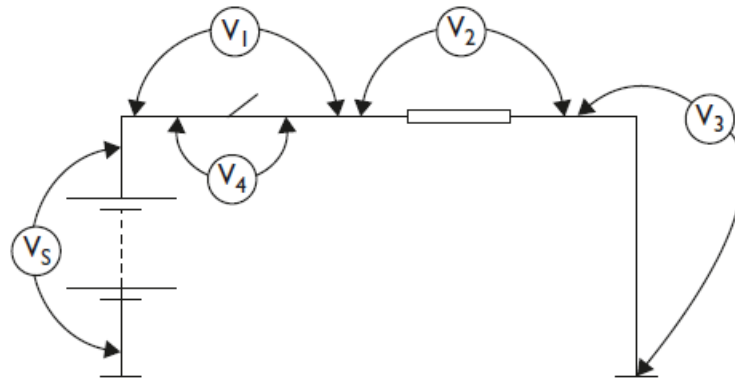
Процедура објашњена у наставку текста је веома општа, али се уз одређене измене може применити на сваки електронски систем. Процес провере рада било ког система (затвореног или отвореног система управљања) је комплексан, као што је приказано на примеру једног релеја на слици 5.1.



Слика 5.1. – Алгоритам електронске дијагностике [8]

5.1.1. Тестирање пада напона

Пад напона је појам који се користи за описивање разлике између две тачке у електричном колу. На овај начин се може пратити пад напона у акумулатору (обично износи око 12.6 V) или пад напона унакрсно у затвореном управљачком колу (идеална вредност је 0 V, али може бити разлика 0,1 или 0,2 V).



Слика 5.2. - Мерење пада напона [8]

Друга битна ставка је провера да ли је електрично коло затворено и ради – или бар покушава да ради.

На слици 5.2 ово значи да је $V_1 + V_2 + V_3 = V_s$.

Дакле, када се при електричним тестовима измери вредност од 12 V, читавање вредности мање од 12 V на V_2 указује на пад напона између терминала V_1 и/или V_3 .

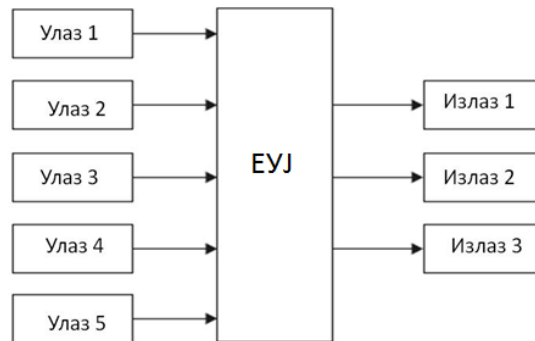
5.1.2. Тестирање кратких спојева са уземљењем

Ова грешка обично „разнесе“ осигурач - или каблови у возилу у потпуности прегоре. Улажење у траг кратком споју је у многоме различито од тражења везе високе отпорности или отвореног кола. Тест пада напона описан у претходном тексту ће тражити отворено коло или везу високе отпорности. Један од метода праћења кратког споја, после тражења очигледних знакова оштећених проводника жица, је повезивање сијалице или тест лампе на прегорели осигурач и укључивање кола. Сијалица ће горети јер је са једне стране прикључена на извор напајања осигурача а са друге стране на уземљење преко грешке. Сада је потребно искључивати мале делове кола једно по једно док све док се тест лампа не угаси. Ово ће указати на одељак струјног кола које је „прегорео“.

5.1.3. Техника „црне кутије“

Техника која ће овде бити објашњена је позната као тзв. *црна кутија* отказа на возилу. Ово је техника која може бити примењена на много система на возилу од мотора и АБС-а до темпомата и сл. Код већина система управо ЕУЈ се сматра „црном кутијом“ (*black box*).

Слика 5.3 приказује блок дијаграм који може да представља било који електрични или електронски систем возила. У стварности стрелице од улаза ка ЕУЈ и од ЕУЈ до излаза представљају каблове. Третирање ЕУЈ-а као црне кутије дозвољава нам да игноришемо њену комплексност. Теорија је следећа, уколико су сви сензори и обједињени каблови који су улаз у црну кутију у реду, сви излазни актуатори и њихови каблови у реду и остали конектори напајања у реду, онда грешка мора бити у црној кутији. Већина ЕУЈ су веома поуздане, па је стога већа вероватноћа да ће се проблем дијагностиковати у улазу/излазу ЕУЈ.



Слика 5.3. – Системски блок дијаграм [8]

Класичне технике налажења грешке могу да се примењују на сензоре и актуаторе. На пример, ако АБС систем користи четири индуктивна сензора брзине, једноставан тест је мерење вредност њихове отпорности. Чак и ако се не зна номинална вредност отпорности, тест је могуће урадити јер је мало могуће да су сва четири у квару у истовремено, односно могуће је њихово поређење.

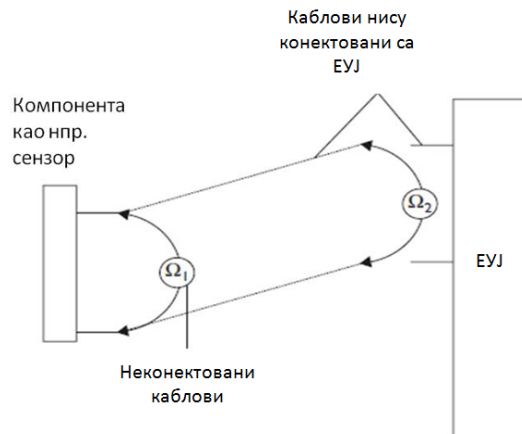
Ако се исте вредности очитавају на крајевима свих каблова који су излази ЕУЈ-а, онда су скоро сви улази тестирани на малим вредностима улазних напона. Иста техника ће скоро увек радити и са излазима. Ако је отпорност свих функционалних намотаја у хидрауличном модулатору иста, онда је логично претпоставити да је измерена вредност коректна. Међутим, понекад је предност када се не знају препоручена очитавања произвођача. Ако „књига” каже да вредност треба да буде у опсегу између 800 и 900 Ω , шта урадити када омметар очита вредност 905 Ω ? Не треба заборавити да, без обзира колико је комплексна електроника неке ЕУЈ, она неће радити без доброг напајања и уземљења.

5.1.4. Метод праћења сигнала од сензора ка ЕУЈ

Ова техника је једноставна али веома корисна. Слика 5.4 представља тест отпорности који се спроводи на компоненти.

Ω_1 је директно мерење отпорности, док Ω_2 укључује стање струјног кола. Ако је друго читавање исто као и прво, онда је струјно коло исправно.

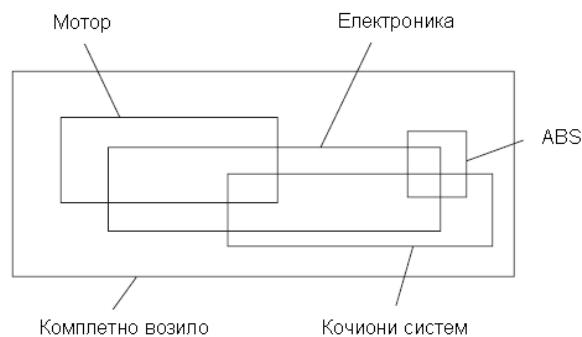
Када се обавља тест омметром напајање струјног кола мора увек бити искључено.



Слика 5.4. – Тест са Омметром [8]

5.2. Методе за упрошћавање дијагностичких процеса

Имајући у виду комплексност возила као целине, неопходно је возило поматрати као скуп више одвојених целина. Међутим, сви системи на возилу су међусобно повезани и веома је тешко да се раздвоје. Илустрација поделе и интеракције појединих система на возилу је приказана на слици 5.5.



Слика 5.5. – Упроићени приказ система на возилу [8]

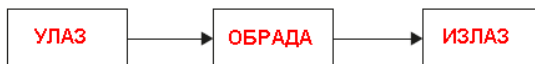
Најчешћа подела је на механичке и електронске системе на возилу, односно на овај начин се најлакше прате промене у сваком од система. Наравно, и овде се јавља проблем јер постоје системи који припадају и механици и електроници као што је ABS.

И поред бројних проблема, закључено је да је много лакше дијагностиковати вишекомпоненти систем (као нпр. мотор) рашчлањавањем и праћењем рада појединачних подсистема, него испитивати целину. На овај начин се функција сваке компоненте може знатно детаљније испитати. Такође, интеракција између појединих делова система се мора узети у обзир приликом испитивања.

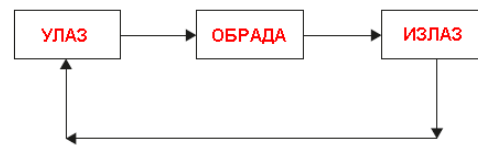
Електронски системи на возилу се посматрају кроз праћење улаза и излаза из ЕУЈ, где електронска управљачка јединица представља контролни елемент.

5.2.1. Појам отворених и затворених система

Возило се може посматрати као систем отвореног и затвореног типа, у зависности од тока информација од улаза до излаза (слика 5.8 и 5.9.).



Слика 5.8. – Систем отвореног типа [8]



Слика 5.9. - Систем затвореног типа [8]

Систем отвореног типа, односно отворено коло, се односи на системе у возилу код којих за одговарајућу улазну информацију/функцију/акцију извршава одређена излазна информација/функција/реакција.

Пример система отвореног типа су фарови. Инпут је прекидач за активирање светала, а жељени излаз је да фарови буду активирани (осветљени). Наравно, путања није толико једноставна – у конкретном примеру инпут се прво шаље батерији возила и даље до активирања фарова.

Карактеристика која дефинише систем отвореног типа је да у оваквим системима не постоји повратна спрега.

Код система затвореног типа карактеристика је постојање повратне спреге између улазне функције/информације/акције и извршења функције/излазне информације/реакције. Може се описати као систем код кога се може применити корективна мера уколико се за одређени улаз, тј.инпут не добије адекватни излаз. У поглављу 2 овог рада је овакав систем описан на сликама 2.4. и 2.5.

Пример система затвореног типа на возилу је аутоматски систем за контролу температуре. Температура у унутрашњости возила је условљена „излазом“ из грејача који је укључен

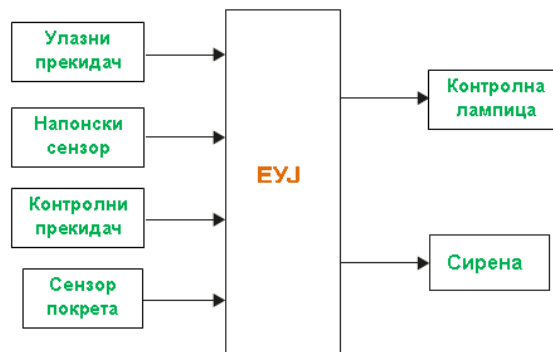
или искључен у зависности од сигнала који се шаље са сензора температуре који се налази у путничком простору. Повратна спрега, у овом случају, је чињеница да је температура истовремено и улазна и излазна информација у систему. На слици 2.9. је приказан систем затвореног типа, илустративно.

Повратна информација (спрега) се може јавити у много облика. У примеру контроле температуре у возилу, код конвенционалног система грејања, је возач тај који формира „повратну спрегу“ - у зависности да ли је топло или хладно он укључује, односно искључује грејање у возилу.

5.3. Коришћење блок-дијаграма

Још један од приступа којима се може једноставније и прецизније дијагностиковати стање возила је примена блок дијаграма. Већина електронских система се може посматрати као „улаз у управљачку јединицу која има одговарајуће одзиве“. Дакле, овај принцип се заснива на вези између улазних информација и ЕУЈ и одговарајућих одзива за улазне сигнале. Многи комплексни електронски системи на возилу се могу поједноставити применом блок дијаграма.

Као пример је узет принцип рада сигурносног аларма на возилу (слика 5.10.). У најједноставнијем смислу, улаз је отварање врата, односно покушај отварања (улазни прекидач), а одзив, односно излаз је сирена. Дакле, улаз је сензор, обрада сигнала се врши у ЕУЈ, а излаз је актуатор.



Слика 5.10. – Блок дијаграм [8]

Дијагностички приступ се у овом случају заснива на чињеници да уколико сензори шаљу адекватне, тј. исправне информације у ЕУЈ, а актуатори функционишу коректно, онда је проблем мора бити у ЕУЈ. Уколико сензор не шаље адекватну информацију у ЕУЈ или нема излаза из сензора онда је очигледно да је проблем у сензору. Блок дијаграми и слични начини упрошћавања система на возилу у великој мери помажу дијагностичарима у препознавању проблема који се јављају у електронским системима на возилу.

6. Дијагностички системи уграђени у електронским системима моторних возила

6.1. On-Board дијагностика и њена примена на моторним возилима

6.1.1. Хронологија OBD дијагностичких система

Дијагностика у возилу са сигналном сијалицом на инструмент табли (енгл. *On-Board Diagnostics* – OBD) је термин који подразумева способност самодијагностиковања возила и комуницирања возила са окружењем. OBD омогућује брзо откривање и сигнализирање некоректног функционисања – грешака у системима и компонентама које су одговорне за емисију издувних гасова. Настанак овог стандарда везује се за 1980. годину, углавном за бензинске моторе. Примена на возилима са дизел моторима морала је да сачека већу масовну примену електронике, као и да механичке системе, који су у великој мери били заступљени, замене електрични и електронски системи. Историјски развој OBD система прошао је следеће фазе:

- 1980. године на тржишту се појављују први аутомобили са уграђеним компјутером који је у реалном времену пратио и подешавао убризгавање горива у усисни систем бензинских мотора. Тада се први пут појавио OBD који још увек није био стандардизован, тако да су се различити произвођачи придржавали сопствених стандарда приликом меморисања грешака (неисправности на возилу);
- 1982. године настаје *Assembly Line Communications Link* (ALCL), претеча OBD-a, који је тржишту представљен од стране Џенерал Моторса (енгл. *General Motors*), а који је касније исти стандард преименовао у *Assembly Line Diagnostics Link* (ALDL). Протокол ALCL је остваривао брзину од 160 *baud*¹-а;
- 1986. године ALDL стандард се унапређује и постиже се трансфер података до 8192 *baud*-а;
- 1987. године држава Калифорнија захтева да се сви произвођачи аутомобила придржавају неких основних стандарда како би олакшали комуникацију возила са окружењем. Тај стандард је назван OBD I, иако тада није постојао договор у ауто индустрији да се сви придржавају истог протокола већ је свако користио сопствени, а конектори који су служили за повезивање кола са рачунаром нису били стандардизовани;
- 1988. Године Удружење аутомобилских инжењера (енгл. *Society of Automotive Engineers* - SAE) је предложило један стандардни конектор и један протокол;

¹ *Baud* је јединица за мерење брзине модема, као и бпс. Бауд показује колико пута у секунди носећи сигнал пренесе вредност.

- 1994. године настаје OBD II стандард. Сва возила продата у Калифорнији морала су да испуне овај стандард. Калифорнија је помоћу OBD II стандарда успела да смањи емисију штетних гасова из мобилних извора у атмосферу;
- 1996. године сва возила продата у САД-у морала су да испуне OBD II стандард;
- 2000. године Европска Унија ствара EOBD стандард (*European On-Board Diagnostics*) који је био модификација OBD II стандарда. Сви нови модели возила са ото моторима су при одобрењу типа од 2000. године морали да испуне OBD стандард, док је за сва возила са ото моторима која су се први пут регистровала тај услов важио од 2001. године;
- 2003. године у ЕУ уводи се EOBD за одобрење типа, а 2004. за прву регистрацију путничких и лаких теретних возила са дизел моторима;
- 2005. године у ЕУ систем EOBD се уводи за одобрење типа, а 2006. године за прву регистрацију теретних возила са дизел моторима;
- 2008. и 2009. су извршена даља поштравања захтева према OBD за возила са дизел моторима и уведена је обавеза примене ISO 15765-4 стандарда (*CAN bus* протокол, о коме ће бити речи у наставку).

С обзиром да је електроника прво имплементирана у возила са бензинским моторима, до скоро се појам OBD углавном повезивао само са таквим возилима. Међутим, EOBD и OBD II системи се односе и на возила са бензинским моторима. При томе су циљеви који се желе постићи EOBD и OBD II системима код дизел мотора у потпуности једнаки циљевима којима се тежи и код бензинских мотора. Дакле, OBD систем надзире електронске делове и склопове битне за квалитетно сагоревање смеше, односно оне склопове који су одговорни за емисију штетних гасова. Сагласно разликама у принципима рада бензинских и дизел мотора постоје и разлике у технологији самодијагностике EOBD и OBD II програма. Нпр. надзирање рада катализатора у EOBD и OBD II програмима, како је то предвиђено за бензинске моторе (а што ће у наставку рада бити објашњено), није применљиво за дизел моторе јер садашње технологије код дизел мотора подразумевају оксидационе, SCR катализаторе (катализаторе селективне каталитичке редукције) и филтере честица чији рад није могуће надзирати тренутно познатим ламбда сондама. Слична ситуација се односи и на дијагностику систем за секундарни ваздух возила са ото и дизел моторима. Код EOBD и OBD II програма за дизел мотора је као додатак имплементиран програм који надзире исправност грејача у коморама, филтера честица, SCR катализатора и сл [11].

6.1.2. Основни појмови техничке OBD дијагностике

Дуговечност, поузданост и дијагностика су међусобно повезани параметри, који одређују техничко стање система у целину. Дијагностика, која се заснива на научној основи, на математичким и физичким законитостима и методама, који омогућавају постизање оптималних резултата, представља нови огранак техничке кибернетике. Осим тога,

дијагностика представља саставни део техничког одржавања, пошто омогућава да се без расклапања одреди стање система и предвиди ресурс његовог поузданог рада.

У зависности од облика техничког стања које је потребно утврдити, дијагностика омогућује следеће:

- проверу исправности система или саставних делова,
- проверу радне способности система,
- проверу функционисања система,
- истраживање отказа (места, облика и узрока) итд.

Основне претпоставке које се усвајају за процес дијагностиковања су:

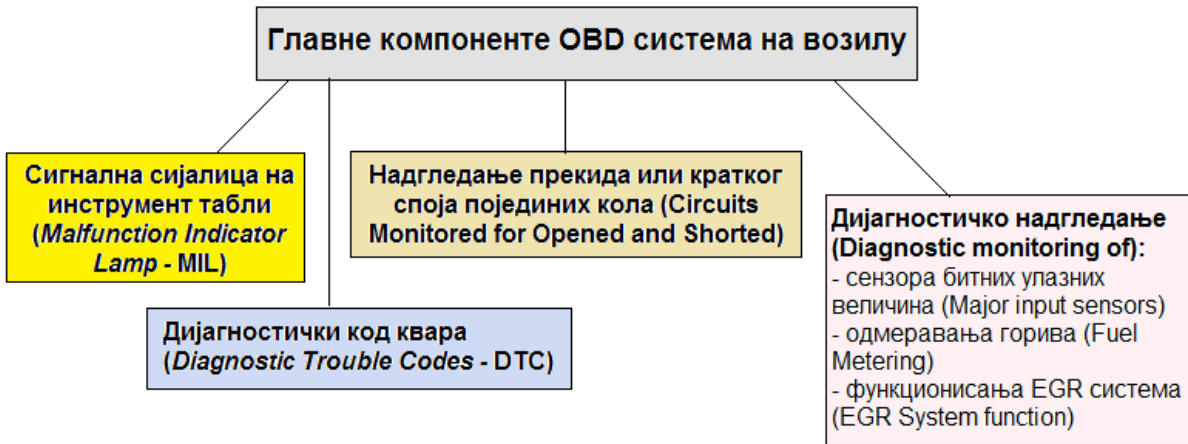
- познавање феномена процеса (система) који се дијагностикују,
- познавање метода, техника и могућности које се користе за мерење разних механичких величина,
- познавање метода обраде измерених величина,
- припрема послова, односно прикупљање информација о објектима који се дијагностикују (геометрија, снага, број обртаја, стандарди, прописи и сл.),
- избор неопходне опреме,
- избор плана мерења и обраде резултата.

Сва возила новије генерације садрже у себи одређени (све већи) број електронских система као што су: електронска контрола мотора, ABS, AirBag итд.

Сваки од ових система садржи одређени број такозваних функционалних група које су логички повезане. Свака функционална група се састоји од неколико компоненти као што су: прекидачи, сензори, каблови итд. на основу ове структуре, први дијагностички корак био би идентификација неисправних функционалних група у тим системима и на крају локализација и поправка неисправних компоненти у тим групама.

На пример коло сензора температуре расхладне течности представља једну функционалну целину. Она се састоји од сензора, каблова, контролне јединице и софтвера у контролној јединици.

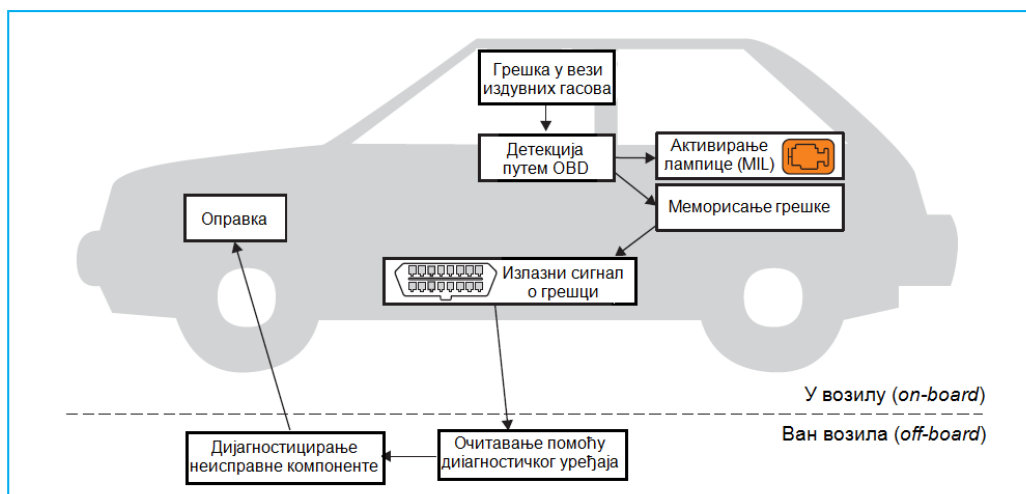
OBD је компјутерски базиран систем за детектовање и чување кодова који означавају квар у раду мотора и система за контролу емисије. Задатак OBD система је да информише возача када неки од параметара емисије или рада мотора изађе ван дозвољених граница, слика 6.1.



Слика 6.1. - Главне компоненте (функције) OBD система [11]

Сваки произвођач возила има развијену процедуру дијагностиковања кvara на електронским системима у својим возилима. У тим упутствима су детаљно описани кораци отклањања кvarова и њихових отклањања.

Број различитих типова и модела аутомобила је у порасту. Удео електронике расте такође. Време за развој нових возила је све краће. Зато је дијагностика постала врло важна у циљу остваривања поузданости и ефикасности нових модела возила, па се имплементира у ЕУЈ (електронска управљачка јединица) возила. Тако је настао и нови вид самодијагностике система возила коју, током нормалне експлоатације, врши и меморише ЕУЈ, у неким случајевима се одређена неисправност сигнализира возачу преко одговарајуће сијалице на инструмент табли. Због тога је тај вид дијагностике добио назив „дијагностика у возилу“ (енгл. *On Board Diagnostics* – OBD). Код такве дијагностике возила сервисери треба само да, уз помоћ одговарајућих уређаја, прочитају листу дијагностикованих неисправности, слика 6.2 [11].



Слика 6.2. - Концепција OBD система у возилу [11]

Аналогни показивачи код спорих процеса су присутни због видљивих трагова о претходним и наговештајима наредних промена. Са друге стране рад са брзим и бројним феноменима даје предност дигиталној обради сигнала.

Развој нових система дијагностике у возилу довео је до укупне промене у конструкцији, сервисирању и одржавању возила. На пример, сви давачи имају још један додатни сигнал за праћење исправности функција давача и сензора, и знатно већи степен обраде сигнала у самом сензору.

6.1.3. Сигнална сијалица на инструмент табли – MIL

Када се догоди квар, MIL (енгл. *Malfunction Indicator Lamp*) остаје упаљена докле год је квар присутан, а гаси се када се поново успоставе нормални услови рада, остављајући дијагностички код квара сачуван у меморији. Битни параметри могу се пратити континуирано, периодично, или када се стекну услови за мерење.



Слика 6.3. : Примери изгледа сигналне сијалице [11]



Слика 6.4. – Пример поруке о грешци на инструмент табли [12]

MIL такође служи и као визуелна провера у већини програма за праћење рада и одржавање система за контролу емисије, слика 6.3. Она дозвољава инспекторима за емисију да визуелно брзо провере да ли систем за контролу емисије мотора ради нормално. Током визуелне инспекције, стручно лице мора да надгледа MIL док је дат контакт кључем и када мотор ради. MIL треба да буде укључена док је дат контакт, а да се одмах затим угаси када се стартује мотор. Ако возило успешно прође ову проверу, врло је вероватно да систем за контролу емисије мотора ради нормално [11].

6.1.4. Дијагностички код неисправности – DTC

Кодове неисправности DTC (енгл. *Diagnostic Trouble Codes*) генеришу дијагностички системи на возилу и складиште их у меморији електронске управљачке јединице мотора. Они означавају коло у оквиру кога је детектован квар. Контролни модул мотора има две врсте меморије, привремену и трајну. У којој од меморија ће DTC бити записан зависи од тога да ли је реч о континуланом (тешком) квару или квару који се јавља са прекидима.

Поједини произвођачи (нпр. Тојота) користе OBD системе код којих се сви кодови складиште у трајну меморију.

Након детекције неисправности, OBD систем ће записати DTC и све податке о стању мотора у тренутку детекције неисправности (температура мотора, број обртаја мотора, положај лептира, притисак горива, притисак у усисној грани, брзина возила итд.). Ови подаци (енгл. *Stored Engine Freeze Frame Data*) се такође могу видети помоћу сервисних уређаја [11].

Структура кода грешке (DTC)

Стандард SAE J2012 дефинише сет дијагностичких кодова грешке. DTC (енгл. *Structure of Diagnostic Trouble Codes*) садржи један словни карактер кога прате још четири карактера.

Први карактер означава тип електронског система:

- **Pxxxx** - погонски систем (*Powetrain*),
- **Vxxxx** - каросерија (*Body*),
- **Cxxxx** - шасија (*Chassis*),
- **Uxxxx** - мрежа (*UART - Network*).

Други карактер означава да ли је DTC општи SAE DTC или произвођачев-специфични DTC:

- **Погонски систем**

- **P0xxx** - општи,
- **P1xxx** - произвођачев-специфични,
- **P2xxx** - општи (од 2000. године),
- **P30xx- P33xx** - произвођачев-специфични (од 2000. године),
- **P34xx-P39xx** - општи (од 2000. године).

- **Каросерија**

- **V0xxx** - општи,
- **V1xxx** - произвођачев-специфични,
- **V2xxx** - произвођачев-специфични
- **V3xxx** - општи.

- **Шасија**

- **C0xxx** - општи,
- **C1xxx** - произвођачев-специфични,

- C2xxx - произвођачев-специфични,
- C3xxx - општи.
- **Мрежа**
- U0xxx - општи,
- U1xxx - произвођачев-специфични,
- U2xxx - произвођачев-специфични,
- U3xxx - општи.

Преостали карактери означавају одређени квар у електронском систему. Карактери су хексадецимални (0 - F).

Трећи карактер означава одређени електронски систем или подсистем у возилу где је дошло до појаве квара:

- 1 - мерење горива и ваздуха,
- 2 - мерење горива и ваздуха (кварови везани за убризгавање),
- 3 - паљење и варница,
- 4 - помоћни систем за контролу издувних гасова,
- 5 - брзина возила и регулација празног хода,
- 6 - излазни сигнали компјутера,
- 7 - трансмисија,
- 8 - трансмисија,
- 9 - излазни и улазни сигнали компјутера.

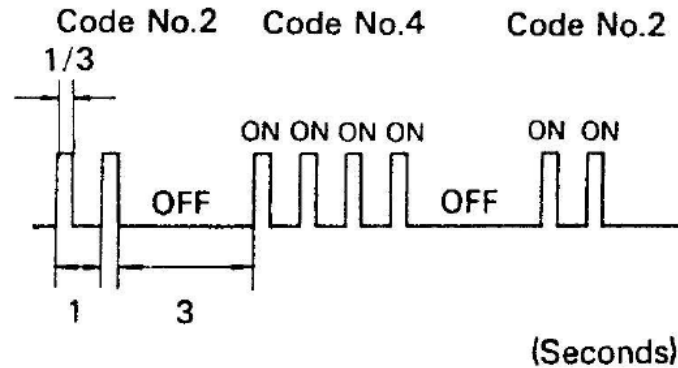
Четврти и пети карактер указују на одређену неисправност. Нема правила за њихово тачно дефинисање пошто системи могу да садрже много различитих компоненти.

Треба само напоменути да произвођачи нису обавезни да прате ова правила приликом формирања својих специфичних кодова грешака [11].

Методe за читавање кодова грешака

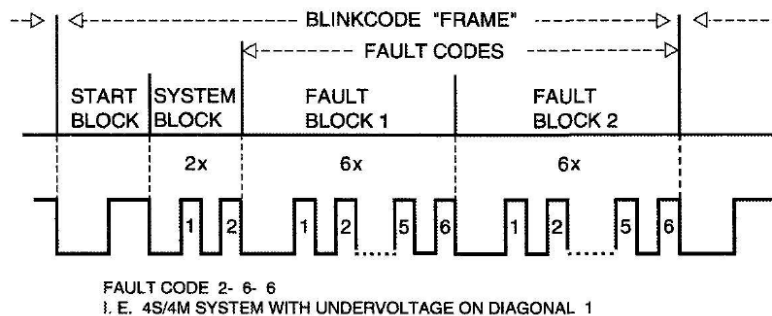
Методe за читавање кодова грешака су се временом развијале тако да постоје три основна начина за читавање грешака:

1. Сигнална сијалица на инструмент табли (CHECK ENGINE) се при стартовању мотора користи и за читавање кода грешке. Код грешке се читава на основу паљења и гашења сигналне сијалице. Број грешака који се на овај начин могао приказати је мали. Изглед напона на сијалици приказан је на слици 6.5.



Слика 6.5. - Очитавање кодова грешака помоћу сигналне сијалице на инструмент табли [9]

- Очитавање се врши помоћу дијагностичке сијалице која се прикључује на посебан дијагностички конектор. Код грешке се очитава на основу паљења и гашења дијагностичке сијалице. Сваки код неисправности има другачији распоред укључивања и искључивања сигналне сијалице тако да се може тачно утврдити регистрована неисправност на основу таблице неисправности која важи за то возило. Изглед напона на дијагностичкој сијалици приказан је на слици 6.6.



Слика 6.6. - Очитавање кодова грешака помоћу дијагностичке сијалице [9]

- Очитавање се врши помоћу посебног тест уређаја који се прикључује на одговарајући стандардизовани, лако доступан, дијагностички конектор. Дијагностички конектор је предвиђен за размену података преко једног од стандардизованих протокола са дијагностичким уређајима у циљу читања и брисања кодова грешки који су меморисани у систему за дијагностику, кориговања појединих параметара система на возилу и очитавања стања давача у возилу. Дијагностички конектор је приказан на слици 6.8. Стандардизовани протоколи су SAE J1850 који има две основне подврсте VPW (Variable Pulse With Modulation) и PWM (Pulse With Modulation), CAN (Controller Area Network) J-2284 и европски стандард ISO 9141-2. Помоћу дијагностичког уређаја очитавају се кодови грешака који имају 5 симбола, као што је већ објашњено.



Слика 6.7. - Дијагностички конектор са ознакама контаката (пинова) [11]

Дијагностичка утичница има 16 контаката – пинова. Седам контаката (црвено означено на слици 6.7) се користи за проверу компонената од значаја за састав издувних гасова. Остали се могу користити за друге сврхе, према потребама произвођача.

На слици 6.8. је приказана локација прикључка на реалним возилима. Дијагностички прикључак је постављен унутар возила, на месту које је приступачно, али и заштићено од случајног оштећења.



Слика 6.8. - Примери локација дијагностичког прикључка [13]

6.1.5. Серијски пренос података

Иако није захтевано OBD прописима, неки произвођачи су увели серијски пренос података (енгл. *Serial Data Streams*), којима се може приступити помоћу специјалних сервисних уређаја. Код серијског преноса података, електронска информација о давачу, актуатору, количини убризганог горива, паљењу и друге информације се преносе путем само једне жице која излази из контролног модула мотора. Термин *серијски пренос података* значи да су информације дигитално кодиране и да се преносе у серијама дигиталних карактера (енгл. *data word*). Серије ових карактера се могу декодирати и приказати помоћу сервисних уређаја, слика 6.9 (илустрација).



Слика 6.9. - Серијски пренос података [3]

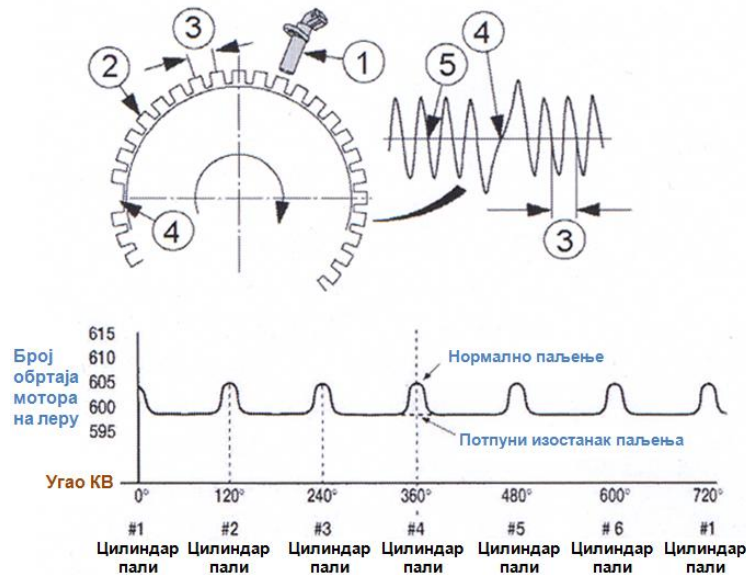
Најчешће се серијски пренос података врши помоћу серија од двадесет дигиталних карактера који садрже информације о вредностима које очитава давач, положају појединих прекидача, статусу актуатора, и осталим подацима о раду мотора.

6.1.6. Примери примене OBD дијагностике

Праћење изостанка сагоревања

Код ото мотора изостајање сагоревања смеше у цилиндру може довести до озбиљних последица по катализатор. Вишеструко изостајање доводи до уништења катализатора. Зато је информација о изостајању сагоревања веома важна за OBD дијагностику. До скоро је постојао проблем са непоузданим давачима, али се данас користе све савршенији давачи.

Један од начина детектовања изостанка сагоревања је развила фирма Тојота (*Toyota*) и назвала га *Ne* сензор, слика 6.10. Тај сензор побуђује назубљена плоча са 36 мање 2 зуба. Изостављени зуби (4) служе да створе сигнал референтног положаја на бази кога се идентификује цилиндар у коме је дошло до изостанка сагоревања.



1 - сензор броја обртаја, 2 - зуб, 3 - размак (време између два суседна зуба), 4 - изостављени зуб у циљу дефинисања референтног положаја појединих цилиндара, 5 - средина зуба

Слика 6.10. - Детектовање изостанка сагоревања [11]

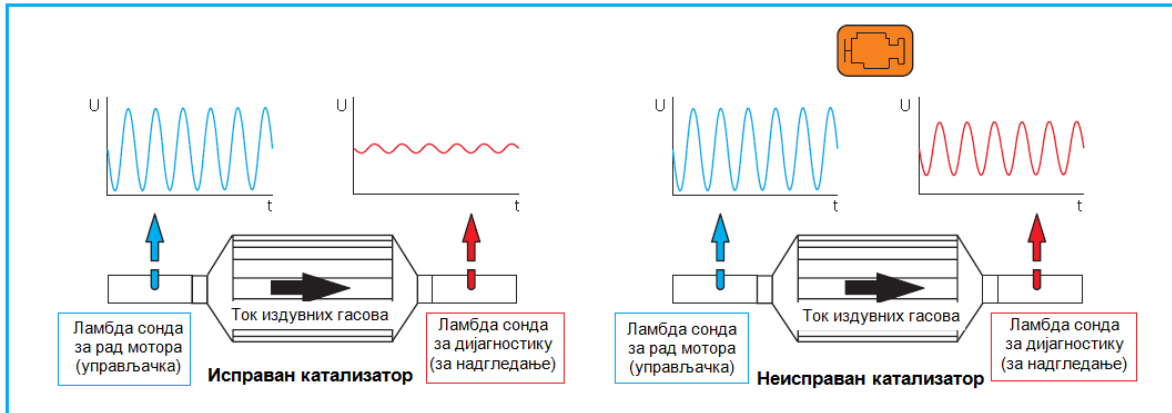
Сигнал са давача броја обртаја обрађује ЕУЈ мотора. На основу изгледа сигнала утврђује се да ли је дошло до изостанка сагоревања, на ком се цилиндру то догодило и степен сагоревања (нормално, делимично изостало или потпуно изостало). Ток сигнала је такав да, када мотор има успешно упаљење и даље ефикасно сагоревање смеше, угаона брзина коленастог вратила има пораст након сагоревања током сваког ширења. Када се догоди изостанак упаљења и сагоревања, онда не долази до пораста угаоне брзине коленастог вратила. Када је детектован изостанак упаљења – сагоревања било ког степена, бележи се следеће: дијагностички код неисправности, број обртаја, оптерећење и температура мотора. У тежим случајевима изостанка упаљења обавештава се и возач тако што ће почети да трепће сигнална MIL сијалица на инструмент табли.

Постоје и интегрисани давачи у заптивкама мотора, који поред информација о изостајању паљења дају и информације о абнормалном, односно неуобичајеном сагоревању (детонацији код ото мотора) и то по сваком цилиндру. То су најчешће пиезоелектрични давачи који се налазе у глави цилиндра [11].

Праћење ефикасности катализатора

Ламбда сонда (сензор кисеоника) за рад мотора се налази на улазу у катализатор и служи за комуникацију са ЕУЈ у циљу нормалног рада мотора. Ламбда сонда за дијагностику се налази на излазу из катализатора и у контакту је са гасовима који се прерађују у катализатору. Ефикасност катализатора може се одредити упоређивањем сигнала ове две ламбда сонде. Опадањем ефикасности катализатора, гасови у њему се све мање „прерађују“, те се састав гасова пре и после проласка кроз катализатор све мање разликује.

Зато сигнал ламбда сонде за дијагностику све више личи, и по облику и по учестаности, на сигнал ламбда сонде за рад мотора, слика 6.11.

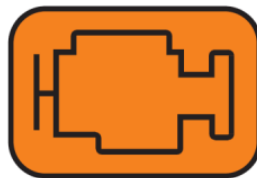


Слика 6.11. - Праћење ефикасности катализатора [11]

Поред наведене улоге, ламбда сонда за дијагностику такође помаже у раду мотора и управљању убризгавањем горива када дође до деградације прве ламбда сонде испред катализатора.

Праћење активирања сигналне сијалице

Једном када се успостави стање неисправности (детектује се два пута у току возног циклуса) сигнална сијалица ће се упалити и остати упаљена и у случају када то стање није континуално – стално. Тада се у меморију ECU уписује и код квара. Сијалица ће остати упаљена и после следећег стартовања мотора чак и ако стање неисправности више није присутно. OBD II систем може да угаси сијалицу само ако се неисправност не појави током три следећа возна циклуса.



Слика 6.12. - Изглед симбола MIL сијалице [11]

На слици 6.12 је дат изглед симбола за MIL сијалицу, који је дефинисан стандардом ISO 2575. Сигнална сијалица не сме бити црвене боје (уобичајено је жуте боје ћилибара) и рад ове сијалице се не сме комбиновати за приказивање било које друге грешке на возилу. Сијалица увек мора засветлети приликом давања контакта и покретања мотора (како би се проверило да ли иста ради или је прегорела и, уколико нема регистрованих неисправности, гаси се непосредно након покретања мотора) [11].

6.2. Флексибилни сервисни системи у оквиру возила

Нове конструкције мотора са уграђеном електроником за контролу рада виталних делова возила који омогућава формирање базе података за оцену режима рада и нови систем за контролу потрошње уља и његову делимичну дијагностику, чине *флексибилни сервисни систем* за поуздану оцену века употребе уља. Овај систем захтева податке о квалитету горива и уља, температури уља, броју обртаја мотора, број стартовања, итд.

Као што је већ објашњено, применом EOBD и OBD-II система дијагностиковања, уз широку примену електронике и специфичних интелигентних сензора и њихових контролера, настају флексибилни сервисни системи који непрекидно сакупљају податке о условима рада и стању свих виталних делова и погонских материјала возила. Интелигентни сензори су мерни системи код којих се на страни сензора налази укупна обрада сигнала тако да управљачка јединица само контролише извршне органе, по хијерархијском алгоритму за цело возило. Формиране базе података се чувају у меморији возила одакле се дистрибуирају у сервисне и развојне центре. Комплексни системи за праћење услова рада возила омогућују стално консултовање база знања за оцену техничке исправности објеката и стварање процене о квалитету и веку погонских материјала. У свакодневној експлоатацији возила, са флексибилним сервисним системима, на основу базе података и базе знања олакшава се дијагностика, убрзава откривање неисправности, тачније дефинишу сервисни периоди, а по правилу реалније одређује век замене: мазива, течности за хлађење и флуида у системима кочења.

Дакле, флексибилни сервисни системи (ФСС) подразумевају обраду параметра који се региструју уз помоћ уграђених давача: режиме рада, оптерећење, број стартовања, податке о свежем уљу и променама. Ови параметри се прикупљају у базу података чијом обрадом се добија дијагностика стања уља и делова моторних возила и доноси се одлуке о потребној интервенцији [10].

Дијагностички системи у возилу прерастају у флексибилне сервисне системе који олакшавају експлоатацију, откривање грешака, смањују број и време интервенција, потрошњу резервних делова, а продужују век и поузданост возила.

Флексибилни сервисни системи развијени од стране произвођача Мерцедес-Бенц (*The Mercedes-Benz Flexible Service System – FSS*) омогућава флексибилан распоред сервиса који је базиран на индивидуалном „стилу вожње“ корисника, односно возача. Информација о следећем обавезном сервису је приказана на мултифункционалном дисплеју на инструмент табли. Овај дисплеј, односно симбол на дисплеју указује на временски период или километражу до следећег предложеног сервисирања возила. Када се тај предложени период/километража прекорачи на дисплеју светли лампица у облику кључа, и појављује се порука да је рок прекорачен. Такође се на дисплеју приказује да ли је предложен, односно потребан сервис редован („мали сервис“) или „проширени“ – комплетан сервис. Неки од фактора који утичу на промену учестаности и компоненти

редовног сервиса су: вожња у ванпутним условима (блатњави, прашњави терени), честа вожња у густом градском саобраћају (систем „крени-стани“), вожња на кратким релацијама уз недовољну радну температуру мотора, вучење приколица и сл [11].

Пошто су ово објективни услови за квалификацију мерне технике, у ЕУ важи пропис о компатибилности лабораторија и стручњака на овим пословима. Применом савремених комуникационих веза и комплексне мерне технике омогућено је једновремено и континуално праћење радних режима и стања погонских материјала. На тај начин је образована прва генерација флексибилних сервисних система (ФСС) за возила (слика 6.13).



Слика 6.13. - Прва генерација флексибилних сервисних система на возилу [11]

Дакле, увођење сталне електронске контроле рада виталних делова возила применом флексибилних сервисних система омогућује формирање базе података за оцену режима рада [11].

7. Дијагностички системи у сервисима

Савремени процеси дијагностике у сервисима су комплексни и стога захтевају адекватне уређаје и стручан кадар.

Ово поглавље представља осврт на базне елементе савремених дијагностичких система у сервисима.

7.1. Софтвери за дијагностику возила

Да би се вршила дијагностика возила неопходан је адекватан софтвер као и хардвер. *VISA UNISCAN*, такође познат као *Euroscan* је најпродаванији универзални уређај за дијагностику возила.

VISA UNISCAN је дијагностички систем намењен за 15 марки возила. Одликује се уграђеном базом података и интуитивним корисничким менијем. Након читања грешака уграђена база података омогућава кориснику да брзо отклони квар. Када ЕСМ забележи грешку која је настала због неисправности неког сензора у возилу, могуће је прегледати базу података која даје увид у поступак провере датог сензора. Овим се постиже значајно убрзавање отклањања кварова на возилима, јер је само потребно пратити упутства која да је дијагностички програм.

Помоћу *VISA* програма могуће је:

- Прочитати/обрисати меморију грешака
- Имати увид у тренутне параметре возила
- Извршити поједине провере параметара возила
- Извршити поједине адаптације модула у возилу

На слици 7.1 приказан је *VISA* уређај за дијагностику. На слици 7.2. приказани су OBD конектори. На слици 7.3. приказан је универзални кабал са пипалицама.

Комплет *VISA* садржи следеће елементе:

- *VISA* интерфејс
- OBD кабал
- универзални кабал са пипалицама
- неколико ДВД-а са радионичким подацима



Слика 7.1. - VISA уређај за дијагностику [14]



Слика 7.2. - OBD конектори [14]



Слика 7.3. - Универзални кабал са типалицама [14]

Софтвер VISA (VI) ради у два режима рада, као VISA интерфејс и као KL интерфејс.

Када је прекидач у положају VISA је конфигурисан да ради са два серијска (COM) порта, а када је прекидач у положају VAG је конфигурисан да радио као KL интерфејс. У зависности од режима рада VISA ради са следећим програмима:

Режим VISA UNISCAN

У овом режиму уређај се конфигурише у два серијска порта. Нуди опцију читања/брисања грешака мотора и осталих модула, увид у тренутне параметре и поједине адаптације на возилу.

Режим VAG

У овом режиму VI ради са следећим програмима:

- VAG COM (VW, Ауди, Сеат, Шкода дијагностика до 2004. године)
- OPEL Tech, OPEL AB COM, OPEL OP COM дијагностика до 2004. године
- BMW Carsoft, MB Carsoft (Мерцедес и БМВ дијагностика до 2004. године).

VISA UNISCAN

Пре свега, потребно је поменути системске захтеве програма:

- Пентијум 2 - Пентијум 5 рачунар
- ДОС оперативни систем
- Два COM R232 порта
- Уређај за дијагностику VISA

Бирање система

Из падајућег менија потребно је изабрати марку возила. Након избора марке, потребно је изабрати тип возила и ознаку мотора, јер програм на основу тих параметара приступа компјутеру возила. На слици 7.4. приказан је мени за избор типа возила.



Слика 7.4. - Мени типа возила



Слика 7.5. - Приказ информација о возилу [14]

Информације о возилу и положај конектора за дијагностику

Након активирања ове опције дијагностички програм VISA приказује положај и изглед дијагностичког конектора у возилу. Уколико возило не поседује 16 пински OBD конектор,

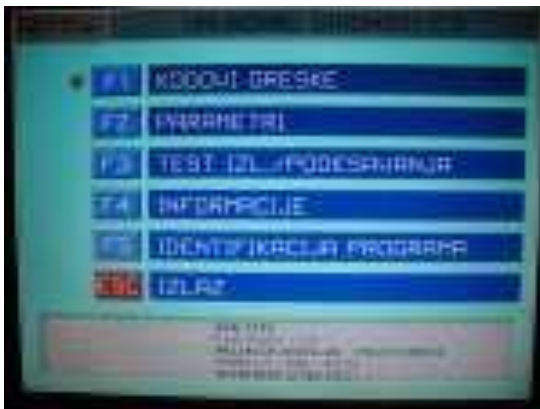
приказује се слика уграђеног конектора са комуникационим линијама. Није потребна набавка свих подтипова конектора, за старија возила користи се универзални кабл са пипалицама. На слици 7.5. приказан је прозор о информацијама возила.

Избор дијагнозе

Овај избор VISA дијагностике омогућава кориснику да:

- Прочита/обрише меморију грешака
- Прегледа тренутне параметре возила
- Изврши проверу и адаптацију

На слици 7.6. приказан је мени за избор дијагнозе:



Слика 7.6. - Мени за избор дијагнозе [14]



Слика 7.7. - Приказ насталих грешака [14]

Читање/брисање грешака

Након активирања опције „кодови грешке“ програм започиње комуникацију са возилом. Након краћег времена VISA дијагностика исписује настале грешке. У овом моду могуће је прегледати базу података, чиме се олакшава отклањање кvara. Потребно је пратити упутство корак по корак како би се успешно отклонио квар. На слици 7.7. приказан је прозор за приказ насталих грешака.

Тренутни (live) параметри возила

Након активирања опције „параметри“ програм приказује тренутне параметре возила. Саветује се да се истовремено погледа максимално 4 параметра, јер ће у супротном доћи до значајног кашњења између компјутера возила (EУJ) и персоналног рачунара. На слици 7.8. приказан је прозор са параметрима.



Слика 7.8. - Параметарски прозор



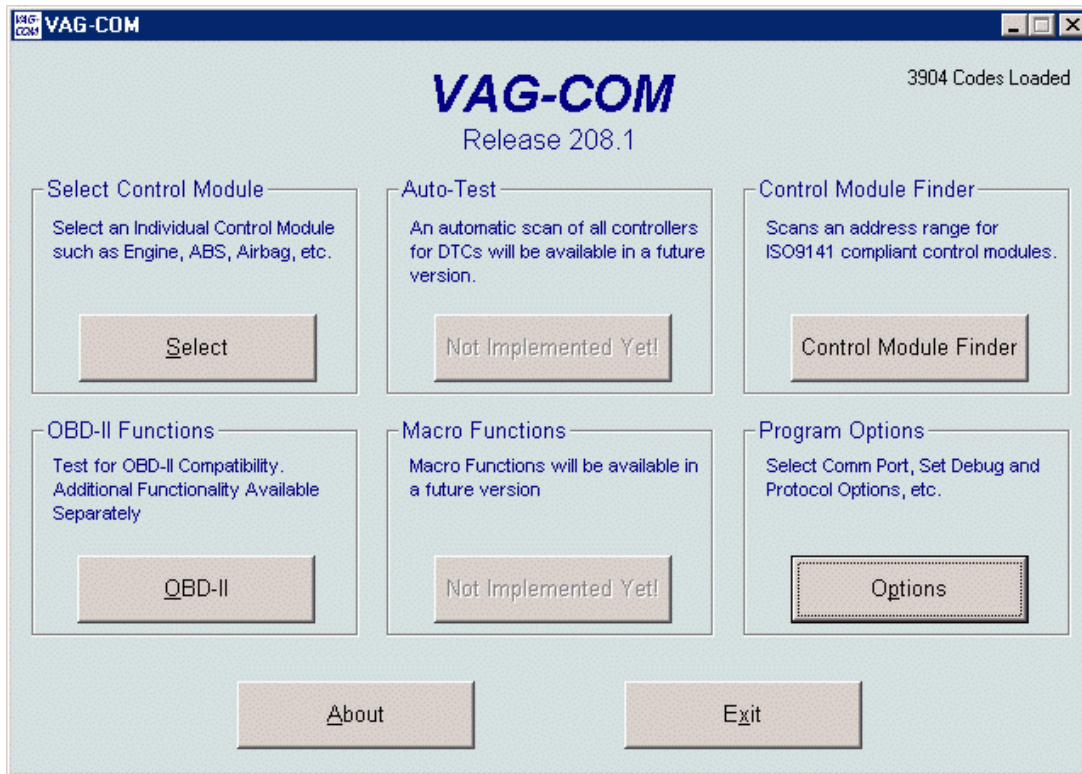
Слика 7.9. - Прозор подешавања [14]

Адаптација и провера појединих система

Након активирања опције ТЕСТ ИЗЛ. / ПОДЕШАВАЊА програм приказује могуће тестове на датом возилу. Као што се види на слици VISA дијагностика омогућава проверу бризгаљки, *check engine* лампице и слично. Од адаптација могуће је подесити брзину мотора на празном ходу. На слици 7.9. приказан је прозор подешавања.

Режим VAG

Vag Com Hex CAN представља најбољи дијагностички уређај за Vag групацију возила. Подржава VW, Ауди, Сеат, Шкода возила. Подржава дијагностику свих модула до 2008 године. Када стартује програм VAG-COM, на екрану рачунара се приказује главни екран чији је изглед дат на слици 7.10.



Слика 7.10. - Главни екран [14]

- *Select* опција – Избор контролног модула који ће се дијагностиковати (нпр. контролни модул мотора, аутоматског мењача, ABS-а и сл.).
- *Control Module Finder* опција – Проналажење контролних модула који не постоје у програму
- *OBD-II* опција се односи на тест комуникационог протокола, односно користи се за тестирање да ли возило може да комуницира са VAG-COM програмом; односно да ли је произвођач возила испоштовао стандард ISO9141-2 за компјутерску дијагностику.
- *Options* дугме – Подешавање комуникационог порта на РС рачунару и сл.
- *About* опција – Информације о програму, легализација софтвера VAG-COM.
- *Exit* дугме – Излаз из програма након завршеног процеса дијагностиковања [14].

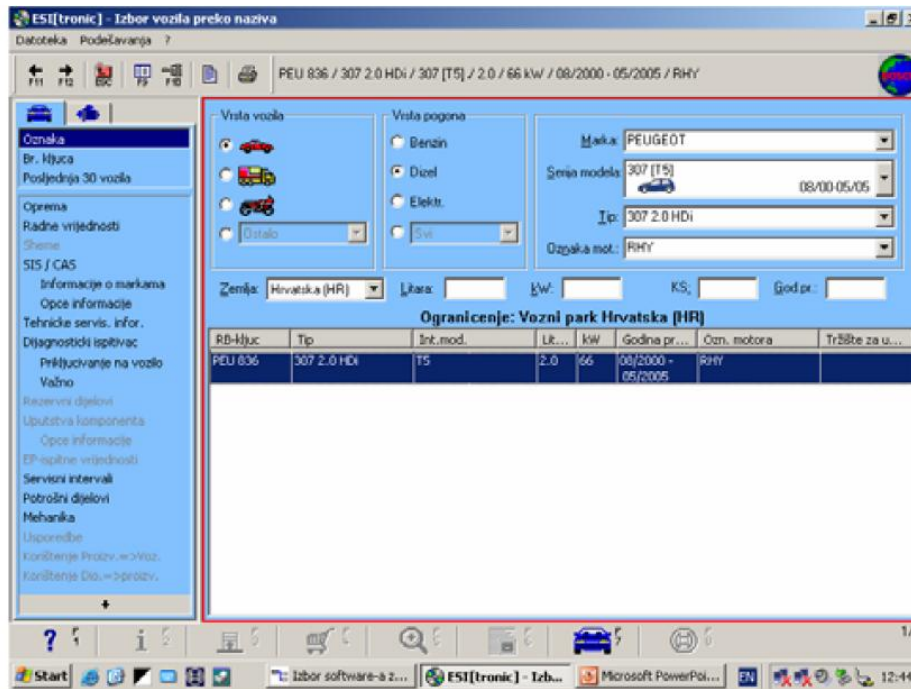
7.2. Примена савремених дијагностичких уређаја

Bosch-ов дијагностички уређај FSA 750 садржи преносни комуникационо-мерни дијагностички уређај KTS 670 са дијагностичким софтвером ESI[tronic] и моторским тестером са програмским пакетом *Compact Soft* за различита осцилоскопска мерења на возилима.

ESI[tronic] садржи програмски пакет који преко дијагностичког конектора успоставља комуникацију са електронским управљачким јединицама различитих електронских система возила, као и детаљна упутства за тражење грешака у системима управљања радом мотора, системима стабилности, безбедности и комфора.

7.2.1. Поступак идентификације возила и упознавање са електронским системом за управљање радом мотора

Поступак избора возила приказан је на Слици 7.11, а врши се на основу расположивих података из саобраћајне дозволе возила или карактеристичних кодова (најчешће VIN код) на каросерији возила [13].

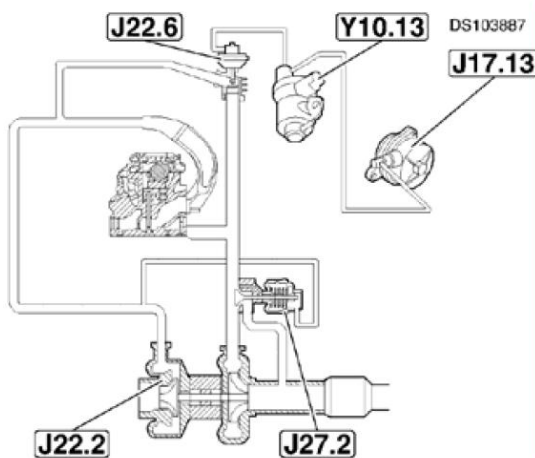


Слика 7.11. - Пример избора возила преко “ознаке” возила (врста возила, врста погона, марка, серија модела, тип и ознака мотора) [13]

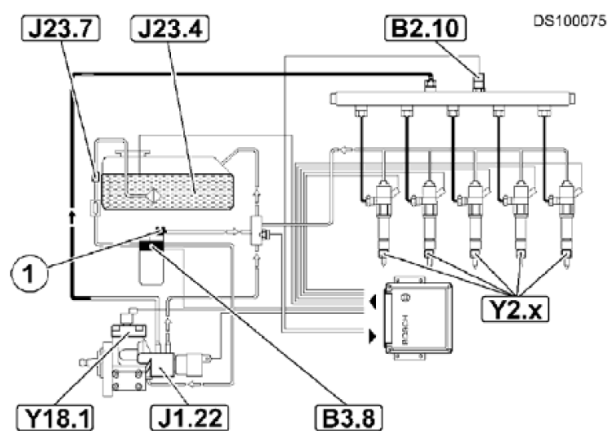
Избором система “Управљање мотором”, који се налази на навигационој листи у SIS/CAS (Слика 7.11.), могу се добити потребне информације о електронском систему (нпр. распоред компоненти у моторном простору - слика 7.12, систем за снабдевање ваздухом - слика 7.13, систем за снабдевање горивом- слика 7.14, пумпа високог притиска - слика 7.15, електрична шема система (само део са брызгаљкама) - слика 7.16).



Слика 7.12. - Распоред компоненти у моторском простору (A 1.1=ECU мотора, J1.22= Пумпа високог притиска (PVP), B3.8= Давач температуре горива, B4.4= Давач броја обртаја коленастог вратила са референтом ознаком, B4.7= Давач позиције брегастог вратила, Y2.x= Бризгаљке, итд.) [13]

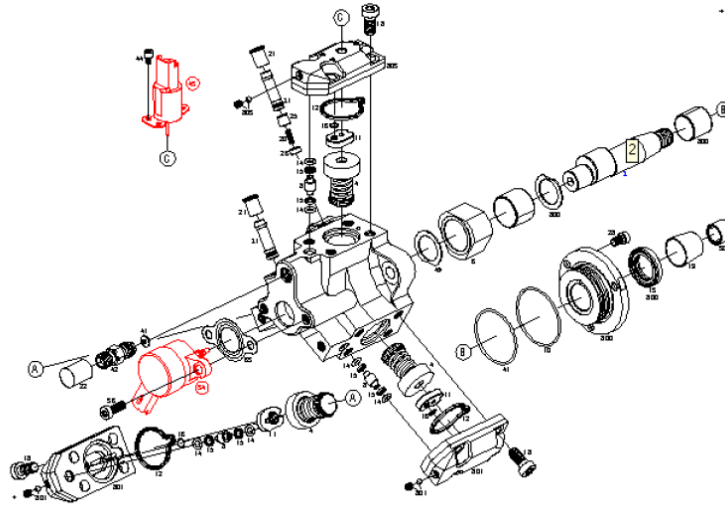


Слика 7.13. - Систем за снабдевање ваздухом (J22.2= "Wastegate" турбопуњач, J22.6=EGR вентил, J27.2= електромагнетни вентил (EMV) за регулацију притиска пуњења мотора, J17.13=Вакуум-пумпа) [13]



Слика 7.14. - Систем за снабдевање горивом Common rail (J2.x=brizgaljke, J1.22= PVP са EMV за регулацију притиска горива у rail-у, Y18.1=EMV за искључење једног цилиндра PVP, B2.10= Давач притиска горива у rail-у, B3.8 Давач температуре горива) [13]

У систему за снабдевање горивом налази се PVP прве генерације CP1S3/R65/10-16S, са EMV за регулацију притиска горива у rail-у и EMV за искључивање једног цилиндра PVP (слика 7.15). Максимални притисак горива у систему креће се до 1350 bar-а.

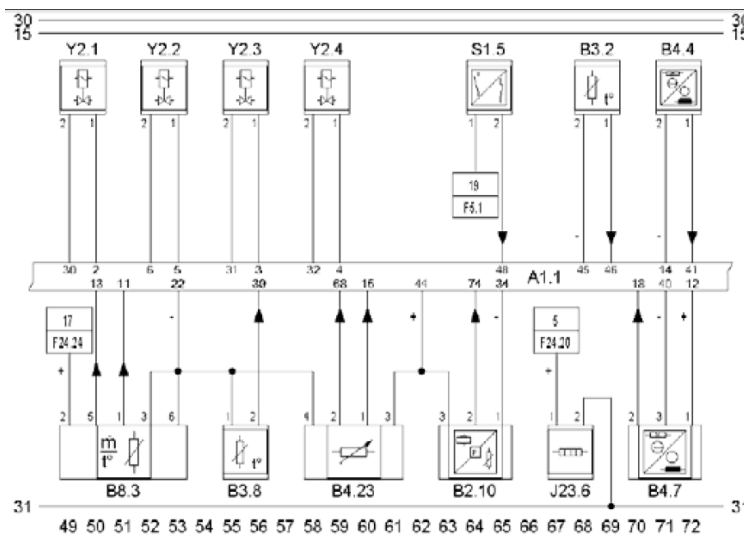


Слика 7.15. - Пумпа високог притиска CP153 у растављеном стању [13]

У многим случајевима при дијагностици отказа на возилу неопходна је детаљна електрична шема електронског система, која уз распоред компоненти приказан на слици 2, омогућује дијагностичару да врши детаљна испитивања по компонентама система као и директно на пиновима ECU мотора.

Свака електрична компонента захтева упознавање са наменом, принципом рада, карактеристичним улазним/излазним сигнализима, карактеристичним отказима и њиховим утицајима на комплетан електронски систем управљања радом мотора.

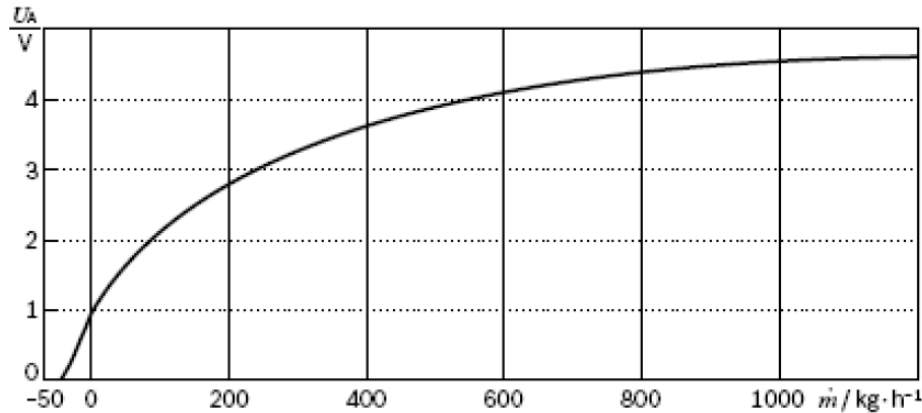
Како је у систему могућа појава и изузетно високих притисака, посебна пажња мора се поклонити предузимању потребних сигурносних мера при извођењу појединих радова/испитивања, посебно на високопритисној страни система [13].



Слика 7.16. - Извод из електричне шеме система за управљање радом мотора CR/EDC 15 C2 (нпр. Y2.1 Y2.4= брызгаљке, B8.3= Давач протока ваздуха, B4.23= Давач позиције педале за гас, B2.10= Давач притиска у rail-у, B4.7= Давач броја обртаја коленастог вратила са референтном ознаком)[13]

У пракси се често догађа да возила са оваквим и сличним електронским системима управљања радом мотора временом показују све слабије вучне карактеристике које се могу посебно уочити при нагом убрзању или претицању.

Констатација возача је да возило „нема снагу”. У нашем окружењу, првенствено због слабијег квалитета горива и мазива, као и пређеног пута, најчешћи узроци такве неисправности су везани за EGR вентил, турбопуњач, MAP сензор и/или давач протока ваздуха, тзв. протокомер. Тренутно, на многим возилима је уграђен протокомер са врелим филмом, чија је излазна напонска карактеристика приказана на слици 7.17.



Слика 7.17. - Излазна карактеристика протокомера са врелим филмом [13]

Код протокомера је карактеристично да због старења и накупљања нечистоћа на мерном елементу (прашина са испарењима уља из картера након гашења мотора при чему је додатно уље слабог квалитета) излазна карактеристика постепено опада, односно да за исту количину усисаног ваздуха протокомер показује све мање и мање напонске вредности. Код дизел мотора то конкретно значи да ECU мотора добија погрешан податак о усисаној маси свежег ваздуха, због чега ECU све више затвара EGR вентил [13].

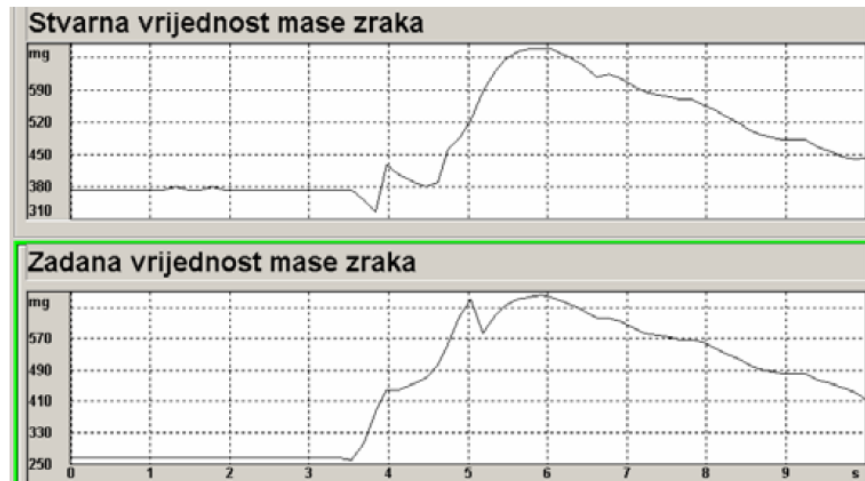
У циљу решавања отказа који могу, али и не морају, бити пропраћени меморисањем грешке у меморији ECU мотора, за школованог дијагностичара помоћ представљају комуникациони параметри који се могу снимити у различитим режимима рада мотора.

7.2.2. Комуникациона мерења у електронском систему за управљање радом мотора

Један од начина уласка у комуникацију са ECU мотора је избор функције „дијагностички испитивач“ (слика 7.11.). Након провере података о уграђеном електронском систему, дијагностичари често одмах настоје да читају меморију грешака, која усмерава даљи дијагностички поступак. Уколико се грешка не може обрисати, то значи да је и даље присутна и да треба пронаћи основни узрок отказа. У процесу тражења отказа у систему, нарочито су корисни комуникациони параметри (стварне вредности) мерене у различитим режимима рада мотора. Измерени параметри могу се представити графички у реалном

времену, што је приказано на наредних неколико карактеристичних комуникационих осцилограма.

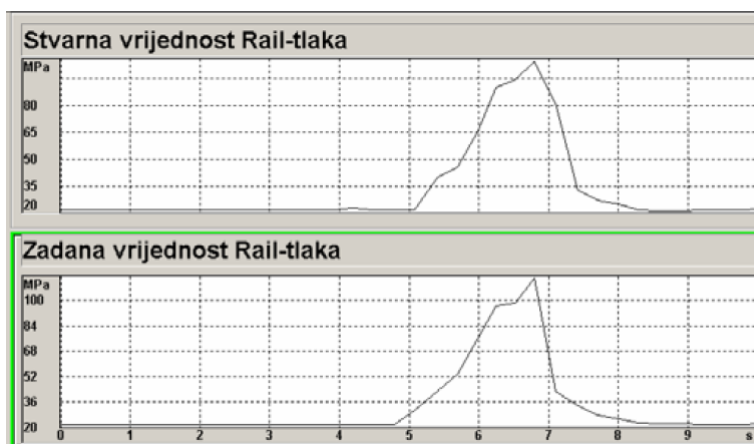
На слици 7.18. приказана је стварна и задата вредност масе ваздуха, на основу које се може уочити разлика у празном ходу као последица укључености EGR вентила. При додавању гаса мотору ECU искључује EGR вентил, да би мотор имао пуну снагу, па се са приказаног осцилограма види да је у шестој секунди мерења изједначена задата и стварна вредност масе ваздуха.



Слика 7.18 - Дијаграм стварне и задате вредности масе ваздуха при додавњу гаса [13]

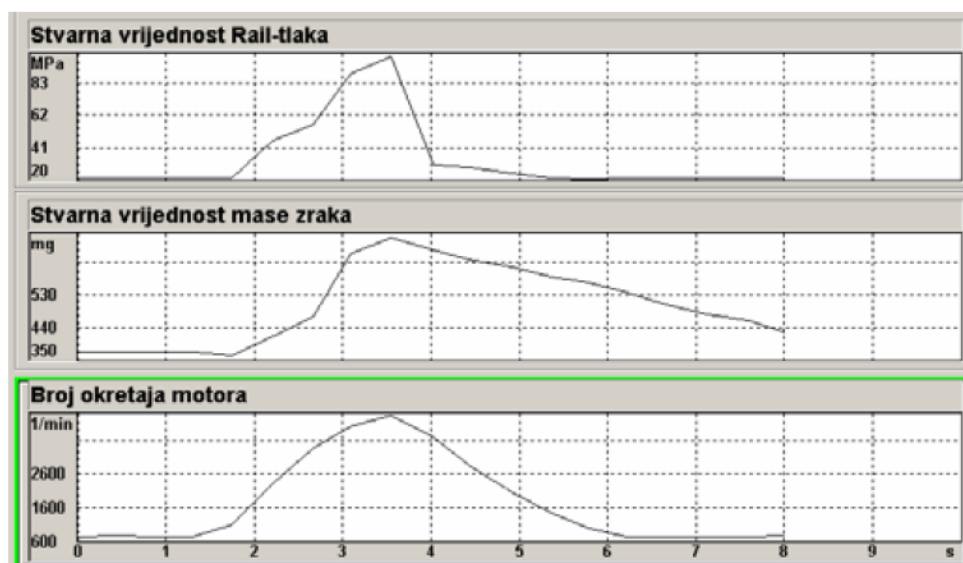
На слици 7.19. приказана је карактеристична промена притиска горива у цилиндру при додавању гаса из режима празног хода при раду возила на месту. Из дијаграма се види да притисак од 200 бара достиже вредност око 1000 бара, што је за мерене услове задовољавајући податак. Међутим, у појединим ситуацијама због провере притиска и количине горива неопходно је испитивање на ваљцима или у пробној возњи.

Од понекад више десетина комуникационих параметара, који су на располагању, у зависности од меморисане грешке потребно је изабрати одређене параметре, који дијагностичару могу указати на одређени проблем у систему. У овом софтверском решењу могуће је једновремено снимање до четири параметра.



Слика 7.19. - Дијаграм стварне и задате вредности притиска горива у rail-у при додавању гаса [13]

На Слици 7.20. приказан је један такав случај са три битне мерне величине: стварни притисак горива у раил-у, стварна усисана маса ваздуха и број обртаја мотора. Детаљном анализом упоредних крива могуће је закључити у ком делу система се налази проблем и у току даљих испитивања, детаљног прегледа компоненти, евентуалног чишћења или замене компоненте, пронаћи и отклонити основни узрок отказа.



Слика 7.20. - Упоредни приказ промене притиска горива у rail-у, масе ваздуха и броја обртаја мотора при нагом додавању гаса из режима празног хода (при раду мотора на месту)[13]

У зависности од типа возила, уграђеног софтвера за комуникацију на дијагностичком уређају, на располагању су и разне друге комуникационе функције испитивања рада електронских система. Поред испитивања појединачних извршних елемената (актуатора), који се појединачно или аутоматски укључују у празном ходу или на „контакту“, у овом

случају посебно интересантно мерење представља упоређивање количина убризганог горива по цилиндрима (слика 7.21).

Uspoređivanje količina		
Količina korekcije za cilindar 1	95.7	%
Količina korekcije za cilindar 2	108.2	%
Količina korekcije za cilindar 3	97.3	%
Količina korekcije za cilindar 4	98.8	%

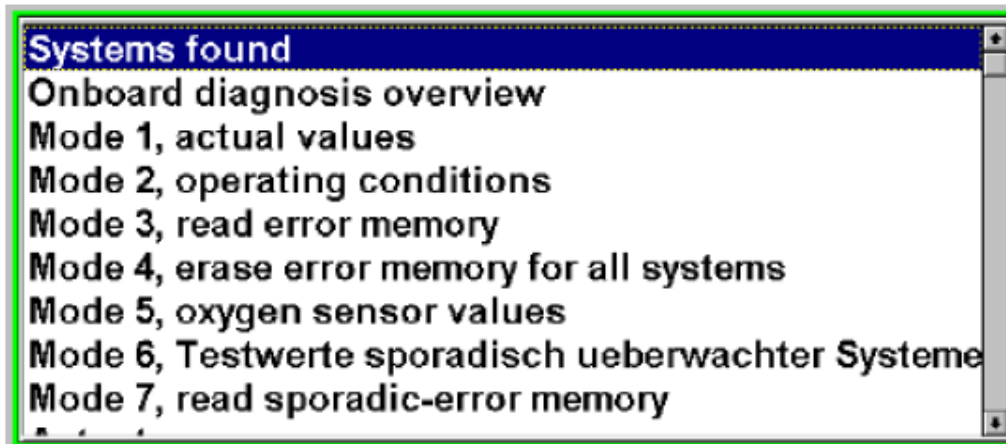
Слика 7.21. - Функционално испитивање разлике убризгане количине горива по цилиндрима (мерено у празном ходу) [13]

За искусног дијагностичара ово су посебно битне информације које указују на, најчешће, разне механичке проблеме, које у одређеним границама може кориговати ECU мотора додавањем или одузимањем убризгане количине горива по цилиндрима. Из приказаних резултата мерења види се да је цилиндар бр. 2 „најслабији“ и да ECU продужава убризгавање за 8,2 %, како би уједначио развијене обртне моменте по цилиндрима. На основу приказаних података, дијагностичар по потреби проверава количину горива на поврату брызгалке, скида и шаље на испитивање брызгалке или их мења, а у случају да није отказ у брызгалкама, даљи дијагностички кораци су везани за динамичко испитивање компресије преко струје стартовања возила, мерење компресије класичним манометром или тестером пропустљивости. У сваком случају закључак који дијагностичар доноси о могућем узроку отказа, подразумева понекад озбиљне трошкове у даљим радовима на оправци возила [13].

У појединим случајевима на возилима која нису још увек обрађена у описаном софтверу, на располагању је EOBD комуникација. Након уласка у OBD дијагнозу дијагностички уређај приказује следеће радне функције (SAE 1979), слика 7.22:

- Пронађени системи,
- Преглед *On-Board* дијагнозе,
- Мод 1, стварне вредности - читање параметара система,
- Мод 2, погонски услови (*Freeze Frame*),
- Мод 3, читање меморије грешака – потврђени кодови грешака,
- Мод 4, брисање меморије грешака свих система,
- Мод 5, ламбда вредности – тест вредности и проширења ламбда сонде,
- Мод 6, вредности теста спорадично контролисаних система (без сталног надзора),
- Мод 7, читање меморије спорадичних грешака – непотврђене грешке,
- Мод 8, актуатори (извршни елементи) и

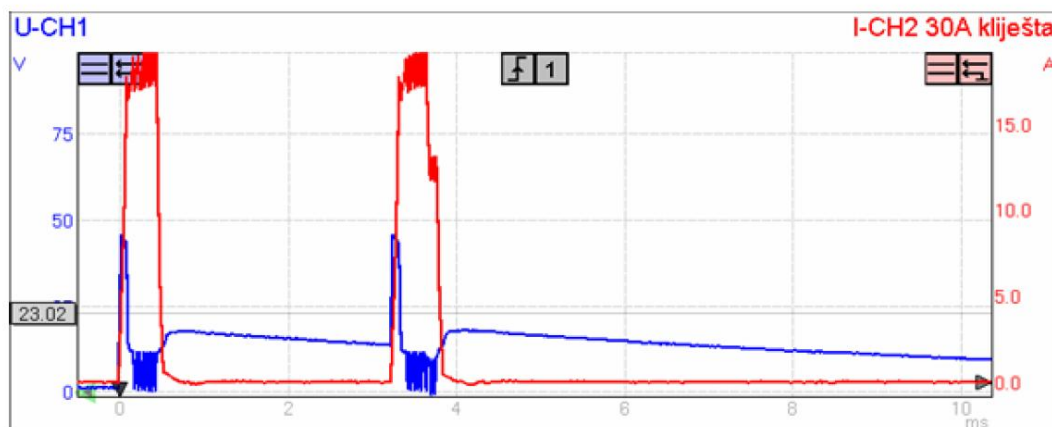
- Мод 9, информације о возилу (*Vehicle-Identification Code*).



Слика 7.22. - Приказ на KTS670 након уласка у EOBД дијагностиковање [13]

Уколико је код сложенијих отказа неопходно осцилоскопско мерење карактеристичних електричних величина на давачима и извршним елементима (нпр. на брызгаљкама – слика 7.23.), на располагању је мотортестер за проверу сигнала и откривање неисправности у електронском систему [13].

При веома сложеним отказима, посебно у случајевима када су отказови последица „људских руку”- неовлашћене интервенције и преправке у систему као и незнање, потребно је много знања, упорности и времена да би се отклонио основни узрок отказа.

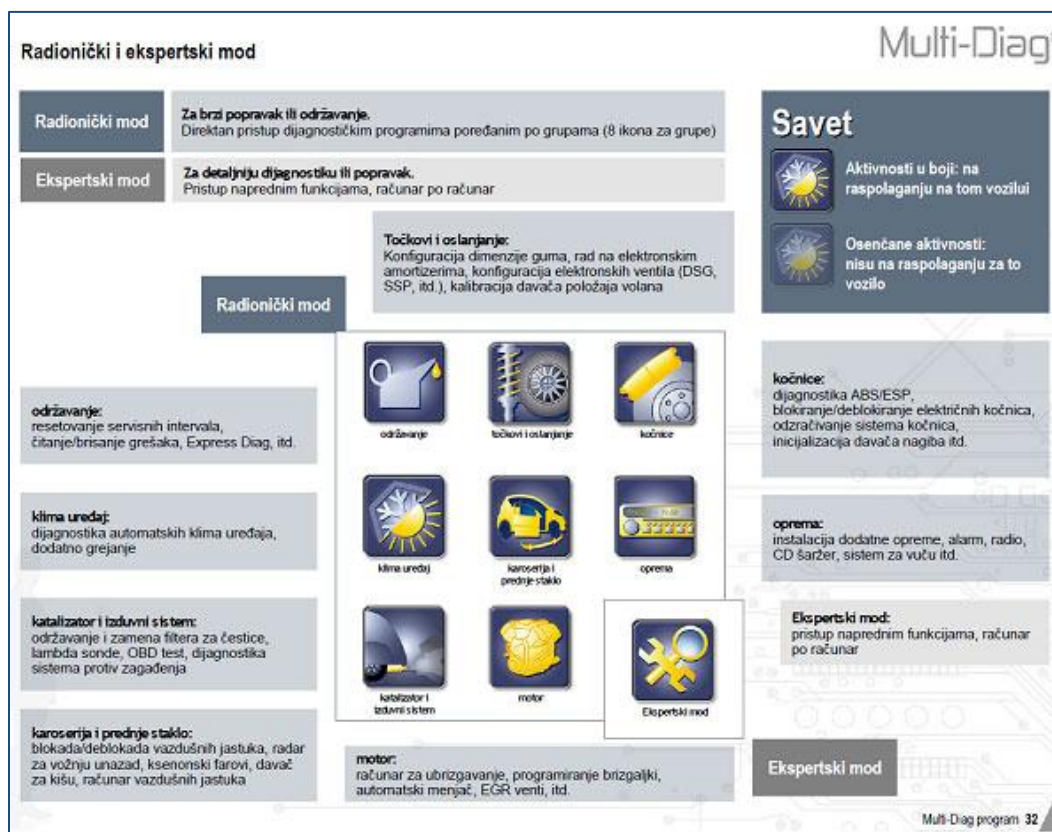


Слика 7.23. - Напон и струја електромагнетне Common-rail брызгаљке у празном ходу (предубризгавање и главно убризгавање) [13]

8. Пример савременог возила

Примери практичне примене дијагностичких уређаја у сервисима су објашњени у тексту који следи. Објашњени су поступци рада са савременим дијагностичким уређајима. Дијагностички уређаји се константно унапређују и све више се тежи једноставности и прилагођавању кориснику.

На слици 8.1. приказан је дисплеј савременог *Multi-Diag* дијагностичког уређаја. Софтвер који се користи код оваквог уређаја је веома једноставан за употребу, помоћу сличица и текста корисник може да веома једноставно приступи процесу утврђивања техничког стања возила.



Слика 8.1- Изглед корисничког интерфејса дијагностичког уређаја Multi-Diag [6]

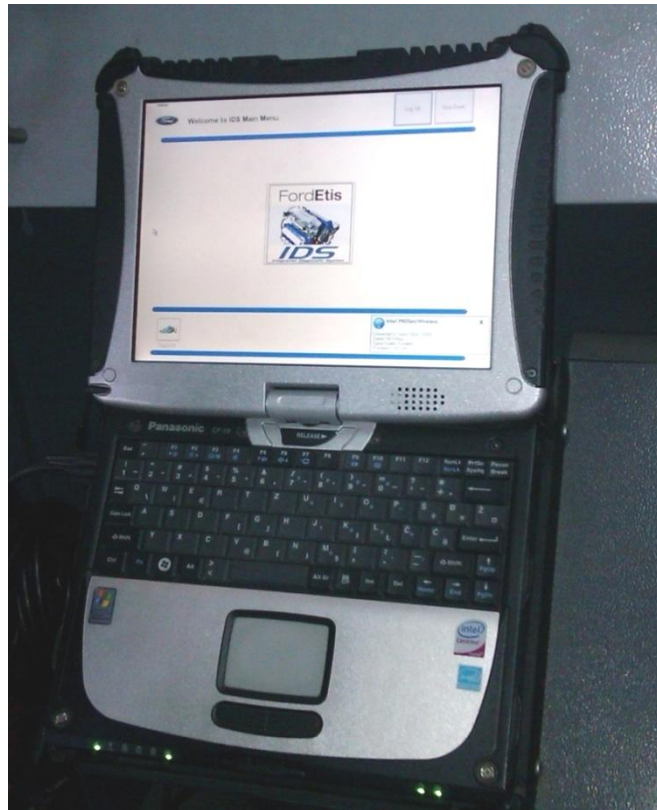
Слика 8.1 илустративно показује колико су савремени дијагностички уређаји, односно софтвери направљени да буду што једноставнији за корисника (енгл. *user friendly*).

8.1. Практични пример дијагностике путничког возила

Како би се на конкретном примеру приказало коришћење савремених дијагностичких система, у сервису „ВИВА АУТО“ у Крагујевцу је извршено дијагностиковање путничког возила. Испитивано возило је марке *Ford*, модел *Fiesta* са дизел мотором. Уочена аномалија, коју је пријавио корисник, јесте проблем у кочионом систему. Сервисери су утврдили да је проблем у кочионом систему, и претпоставили су да је у питању ABS систем, али без дијагностичких система проблем није могао бити конкретизован и решен. Зато је уследило повезивање дијагностике и возила.

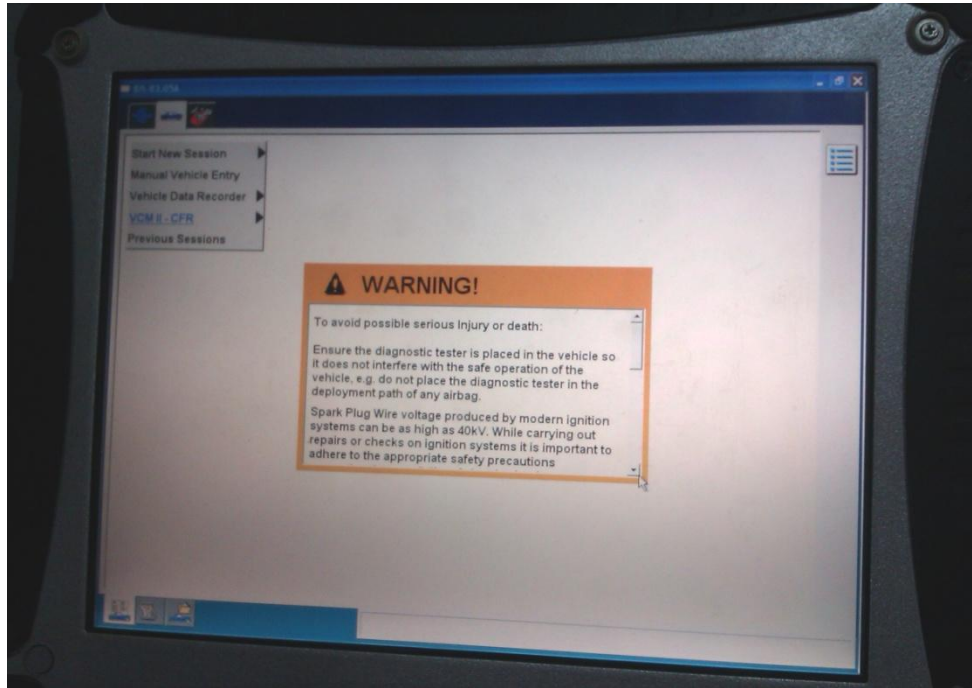
Искуство сервисера, односно људски фактор, има велику улогу у коришћењу OBD дијагностике, јер искуствено навођење у одабиру праве операције дијагностике од великог значаја за уклањање аномалија.

Конкретан пример коришћења дијагностичког уређаја у одржавању возила јесте IDS систем (енгл. *Integrated Diagnostic System*). Овај дијагностички систем је производ компаније *Ford*, осмишљен и направљен тако да буде што ближи кориснику, односно што једноставнији за употребу. На слици 8.2 је приказана изглед почетне стране софтвера који користи IDS систем.



Слика 8.2 - Дијагностички систем IDS– почетна страна [15]

На слици 8.3 је приказана порука упозорења која се појављује пре почетка сваке сесије која упозорава корисника да пре конекције OBD уређаја обезбеди себе, односно да искључи *Airbag* и слично.



Слика 8.3: Порука упозорења за корисника [15]

Када у сервис стигне возило које се дијагностицира, односно дијагностицира се отказ на том возилу, неопходно је преко конектора на возилу и конектора IDS-а повезати ове две компоненте. На слици 8.4а је дат изглед конектора, а на слици 8.4б је дат изглед централне управљачке јединице IDS-а.



Слика 8.4а: Конектор IDS система [15]



Слика 8.4б: Управљачка јединица IDS-а [15]

Прикључак за конектовање дијагностичког уређаја са возилом је дат на слици 8.5, а налази се десно испод волана на већини савремених возила и лако је доступан за OBD конекцију. Када се изврши конекција, на дисплеју на инструмент табли светли СНЕСК лампица, све док се не утврди да ли постоје проблеми са мотором (слика 8.6).



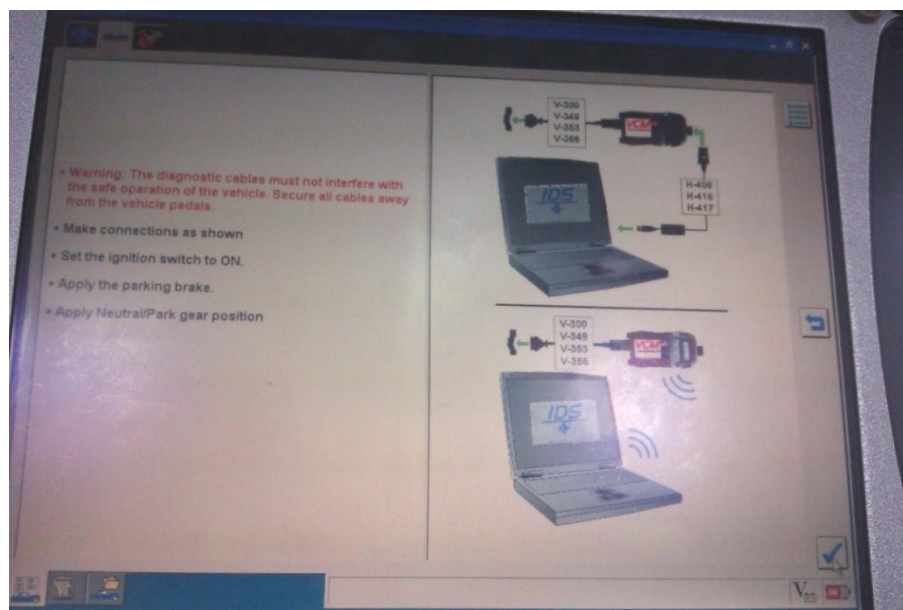
Слика 8.5: OBD прикључак на возилу [15]



Слика 8.6: Контролна лампица на инструмент табли

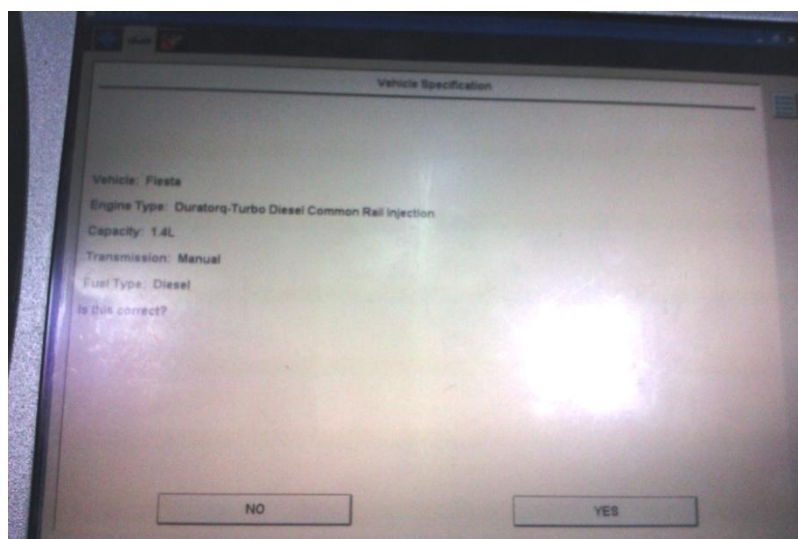
Након конекције, на екрану излазног уређаја се појављује нови дијалог прозор са новим упозорењем које обавештава корисника да је неопходно да да контакт, активира паркирну

кочницу, укључи неутрални режим трансмисије (избаци из брзине). Ово су неки иницијални услови за отпочињање дијагностичке сесије (слика 8.6) [15].



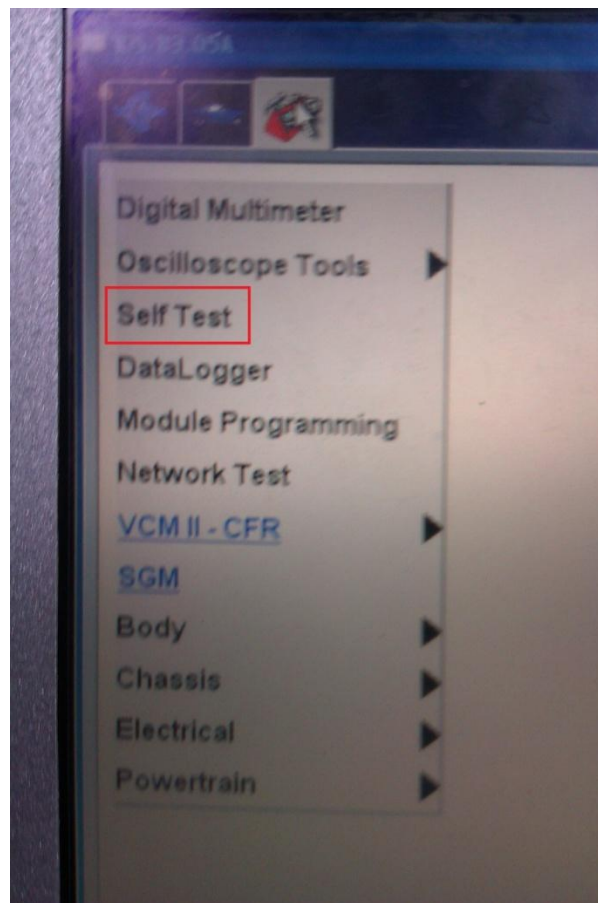
Слика 8.6: Иницијални услови за отпочињање дијагностичког испитивања [15]

Када се остваре сви почетни услови, могуће је наставити са процесом дијагностиковања. Следећи дијалог прозор кориснику даје информације о возилу (слика 8.7). У овом конкретном случају се ради о возилу марке *Ford* са дизел мотором и мануелном трансмисијом. Потребно је потврдити да ли су сви подаци о возилу тачни, а могуће је и исправити неке од понуђених информација. Након тога, почиње дијагностички процес.



Слика 8.7: Подаци о возилу на коме се дијагностикује отказ [15]

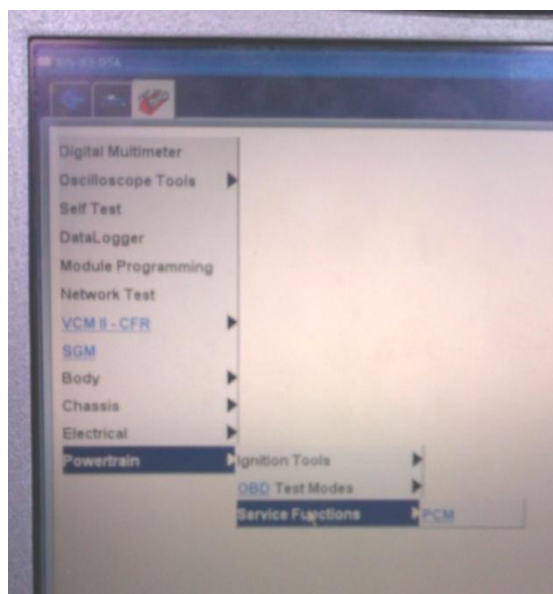
На слици 8.8 се види падајући мени који се отвара када корисник одабере алат за проналажење грешке на возилу, тј. узрока отказа. У овом менију се налазе модули који се могу искористити за проналажење грешке. Такође, битно је и да корисник (сервисер) има одређено искуство, на основу кога ће се одлучити за одређени модул испитивања. Међутим, уколико се погрешно при избору, увек се може вратити поново на овај корак и почети поновно испитивање. Врло важна информација је да систем у меморији чува претходне дијагностичке сесије, тако да уколико су „симптоми“ исти, наводи корисника где примарно може да тражи разлог отказа. Опција *Network test* се односи на све понуђене модуле (све системе у возилу у којима се може јавити отказ). Ти понуђени модули се односе на каросерију, шасију, електричну инсталацију, погон и трансмисију. *Selftest => all modules* тражи грешку, односно узрок отказа на возилу.



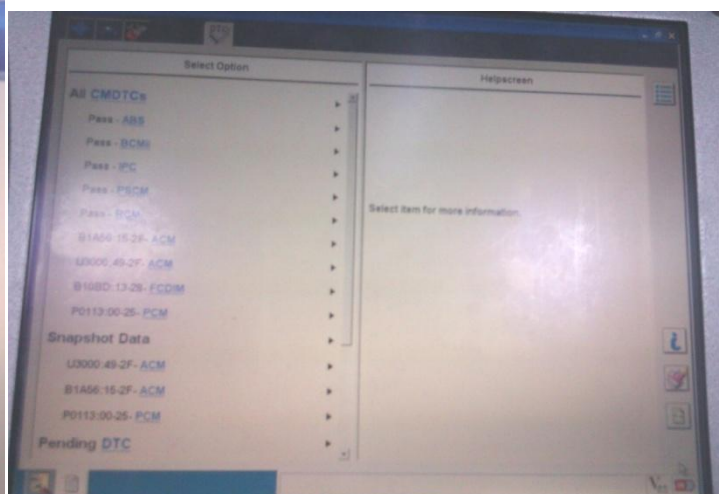
Слика 8.8: Листа могућих модула дијагностичких испитивања [15]

На слици 8.9 је приказан дијалог прозор са менијем који се односи на дијагностику елемената погонске групе возила (*Powertrain*). Избором ове опције отвара се подмени где се могу изабрати опције за испитивање система за паљење (*Ignition Tools*), сервисних функција (*Service Functions*) и OBD тест модула.

На слици 8.10 је приказан дијалог прозор који се отвара након избора опције *Selftest*, односно избор модула који тражи грешку, што и јесте циљ овакве примене дијагностичког уређаја. Неке од понуђених опција јесу дијагностиковање централног рачунара на возилу (BCM), инструмент табле (IPC), серво управљања (*power steering* - PSCM), безбедносних система као што су појасеви (*restraint systems* – RCM), аудио система (ACM) и сл. Модул *Snapshot Data* указује на тренутна стања система на возилу, а картица *Pending* се односи на тренутно присутне грешке („грешке које чекају“).



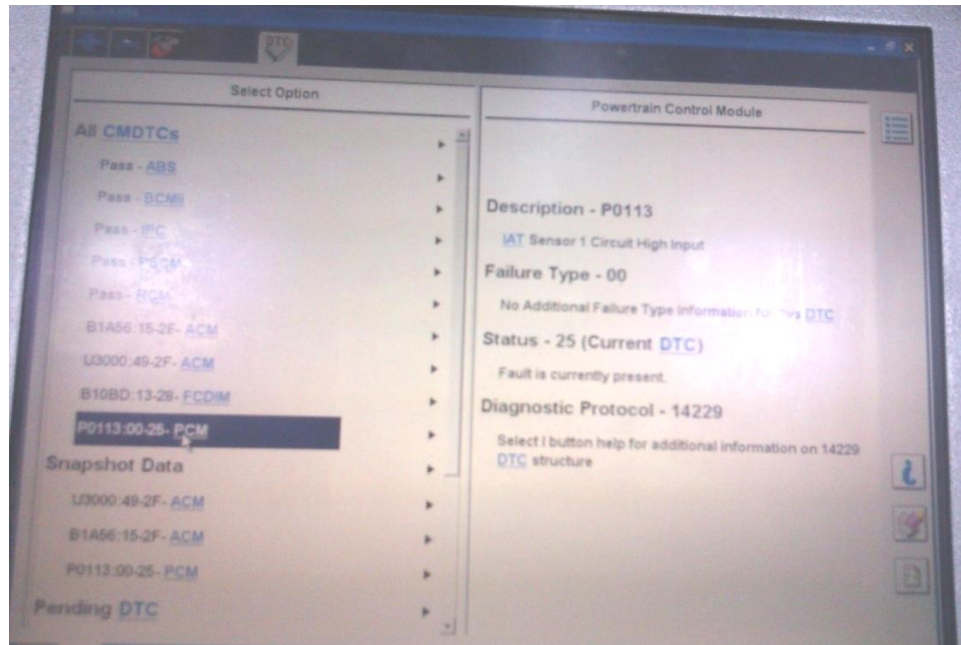
Слика 8.9: Избор модула за испитивање погонске групе => сервисне функције



Слика 8.10: Избор система који се испитује на возилу [15]

На слици 8.11 је приказан корак када се врши одабир опције за утврђивање стања елемената погонске групе (PCM), при чему се у десном прозору исписују грешке које су присутне у овом систему и њихови кодови. Још једном треба напоменути да сервисер на основу својих знања и искустава врши одабир модула испитивања, али да и рачунар складишти у меморији све претходне дијагностичке сесије, те се нуде статистички могућа решења која се проверавају.

На слици 8.12а је приказана опција *Optional Equipment Modul* у којој се приказују откази (*Fail*) који се односе на системе додатне опреме у возилу. У овом конкретном случају је излаз *Fail* јер конкретно возило нема те додатне модуле који се могу испитивати. На слици 8.12б је приказан прозор који се приказује када се одабере опција *Snapshot Data*, односно приказани су узроци насталог отказа који треба да се отклоне, тј. тренутно стање које треба да се промени у стање без отказа.

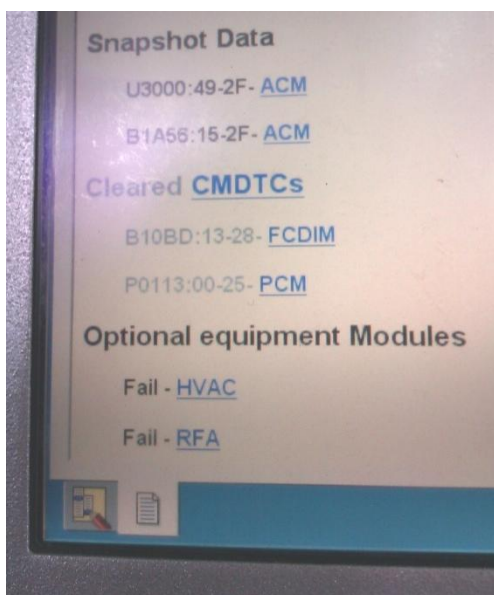


Слика 8.11: Грешке које су се детектоване у погонском систему [15]

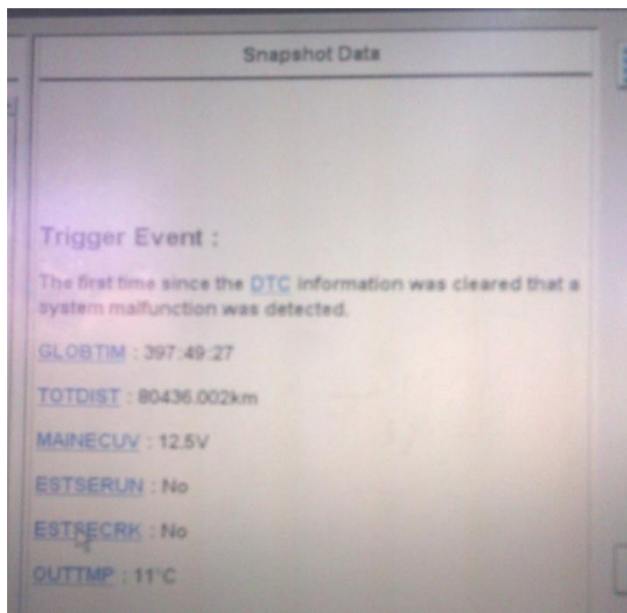
Кодови грешака приказаних на екрану су идентификација грешака које су се јавиле на возилу. Напоменуто је да је претпоставка била да постоји аномалија у кочионом систему. На основу кодова прочитаних грешака утврђено је да је проблем настао у ABS систему, тј. да постоји прекид у раду сензора ABS-а. Пријављена је и грешка у аудио систему на возилу (у софтверу радио уређаја). У овом случају је отклоњена само прва грешка, јер друга захтева реинсталирање софтвера радио уређаја, а и нема велики утицај на исправно функционисање возила.

Следећи корак јесте физичко уклањање грешке, односно замена сензора ABS-а и поновно провера комплетног возила преко дијагностичког уређаја.

Када сервисер отклони грешке, оне се могу избрисати избором опције која је заокружена на слици 8.13. Након тога (пошто је решен проблем на возилу) даје се контакт на возилу, грешке се бришу и цео процес се почиње из почетка. Ово брисање грешака се односи само на брисање зарад поновне провере, али грешке остају дуготрајно запамћене у меморији електронске управљачке јединице.



Слика 8.12а: Опциони модули [15]



Слика 8.12б: Узроци отказа (тригери)



Слика 8.13: Алатка за брисање грешака зарад отпочињања накнадне провере возила [15]

Након извршеног процеса дијагностиковања конкретног возила, може се закључити да дијагностика има велику улогу у олакшавању утврђивања појаве отказа на возилу.

8.2. Дијагностиковање стања новопроизведеног возила

Обавезна ставка у сваком процесу производње возила јесте провера исправности функционисања електронских система на возилу. На сликама које следе приказан је мобилни дијагностички систем SIXTAU који се примењује у Фиат (*Fiat Group Automobiles*) возилима (слика 8.14).

Као што је објашњено у поглављу три овог рада, поступци дијагностиковања су базирани на контролама стања, са основним циљем утврђивања исправности возила. Процес дијагностиковања стања возила се заснива на тзв. алгоритму дијагностике возила који указује на редослед решавања задатака при његовом дијагностиковању (слика 3.2).

Дијагностиковање стања новопроизведеног возила, односно редослед поступака приликом дијагностиковања се такође базира на алгоритму дијагностике.



Слика 8.14. – Изглед SIXTAU мобилног дијагностичког уређаја [12]

SIXTAU мобилни уређај се поставља („качи“) на волан и преко дијагностичког порта (конектора) се повезује са возилом (слика 8.15).



Слика 8.15. – Конектори преко којих се остварује комуникација [12]

На сликама које следе су приказани дисплеји SIXTAU уређаја који указује на постојање грешака, односно указује које грешке су у питању и/или узрок грешке (слика 8.16.а) и 8.16б).



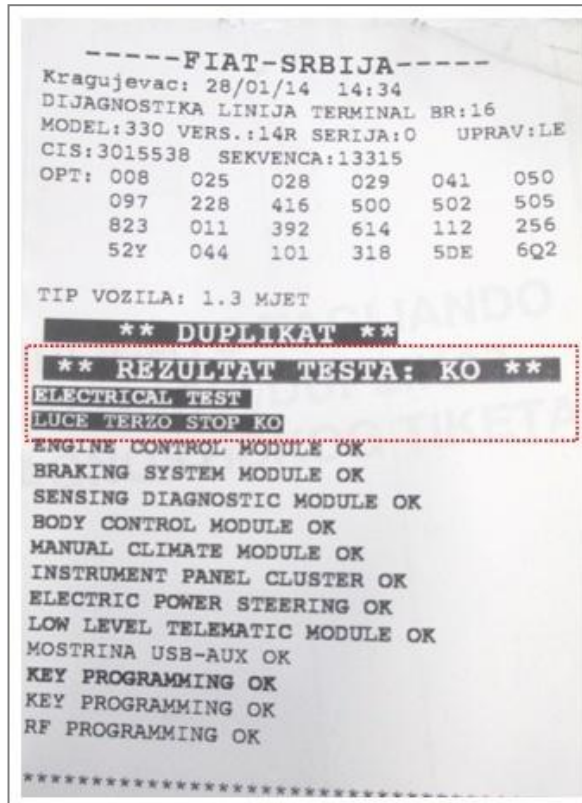
Слика 8.16. а) – Примена SIXTAU уређаја (пример 1)[12]



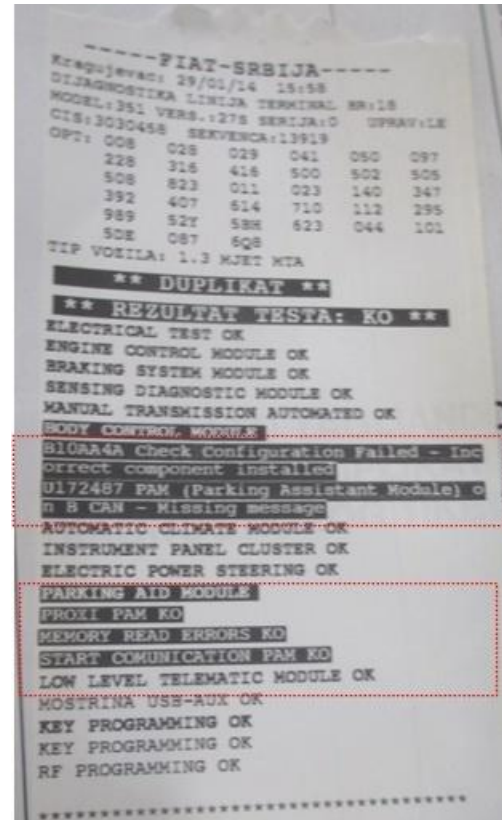
Слика 8.16. б) – Примена SIXTAU уређаја (пример 2)[12]

Као документ који потврђује постојање грешке у систему се штампа дијагностички исечак (примери на сликама). Овај исечак се ставља у досије новопроизведеног возила, односно возило се упућује на поновни циклус операција које су узрок настале грешке (нпр. реинсталирање софтвера ЕУЈ, замена компонената и сл.). Примери дијагностичких извештаја су дати на сликама 8.17. а) и 8.18. б).

Након извршеног процеса дијагностиковања конкретног возила, може се закључити да дијагностика има велику улогу у олакшавању утврђивања појаве отказа на возилу.



Слика 8.17.а) – Дијагностички извештај (стоп светло не функционише) [12]



Слика 8.18.б) – Дијагностички извештај (модул за асистенцију возачу при паркирању не функционише; инсталирана погрешна компонента)

Дијагностика новопроизведних возила је споменута у генералном смислу, са циљем да се још једном укаже на велики значај примене дијагностичких електронских система. Дакле, од тренутка настанка возила и даље током експлоатације се стање возила мора пратити, сви откази се морају правовремено уклонити, а дијагностички системи и уређаји су неопходни у том циклусу [12].

9. Закључна разматрања

Дијагностички процеси на возилима обухватају поступке утврђивања стања возила и идентификације узрока таквих стања.

У технологијама дијагностиковања све више се користе аутоматски дијагностички системи и самодијагностички системи, али су још увек у примени тзв. конвенционална дијагностичка средства, чија је основна одлика универзалност (средства за дијагностику управљачког система, система за ослањање, динамометарски ваљци и сл.).

Велики корак у развоју дијагностике представљају аутоматизовани дијагностички системи, односно *On-Board* системи на возилу, који обезбеђују непрекидни и објективни надзор над радом возила, као и чување података о техничком стању возила и историји неисправности. Меморисање података је веома битно за успешно и дугорочно очување исправности возила.

Дакле, стручна и брза оправка возила подразумева не само решавање тренутног узрока отказа на возилу, већ и подизање степена исправности возила. На тај начин, заједно са подизањем нивоа културе понашања возача у саобраћају, може се смањити и број саобраћајних незгода које су последица техничких неисправности возила.

Поред безбедносног аспекта, битан је и економски аспект – редовним и напредним електронским дијагностичким уређајима се и снижава цена сервисирања возила.

На основу свега наведеног логично је закључити да је дијагностика на возилу од великог значаја за све видове техничког одржавања возила. Применом дијагностичких система, односно уређаја се у великој мери олакшава утврђивање проблематике на возилу, односно лакше се налази узрок насталог проблема. Такође, велика предност ових уређаја се огледа у тзв. искуственој страни, односно корисник добија информације од уређаја о највероватнијим узроцима отказа (на основу ранијих догађаја које чува у својој меморији).

Закључује се да постојање дијагностичких система представља велику предност за одржавање возила у адекватном техничком стању, а самим тим се и побољшава квалитет саобраћаја и живота, те је даљи развој и све већа имплементација савремених дијагностичких система неопходан и неминован.

10. Литература

- [1] Александар Грујовић, Електроника аутомобила, Машински факултет у Крагујевцу, Центар за информационе технологије, Крагујевац, 2008.
- [2] Интернет страница: http://en.wikipedia.org/wiki/European_emission_standards, преузето: 01.11.2014.
- [3] Драган Тарановић, Материјал са предавања и вежби из предмета Мехатроника МВМ, Машински факултет Крагујевац, Крагујевац, 2011.
- [4] Интернет страница: <http://dupress.com/articles/the-rise-of-safety-innovations-in-intelligent-mobility/>, преузето: 01.09.2014.
- [5] Интернет страница: http://robotics.mem.drexel.edu/mhsieh/Courses/E58_S08/Notes/controlTheory_22.pdf, преузето: 01.09.2014.
- [6] Интернет страница: <http://www.multi-diag.rs>, преузето: 29.05.2014.
- [7] T. Denton, Advanced Automotive Fault Diagnosis, Elsevier Butterworth-Heinemann, Great Britain, 2006.
- [8] T. Denton, Automobile electrical and electronic systems, Elsevier Butterworth-Heinemann, Great Britain, 2004.
- [9] Allan W. M. Bonnick, Automotive computer controlled systems – Diagnostic tools and techniques, Oxford, 2001.
- [10] Б. Крстић, Техничка експлоатација моторних возила и мотора, Универзитет у Крагујевцу, Машински факултет, Крагујевац, 2009.
- [11] Р. Пешић, С. Петковић, С. Веиновић, Моторна возила и мотори – опрема, Универзитет у Крагујевцу, Универзитет у Бања Луци, Машински Факултет, Бања Лука, Крагујевац, 2008.
- [12] Фотографије „*Fiat Automobiles Serbia*”
- [13] Владимир Матијевић, Предраг Пољак, Савремени системи за дијагностику возила, Висока школа електротехнике и рачунарства струковних студија у Београду, 2009.
- [14] И. Милојевић, Сензори у аутоиндустрији и системи за дијагностику, дипломски рад, Универзитет у Источном Сарајеву, Електротехнички факултет, 2009.
- [15] Документација из сервиса *Viva-auto* Kragujevac, мај 2014.