

AUTOMATIZACIJA PROCESA DIJAGNOSTIKE MOTORNIH VOZILA

AUTOMATIZATION OF PROCESS OF DIAGNOSTICS MOTOR VEHICLES

Vojislav Krstić
Saobraćajni fakultet u Beogradu

Ivan Krstić
Fakultet tehničkih nauka u K.Mitrovici

Božidar Krstić, Vukić Lazić
Fakultet inženjerskih nauka u Kragujevcu

REZIME

U poslednje vreme pojavljuje se sve više efikasnih objektivnih metoda ocene tehničkog stanja mobilnih sistema, zasnovanih na primeni automatskih dijagnostičkih sistema. Automatizacija procesa dijagnostike značajno utiče na osnovne pokazatelje efektivnosti korišćenih mobilnih sistema. Zahvaljujući njoj, značajno se skraćuje vreme uspostavljanja dijagnoze, smanjuje potreba za visokim obrazovanjem operatora-dijagnostičara, snižavaju troškovi prpcesa dijagnostike i td. Predstavljanje rezultata dijagnosticiranja tehničkog stanja mobilnih sistema ostvaruje se primenom savremenih uređaja uz korišćenje odgovarajuće računarske tehnike.

Ključne reči: motorna vozila, dijagnostika

SUMMARY

Lately there are more and more effective objective methods for evaluation of technical condition of mobile systems, based on implementation of automatic diagnostic systems. Automatization of process of diagnostics significantly influences on the main indicators of effectiveness of used mobile systems. Owing to it, time for giving diagnosis is shorter, need for higher education of operator-diagnosticsian is reduced, costs of diagnostic process are decreased etc. Presentation of diagnostic results of technical condition of mobile systems is realized by application of modern devices with usage of adequate computer techniques.

Key words: motor vehicles, diagnostic

1. UVOD

Da bi ispunila sve strožije zahteve i bila sposobna da izvrše sve složenije zadatke tokom korišćenja, savremena vozila su postala jako složena, sastavljena od velikog broja sastavnih delova. S druge strane, povećanjem broja delova, bez obzira na povećanje njihove pouzdanosti, pouzdanost celovitog vozila se smanjuje, a javljaju se i niz drugih problema u pokušaju da se obezbede i druge karakteristike efektivnosti (gotovost, raspoloživost,

pogodnost održavanja i td.). Pravilno održavanje, pri tome, i te kako može da doprinese rešavanju pomenutih problema.

Osnovni problem održavanja vozila je utvrđivanje njegovog stanja. Pored potrebe da se detaljno sagledaju mogući otkazi vozila sa svojim uzrocima, neophodno je identifikovati i simptome raznih vidova promene stanja. Ukoliko je moguće izvršiti ovu identifikaciju i utvrditi trenutak nastale promene (pojave otkaza) mogu se utvrditi i negativni efekti nastalog otkaza na ukupnu efektivnost vozila.

Dijagnostika je naučna disciplina koja se bavi istraživanjem veza između promena stanja tehničkih sistema i promena njegovih strukturnih parametara. Te promene se upoređuju sa unapred utvrđenim kvalitativnim i kvantitativnim kriterijumima. Na osnovu rezultata upoređenja, donosi se zaključak o stanju u kome se vozilo nalazi. Ako se vozilo nalazi u otkazu, onda se traži mesto i uzrok nastanka tog otkaza.

Postavljanje dijagnoze je postupak koji predhodi svakoj operaciji održavanja, tj. predstavlja njenu prvu fazu. Dijagnostikom se uglavnom obuhvataju postupci utvrđivanja stanja i njegovih uzroka, koji se zasnivaju na primeni sredstava dijagnostike. Postavljanje dijagnoze služi da se utvrdi da li je vozilo ispravno ili ne i da se utvrde uzroci eventualne njegove neispravnosti. Postavljanje dijagnoze vozila se svodi na uspostavljanje veze između vozila i njegovog otkaza i utvrđivanje stanja u kome se vozilo nalazi. Suvišno je govoriti o neophodnosti upotrebe najsavremenijih dijagnostičkih tehnologija i informatičkih sistema, jer njihovom primenom se povećava kvalitet korišćenja vozila i smanjuju ukupni troškovi njegovog životnog ciklusa.

Cilj rada je ukazivanje na značaj dijagnostike, kao sastavnog dela bilo preventivnog, bilo korektivnog održavanja motornih vozila. Posebno je ukazano na značaj primene kompjuterske dijagnostike pri preventivnom održavanju motornih vozila.

2. DIJAGNOSTIKA KAO SASTAVNI DEO ODRŽAVANJA MOTORNIH VOZILA

Jedna od bitnih karakteristika svih tehničkih sistema jeste to da im se u periodu korišćenja menja stanje. Rezultat ove promene je pojava otkaza. Tako je rad tehničkih sistema praćen pojavom otkaza koji dovode bilo do poremećaja funkcionisanja, bilo do potpunog prekida funkcionisanja sistema. Odgovarajućim intervencijama se, kod tih sistema, može sprečiti ili odložiti pojava otkaza, ili se on može otkloniti. Intervencije koje se obavljaju sa tim ciljem čine održavanje tehničkih sistema.

Održavanje motornih vozila je skup složenih aktivnosti koje se sprovode sa ciljem da se spreči ili odloži pojava otkaza sistema ili da se otklone uzroci pojave otkaza ukoliko je do njih došlo, uz što kraće utrošeno vreme i uz što manji utrošak energije, materijala i drugih komponenti u strukturi održavanja.

Održavanjem se želi izbeći ili bar smanjiti intenzitet promene stanja, a u slučaju poremećaja želi se vratiti stanje u dozvoljeno područje.

Postoje dve osnovne metode održavanja: preventivno održavanje i korektivno održavanje.

Korektivno održavanje je metoda održavanja, kod koje se dopušta eksploatacija tehničkog sistema do pojave otkaza, a bez prethodnih pregleda i praćenja stanja tog sistema. Zadatak korektivnog održavanja je da element i/ili tehnički sistem iz stanja „u otkazu“ dovede u stanje „u radu“. Element koji je otkazao se popravlja ili zamenjuje novim.

Preventivno održavanje je metoda održavanja, kod koje se stalno ili periodično prate određeni parametri na vozilu, i na osnovu tih informacija se donosi odluka da li treba neki deo zameniti ili popraviti, tako da vozilo ne dođe u stanje „u otkazu“. Preventivno održavanje može biti plansko ili održavanje prema stanju.

Kod preventivnog planskog održavanja, aktivnosti vezane za zamenu ili popravku elemenata zasnovane su mahom na statističkom praćenju srednjeg vremena rada do pojave otkaza. Ovakav pristup omogućava pojavu otkaza sa ozbiljnim posledicama ili se izvode nepotrebne aktivnosti. Osim toga problem ovakvog održavanja je što je propisan interval održavanja određen za određene uslove eksploatacije kojih se korisnik često ne pridržava.

Održavanja prema stanju zasniva se na periodičnom ili neprekidnom praćenju stanja sistema i registrovanju problema koji dovode do otkaza, što dovodi da se aktivnosti vezane za zamenu ili popravku izvode u najpovoljnijem trenutku. Ovim održavanjem se ne može u potpunosti eliminisati korektivno i preventivno plansko održavanje, ali se pri tome značajno smanjuje broj nepredviđenih otkaza.

Da bi se utvrdilo stanje motornog vozila neophodno je vršiti merenja dijagnostičkih parametara. Rezultati merenja mogu da budu izraženi u vidu diskretnih brojeva, analognih signala ili u nekom drugom obliku koji je pogodan za poređenje sa zadatim dijagnostičkim normativom.

Nazivna vrednost predstavlja idealnu vrednost dijagnostičkog parametra. Dozvoljena odstupanja predstavljaju dijagnostički normativ. Kada vrednost dijagnostičkog parametra padne ispod vrednosti dijagnostičkog normativa reč je o pojavi ne ispravnosti, ali vozilo može da bude još uvek radno sposobno sve dok vrednost dijagnostičkog parametra ne padne ispod granične vrednosti, kada prestaje radna sposobnost. Dijagnostički parametri su parametri izlaznog procesa vozila (fizički i hemijski procesi koji se javljaju u toku rada vozila) koji nose dovoljno kvalitetnu informaciju o stanju.

3. DIJAGNOSTICIRANJE STANJA MOTORNIH VOZILA I UPRAVLJAČKE MREŽE

Kako je promena stanja uzročnik pojave otkaza, to je veoma značajno utvrđivanje stanja i predviđanje perioda rada posmatranog sistema do pojave otkaza. Visok zahtevani nivo pouzdanosti transportnih sredstava uslovljava kvalitetne pravovremene intervencije u cilju otklanjanja mogućih uzroka otkaza, a u slučaju pojave, putem tačnog definisanja otkaza, i njihovo efikasno otklanjanje. Na prvom mestu, neophodne su kvalitetne metode za utvrđivanje stanja. Merenje putem rasklapanja sklopova i uređaja, s obzirom na složenost konstrukcije savremenih transportnih sredstava, iziskuje znatne troškove i povezano je sa problemom narušavanja prvobitne sprege, čime se znatno smanjuje vek trajanja. To je uslovalo razvoj metoda i uređaja kojima se određuje stanje nekog tehničkog sistema „bez rasklapanja“, na osnovu indirektnih obeležja. Tako je razvijena dijagnostika.

Pod dijagnostikom se podrazumevaju pregledi motornog vozila u toku redovnog održavanja, kojima se utvrđuje njegovo stanje ili, u slučaju pojave otkaza, uzroci otkaza, pomoću uređaja koji su stalno ugrađeni na transportnom sredstvu ili se na njega postavljaju u toku tog ispitivanja, a povezani su sa uređajem za dijagnostiku.

Proces dijagnostike motornog vozila sastoji se iz obavljanja niza operacija u cilju utvrđivanja stanja objekta dijagnostike u datom momentu, određivanja njegovog stanja u budućnosti, kao i određivanje stanja u kome se nalazio u prošlosti.

U zavisnosti od tehničkog stanja, koje je potrebno utvrditi dijagnostika omogućuje: Proveru ispravnosti sistema ili sastavnih delova; Proveru radne sposobnosti sistema; Proveru funkcionisanja sistema; Istraživanja otkaza.

Osnovne pretpostavke dijagnostike su: Poznavanje fenomena procesa koji se dijagnostikuju; Poznavanje metoda, tehnika i mogućnosti koje se koriste za merenje raznih mehaničkih veličina; Poznavanje metoda obrade izmerenih veličina; Priprema poslova, odnosno

prikupljanje informacija o objektima koji se dijagnostikuju; Izbor neophodne opreme; Izrada plana merenja i Obrade rezultata.

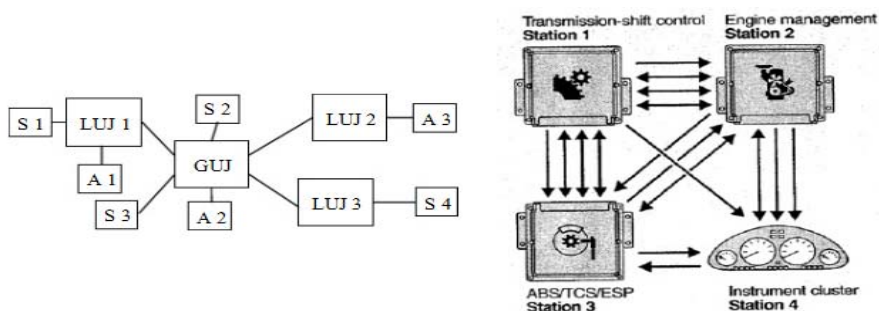
Broj različitih tipova i modela automobila je u porastu. Udeo elektronike raste takođe. Zato je dijagnostika postala vrlo važna u cilju ostvarivanja pouzdanosti i efikasnosti novih modela vozila. Tako je nastao novi vid samodijagnostike sistema vozila, koji tokom eksploatacije, vrši merenja i beleženja određenih pokazatelja, i u slučajevima otkaza signalizira vozaču preko sijalice na instrument tabli da je došlo do otkaza. Zbog toga je taj vid dijagnostike dobio naziv dijagnostika u vozilu (On-Board Diagnostics, OBD). Kod takve dijagnostike vozila serviseri treba samo da, uz pomoć odgovarajućih uređaja, pročitaju listu dijagnostikovanih neispravnosti. Ovde treba biti oprezan, jer korisnik može dobiti informaciju da je određeni sistem neispravan i ako to nije slučaj. U tom slučaju uvek je neophodno tačno utvrditi da li je nastala neispravnost analiziranog sistema ili je nastala neispravnost senzora kojim se meri kvalitet rada analiziranog sistema.

Da bi vozilo, koje ima sve veći broj različitih elektronskih sistema, funkcionisao kao celina neophodno je da oni međusobno razmenjuju informacije. To uslovljava veoma složenu hardversku i softversku strukturu savremenih i budućih vozila.

Klasični sistem prenosa podataka i upravljanja funkcijama vozila ima zvezdastu strukturu, u kojoj postoji jedna centralna upravljačka jedinica, kao i više lokalnih upravljačkih jedinica, senzora i aktuatora, koje su sa centralnom jedinicom povezane preko lokalne serijske ili paralelne veze. Obrada signala senzora i komande aktuatorima mogu biti realizovane u glavnoj mikroprocesorskoj upravljačkoj jedinici ili u odgovarajućem lokalnom upravljačkom sistemu. Zvezdasta konfiguracija upravljačkog sistema (slika 1) zahteva da glavni upravljački sistem ima mikroprocesor velike brzine da bi obradio sve informacije koje se slivaju u njega. Žičana instalacija za povezivanje senzora i aktuatora sa upravljačkim jedinicama je veoma složena, velike dužine, što otežava interakciju između različitih sistema a istovremeno ceo sistem je podložan smetnjama.

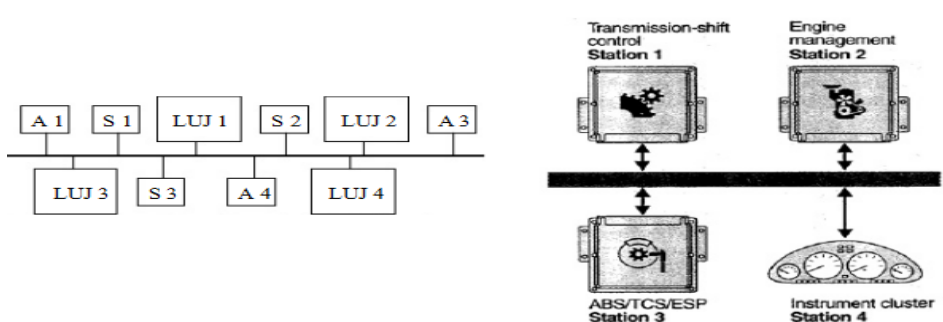
Bolji kvalitet upravljanja vozilom postiže se primenom mreže (slika 2), obično dvožične, na koju su priključene sve upravljačke jedinice sistema na vozilu, senzori i aktuatori, i kod koje se komunikacija odvija serijski. U njoj ne mora da postoji glavna upravljačka jedinica.

Vozilo se sastoji od više mrežno povezanih podsistema. Svaka grupa realizuje jednu posebnu funkciju npr. elektronski sistem za upravljanje pogonskim agregatom i dinamikom vozila, elektronski sistem karoserije, navigacioni elektronski sistem... Svaki od ovih sistema sastoji se od više čvorova. Na primer, sistem za upravljanje pogonskim agregatom i dinamikom vozila ima čvor sa elektronskim sistemom za upravljanje motorom, čvor sa elektronskim sistemom za upravljanje kočnim sistemom, čvor sa elektronskim sistemom za upravljanje vozilom, čvor sa elektronskim sistemom za upravljanje transmisijom, čvor za komandni panel vozača, čvor za povezivanje sa drugim podsistemima itd.



Slika 1. Zvezdasta struktura sistema upravljanja

U cilju razmene podataka svi čvorovi se povezuju komunikacionim kanalima pomoću kojih se informacije razmenjuju primenjujući različite protokole. Komunikacioni kanali kod sistema koji su kritični sa stanovišta bezbednosti su duplirani pri čemu se ista informacija prenosi po oba kanala.



Slika 2. Mrežna struktura sistema upravljanja

Tabela 1. Podela mreža na vozilima

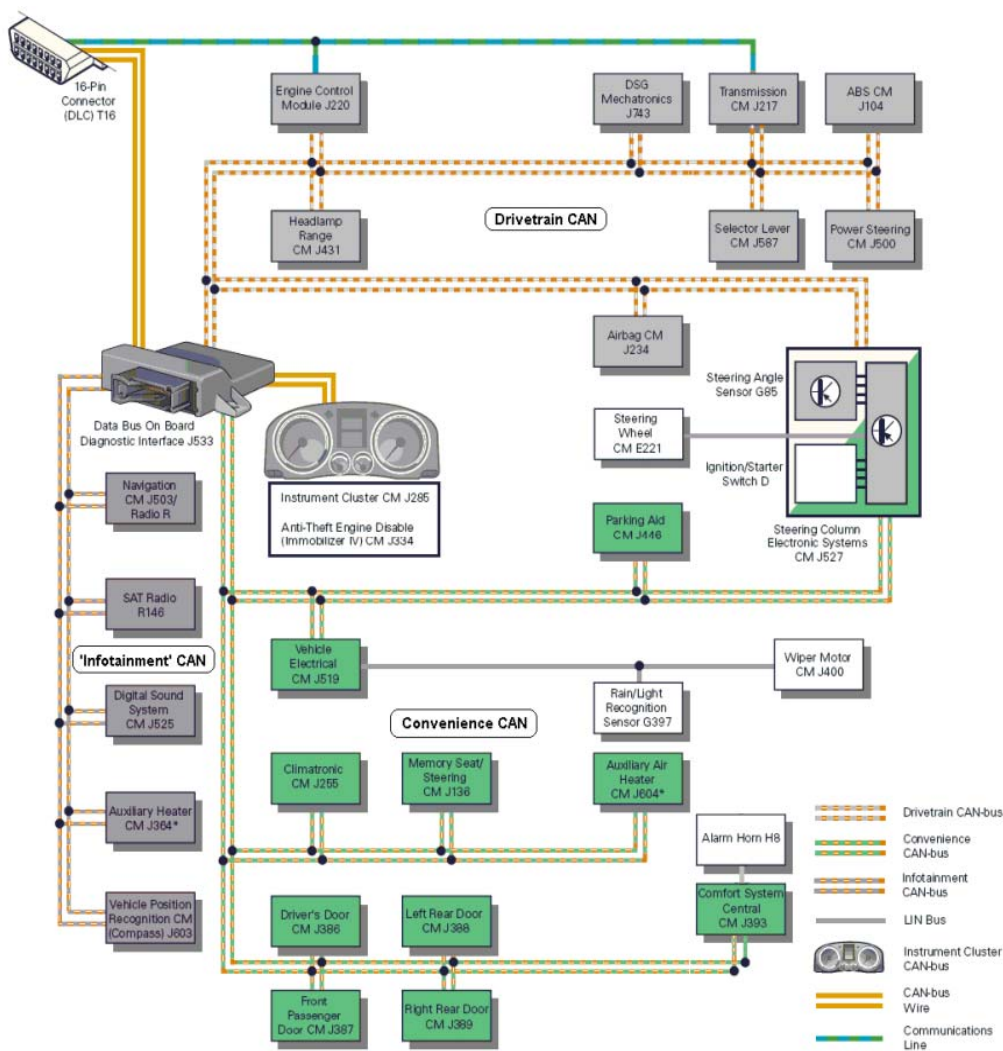
Klasa mreže	Brzina prenosa	Primena
A	<10 kb/s	Komfor vozača i putnika: podešavanje ogledala i sedišta, otvaranje prtljažnika, centralno zaključavanje
B	10 - 125 kb/s	Instrumenti u vozilu, brzina vozila, podaci o emisijama vozila
C	125 kb/s – 1Mb/s	Upravljanje u realnom vremenu funkcijama motora, dinamikom vozila, kočnim sistemom
D	>1 Mb/s	Upravljanje u realnom vremenu sistemima odgovornim za bezbednost putnika i vozača, multimedijalne aplikacije

Klasifikacija mreže se može izvršiti po različitim kriterijumima. Američko društvo automobilskih inženjera (Society of Automotive Engineers, SAE) u zavisnosti od brzine prenosa informacija kroz mrežu, podelilo je u svojim standardima mreže na vozilima u tri klase A, B, C. Primena multimedijalnih aplikacija, zahteva veće brzine prenosa podataka što uslovljava da se formira i klasa D. Osnovne karakteristike i namena tih klasa date su u tabeli 1. Primena mreža u upravljanju sistemima vozila uslovljava je potrebu za odgovarajućim protokolom za razmenu informacija između čvorova u mreži. Pojavilo se više tipova protokola jer su proizvođači različito realizovali i nazvali protokole: Volkswagen je razvio ABUS protokol (Allgemeine Bitserielle Universelle Schnittelle); Renault VAN protokol (Vehicle Area Network); Toyota BEAN protokol (Body Electronics Area Network); General Motors J1850 VPW protokol (Variable Pulse With Modulation); Ford J1850 PWM protokol (Pulse With Modulation) itd.

Lider u oblasti mrežnih protokola za primenu na vozilima je Bosch sa svojim CAN (Controller Area Network) protokolom. Bosch je omogućio da njegov protokol bude otvoren za sve korisnike zbog čega je brzo prihvaćen i postao osnova za ISO i SAE standarde.

Prema načinu na koji se pojavljuju informacije na mreži protokole možemo podeliti na protokole upravljane događajem i vremenski upravljane protokole.

Protokoli upravljani događajem rade na principu da se informacije iz nekog čvora u mreži generišu kada dođe do promene informacije koju šalje taj čvor tj. ako se informacija ne menja onda čvor ne šalje nikakvu informaciju da ne bi opterećivao mrežu. Svaki čvor u mreži ima odgovarajući prioritet i pri istovremenom slanju poruke iz dva čvora odbacuje se poruka nižeg prioriteta. Jedna od najvažnijih prednosti je zaštita od pojave grešaka u mreži i unutrašnjih grešaka posedovanjem samokontrole. Problem kod protokola upravljaniog događajem je što opterećenje mreže nije konstantno tako da se može desiti da poruke čvorova nižeg prioriteta budu potiskivane toliko dugo da postanu neaktuelne. Protokoli upravljani događajem se CAN, LIN (Local Interconnection Network), Byteflight...



Slika 3. Mreža zasnovana na CAN protokolu

Mreža zasnovana na CAN protokolu ima sledeće osobine: Svaka poruka koje se šalje pomoću mreže ima odgovarajući prioritet; Za poruke nižeg prioriteta garantuje se slanje posle određenog vremena čekanja; Mreža mora da ima fleksibilnost pri dodavanju novih čvorova u mrežu; Vremenski sinhronizovan prijem i predaju svih čvorova u mreži; Promenljiv format podataka koji se šalju mrežom; Više glavnih čvorova u mreži; Detekcija grešaka i njihovu signalizaciju; Automatsko ponavljanje neispravnih poruka čim je mreža slobodna; Razdvajanje privremenih od trajnih grešaka u čvorovima i Autonomno isključivanje neispravnih čvorova.

Poruke kod vremenski upravljanih protokola, TTP (Time Trigered Protocol) šalju se u unapred definisanim vremenskim intervalima. Ukupno vreme u kome moraju da se pojave sve poruke deli se na intervale, odeljke, i svakom čvoru se određuje odeljak u kome treba da šalje poruku. Svi čvorovi u mreži pri tome imaju pristup mreži i mogu da čitaju sve ostale poruke pa i svoju poruku. Vremenski upravljani protokoli su TTP/C, FlexRay® itd. Njihova osnovna primena je predviđena za sisteme kritične sa stanovišta bezbednosti. Determinisanost vremenski upravljanih protokola stvara veliku pouzdanost u sistemima upravljanja uz ravnomerno opterećenje mreže, ali otežava priključenje novih čvorova u mrežu. Dodavanje novih čvorova zahteva potpuno rekonfigurisanje cele mreže.

4. ZAKLJUČAK

U okviru rada date su osnove održavanja vozila. Dijagnostika, kao sastavni deo bilo preventivnog, bilo korektivnog održavanja motornih vozila posvećena je posebna pažnja. Posebno je obrađena problematika kompjuterske dijagnostike motornih vozila. U radu je pažnja posvećena Fleet Board sistemima koji predstavljaju telematski internet servis razvijen radi kvalitetnijeg upravljanja voznim parkovima. U radu je istaknut poseban značaj On Board dijagnostike u procesu održavanja vozila, kao i njen značaj na bezbednost korišćenja vozila u saobraćaju.

5. LITERATURA

- [1] Papić V., Osnovi održavanja motornih vozila, Saobraćajni fakultet, Beograd, 2009
- [2] Todorović J., Inženjerstvo održavanja tehničkih sistema, Jugoslovensko društvo za motore i vozila, Beograd 1993.
- [3] V. Krstić: Pristup preventivnom održavanju drumskih vozila sa savremenim elektronskim dijagnostičkim sistemima, diplomski rad, Univerzitet u Beogradu, Saobraćajni fakultet, 2012
- [4] B. Krstić: Tehnička eksploatacija motornih vozila i motora, Mašinski fakultet u Kragujevcu, Kragujevac, 2009, str.488.
- [5] B. Krstić, I. Krstić: Mathematical models of automatization process of giving diagnosis motor vehicles, Tractors and power machines, Vol.12, No.4, 2007, p.129-136.
- [6] B. Krstić, V. Lazić, V. Krstić: Some views of future strategies of maintenance of motor vehicles, Tractors and power machines, Vol.15, No.1, 2010, p.42-47

